

RICARDO DI DIO KRAHENBUHL

**MÉTODO DE FECHAMENTO DE POLIGONAL DE APOIO DE LEVANTAMENTO
PLANIALTIMÉTRICO COM A UTILIZAÇÃO DE RECEPTOR DE SINAIS DE
SATÉLITES**

SÃO CARLOS

2021

RICARDO DI DIO KRAHENBUHL

**MÉTODO DE FECHAMENTO DE POLIGONAL DE APOIO A LEVANTAMENTO
PLANIALTIMÉTRICO COM A UTILIZAÇÃO DE RECEPTOR DE SINAIS DE
SATÉLITES**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Curso de Graduação de Engenharia Civil do Centro Universitário Central Paulista, como requisito para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Victor José dos Santos Baldan

SÃO CARLOS - SP

2021

DEDICATÓRIA

Ao meu pai, Olavo, e à minha esposa Evelyn.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que me deu oportunidades, sabedoria e força de vontade para superar todos os desafios.

À minha família, principalmente ao meu pai, por todo apoio, paciência e compreensão.

Por fim, agradeço aos professores que sempre estiveram dispostos a ajudar e contribuir para um melhor aprendizado em especial ao meu professor e orientador. Agradeço também a minha instituição que me proporcionou todas as ferramentas necessárias para chegar ao final desse ciclo de maneira profissional.

EPÍGRAFE

“A imaginação é mais importante que a ciência, porque a ciência é limitada, ao passo que a imaginação abrange o mundo inteiro.”

(Albert Einstein)

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS PARA POSICIONAMENTO RELATIVO ESTÁTICO.....	8
TABELA 2: ESTAÇÃO SÃO JOSÉ DO RIO PRETO, IDENTIFICAÇÃO SJRP, CÓDIGO SAT: 96042.	14
TABELA 3: ESTAÇÃO ARAÇATUBA, IDENTIFICAÇÃO SPAR, CÓDIGO SAT: 99540.....	15
TABELA 4: ESTAÇÃO LINS, IDENTIFICAÇÃO SPLI, CÓDIGO SAT: 99587.	15
TABELA 5. DISTÂNCIA E TEMPO DE RASTREIO DA REDE DE APOIO BÁSICO.....	16
TABELA 6. RELATÓRIO DAS PRECISÕES OBTIDAS PELO ADENSAMENTO DOS APOIOS BÁSICOS.	19

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.POSICIONAMENTO RELATIVO.....	7
FIGURA 2. PLANTA DE SITUAÇÃO DO OBJETO	10
FIGURA 3. ESTAÇÃO TOTAL R1 STONEX.	11
FIGURA 4. RECEPTOR GNSS TOPCON HYPER II.	11
FIGURA 5. POLIGONAL DE APOIO DO LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO..	12
FIGURA 6.1ª ETAPA TRANSPORTE DAS BASES SJRP, SPAR E SPLI DA RBMC, PARA OS APOIOS BÁSICOS, OU SEJA, E1 E E3, PELO SOFTWARE TOPCONTOOLS..	17
FIGURA 7. 2ª ETAPA ADENSAMENTO DOS APOIOS BÁSICOS PARA AS DEMAIS ESTAÇÕES.....	17

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

C/A	<i>Coarse/Acquisition</i>
DD FLOAT	<i>Double Differential Floating</i>
DOP	<i>Dilution Of Precision</i>
FDE	Fundação Para o Desenvolvimento da Educação
GBASS	<i>Ground Based Augmentatin System</i>
GDOP	<i>Geometric Diluition Of Precision</i>
GLONASS	<i>Global Orbiting Navigation Sattelite System</i>
GNSS	<i>Global Navigation Sattelite System</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGS	<i>International GNSS Service</i>
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
MC	Meridiano Central
MMQ	Método dos Mínimos Quadrados
NBR	Norma Brasileira
NTGIR	Norma Técnica de Georreferenciamento de Imóveis Rurais
PDOP	<i>Positioning Diluition Of Precision</i>
PPM	Parte por milhão
PRN	<i>Pseudo Randon Noise</i>
RBMC	Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo
SBAS	<i>Satellite Based Augmentation System</i>
SGB	Sistema Geodésico Brasileiro
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
UNICEP	Centro Universitário Central Paulista
UTM	Universal Transversa de Mercator

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	VI
LISTA DE FIGURAS	VII
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	VIII
RESUMO.....	X
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. JUSTIFICATIVA.....	1
1.2. OBJETIVO	2
2. REVISÃO DA LITERATURA	2
2.1. CARTOGRAFIA	2
2.2. TOPOGRAFIA.....	4
2.3. POSICIONAMENTO PRECISO POR SINAIS DE SATÉLITES	5
3. MATERIAL E MÉTODO.....	10
3.1. EQUIPAMENTOS TOPOGRÁFICOS.....	10
3.1.1. ESTAÇÃO TOTAL LEICA TC-407	10
3.1.2. RECEPTOR GNSS TOPCON HIPER II.....	11
3.2. LEVANTAMENTO DE CAMPO	12
3.3. PROCESSAMENTO DE DADOS.....	14
3.3.1. PROCESSAMENTO GNSS	14
3.3.2. PROCESSAMENTO TOPOGRAFIA CLÁSSICA	18
3.3.3. PROCESSAMENTO DE SOBREPOSIÇÃO	18
4. RESULTADOS.....	19
5. CONCLUSÃO	19
REFERÊNCIAS.....	20
APÊNDICE 1 - CADERNETA DE CAMPO.....	21

RESUMO

Sempre que existe uma demanda para um levantamento topográfico, existe também o compromisso de representar a realidade do objeto a ser estudado, pois esse levantamento será a base para análises e projetos futuros, entretanto representação da realidade nunca é plena, pois há fatores como equipamentos, erros humanos, representações gráficas, que agregam erros em uma precisão, portanto quaisquer métodos aplicados sempre existirá um erro agregado em um levantamento topográfico.

Em levantamentos topográficos realizados com a Estação Total, o processamento dos dados pelo método dos mínimos quadrados, previsto em norma, em que os erros permitidos são diluídos nos pontos, sem que você tenha certeza em qual das estações da poligonal de apoio realmente o erro se encontra, porém somando a tecnologia dos receptores de sinais de satélites o profissional saberá exatamente em qual estação o erro é maior dentro da sua poligonal de apoio, logo obtendo um resultado mais acurado em seu produto final.

Esse trabalho consiste em analisar esse método de fechamento de poligonal de apoio, em que nos dias de hoje é vastamente utilizado no que se trata de levantamento planialtimétrico urbano; e apresentar a metodologia do método, suas vantagens e desvantagens, demonstração do método aplicado em um levantamento planialtimétrico georreferenciado realizado na Escola Estadual Benedito dos Santos Guerreiro no município de Dois Córregos - SP para Fundação para o Desenvolvimento da Educação (FDE) do governo do estado de São Paulo.

1. INTRODUÇÃO

Conforme a evolução da humanidade como uma sociedade organizada surgindo uma demanda para que houvesse um mapeamento e uma organização das informações sobre os terrenos ocupados pelo homem; sejam estes urbanos ou rurais. Atualmente o mapeamento consiste em um conjunto de levantamentos topográficos, localização de objetos dentro da área (tais como: árvores, rios, cordões de nível, vias, cultivos, elementos de infraestrutura, dentre outros), reproduções de plantas e cartas topográficas de uma determinada região do espaço geográfico. Para realizar esses mapeamentos com a devida precisão utiliza-se equipamentos que permitem a transição das informações em campo para as cartas e plantas topográficas, sendo que os equipamentos mais utilizados no mercado atual são a estação total, e o receptor de sinais de satélites.

O intuito do trabalho, através de um estudo de caso, é demonstrar como funcionam os equipamentos em conjunto, desde a parte teórica, levantamento de campo, processamento dos dados e apresentação das peças técnicas.

1.1. JUSTIFICATIVA

Os equipamentos utilizados na obtenção dos dados e observações são suscetíveis ao erro humano. Ferramentas, instrumentos (balizas, estacas, marcos, entre outros) e equipamentos, como estação total, receptor GNSS (*Global Navigation Satellite System*), são nivelados e programados pelo profissional e seus auxiliares. Pequenas discrepâncias na aferição de um ponto ao outro são suscetíveis e cumulativas, podendo levar a um levantamento impreciso do local, causando grandes transtornos com contratantes, confrontantes e seus limites.

A fim de minimizar os erros, tecnologias conjuntas podem ser aplicadas, utilizando receptores que rastreiam sinais de diferentes sistemas, executando projetos o mais próximo da realidade possível, em situações reais de campo com interferências, como antenas repetidoras de sinais, construções, vegetação, entre outros, encontradas pelos profissionais no exercício da profissão.

1.2. OBJETIVO

Análise do método de fechamento de poligonal de apoio do projeto de Levantamento planialtimétrico georreferenciado cadastral parcial da Escola Estadual Benedito dos Santos Guerreiro, em conformidade com o Manual de Topografia da Fundação para o Desenvolvimento da Educação (FDE), Município de Dois Córregos-SP, destinado a Prefeitura de Dois Córregos-SP, realizado pela KR-Consultoria Eireli, em que fora utilizado o método de fechamento de poligonal de apoio a levantamento planialtimétrico com a utilização de receptor de sinais de satélites.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. CARTOGRAFIA

O levantamento planialtimétrico, em qualquer de suas finalidades, deve ter, no mínimo, as seguintes fases: planejamento, seleção de métodos e aparelhagem, apoio topográfico, levantamento de detalhes, cálculos e ajustes, dados brutos originais; desenho topográfico final e o relatório técnico. Na hipótese do apoio topográfico planimétrico vinculado à rede geodésica (SGB – Sistema Geodésico Brasileiro), a situação ideal é que haja, pelo menos, dois pontos de coordenadas conhecidas sejam comuns. As coordenadas planoretangulares desses vértices geodésicos, no sistema de representação cartográfica UTM, permitem a determinação do comprimento e do azimute plano definido por estes vértices seguindo no plano topográfico, o cálculo do apoio topográfico (ABNT, 1994).

O sistema de representação cartográfica adotado para representação final do levantamento utilizou como referência o Sistema Cartográfico Brasileiro, que utiliza como elipsóide o datum SIRGAS2000, recomendado em convenções internacionais das quais o Brasil foi representado como entidade participante, e apresenta as seguintes características:

- a) projeção conforme, cilíndrica e transversa;

b) decomposição em sistemas parciais, correspondentes aos fusos de 6° de amplitude, limitados pelos meridianos múltiplos deste valor, havendo, assim, coincidência com os fusos da Carta Internacional ao Milionésimo (escala 1:1.000.000), no caso o levantamento situado no meridiano central -51°;

c) parâmetros do **elipsóide SIRGAR2000** são:

a (semi-eixo maior) = 6378137,0000m;

b (semi-eixo menor) = 6356752,31414m

f (achatamento do elipsóide) = 1/298,257222101;

d) coeficiente de redução de escala $k_0 = 0,9996$ no meridiano central de cada fuso (sistema parcial);

e) origem das coordenadas planas, em cada sistema parcial, no cruzamento do equador com o meridiano central;

f) às coordenadas planas, abscissa e ordenada, são acrescentadas, respectivamente, as constantes 10.000.000 m no Hemisfério Sul e 500.000 m para leste;

g) para indicações destas coordenadas planas, são acrescentadas a letra N e a letra E ao valor numérico, sem sinal, significando, respectivamente, para norte e para leste;

h) numeração dos fusos, que segue o critério adotado pela Carta Internacional ao Milionésimo, ou seja, de 1 a 60, a contar do antemeridiano de Greenwich, para leste, no caso o levantamento situa-se no fuso 22.

2.2. TOPOGRAFIA

Topografia é a ciência do estudo de todos os acidentes geográficos, definindo sua situação e localização; princípios e métodos necessários para descrição e representação das superfícies de corpo, no caso um terreno. Importante para determinar analiticamente as medidas de área e perímetro, localiza variações no relevo e orientação, representando-as graficamente em plantas topográficas

A estação total é um instrumento eletrônico que utiliza medidas de ângulos e distâncias, capaz de armazenar dados recolhidos e executar alguns cálculos em campo; com esse equipamento determinam-se ângulos e distâncias do instrumento até os pontos de interesse, através de visadas do equipamento até o conjunto baliza prisma; com auxílio de trigonometria, os ângulos e distâncias são cadastrados inicialmente em coordenadas polares e/ou coordenadas topográficas locais, relacionando as estações com os pontos levantados.

Em um levantamento planialtimétrico realizado com estação total, existe uma poligonal de apoio em que o equipamento em questão será estacionado nos vértices desta poligonal.

A partir dessas estações os pontos de interesse do levantamento são cadastrados e relacionados pela estação total e amarrados com a poligonal de apoio. Lembrando que a poligonal de apoio sempre estará em coordenadas topográficas locais inicialmente.

Em todo levantamento planialtimétrico tem-se os apoios topográficos que são referências de nível e cartográficas, que devem estar vinculadas às referências do nível do apoio geodésico de alta precisão.

No caso de levantamento planimétrico com existência de rede de referência cadastral, as áreas levantadas devem ser amarradas a vértices materializados das poligonais determinantes dos seus pontos topográficos, com distância máxima de amarração de 500 m nas áreas urbanas e 5000 m nas áreas rurais.

2.3. POSICIONAMENTO PRECISO POR SINAIS DE SATÉLITES

Para determinar os apoios topográficos no Sistema Cartográfico Brasileiro, ou seja, datum SIRGAS2000, precisa-se que o levantamento com o receptor de sinais de satélites realizado nesses pontos, esteja vinculado às bases de apoio, sendo essa obtida através da RBMC (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo), que tem fundamental papel nas atividades geodésicas e topográficas no país. As estações da RBMC estão referenciadas em SIRGAS2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas, realização de 2000), que é o Sistema Geodésico de Referência (SGR) adotado pelo Brasil. Isso possibilita que os profissionais realizem transportes de coordenadas por meio de posicionamento relativo (pós-processamento de dados), garantindo a precisão do levantamento, além de referenciar todos os levantamentos ao SGB (Sistema Geodésico Brasileiro). As observações são obtidas através dos sinais dos satélites das constelações GPS (*Global Positioning System*), sistema de posicionamento global e GLONASS (*Global'naya Navigatsionnaya Sputnikowaya Sistema*), sistema de posicionamento por satélites artificiais russos.

Atualmente os satélites transmitem os sinais continuamente em duas frequências da banda L, L1(1575,42 MHz) e L2(1227,60 MHz) no qual são modulados os códigos pseudoaleatórios PRN (*Pseudo Random Noise*) e a mensagem de navegação, além da L5, sinal disponibilizado mais recentemente em 13 de novembro de 2005. Originalmente dois tipos de códigos foram inseridos no sistema: P (*Precise ou Protected*) e C/A (*Course/Acquisition*). Sendo que o primeiro é modulado sobre as duas portadoras L1 e L2, enquanto que o código C/A é modulado somente sobre a portadora L1. As vantagens que estas observações fornecem aos usuários civis estão relacionadas à qualidade dos novos códigos, redução dos efeitos da ionosfera e melhoria na solução das ambiguidades.

A tecnologia GPS (*Global Positioning System*) foi desenvolvida pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América para fins militares em 1985, e atualmente utilizados para mapeamento, navegação, posicionamento geodésico, agricultura, e outras atividades pela comunidade civil.

Já a tecnologia GLONASS, foi desenvolvida pela Rússia, também para fins militares e declarado operacional em 24 de setembro de 1993, e conta com uma

constelação de 24 satélites. Há outros sistemas, o europeu Galileo, desenvolvido em conjunto entre a Comissão Europeia e a Agência Espacial Europeia para uso civil e o sistema chinês Beidou/Compass.

O sistema de navegação global por satélites (GNSS – *Global Navigation Satellite System*) foi desenvolvido pela união técnica do GPS associado à infraestrutura terrestre (GBASS – *Ground Based Augmentatin System*) e espacial (SBAS – *Satellite Based Augmentation System*). Somando o conceito GNSS a outro sistema de posicionamento GLONASS, nos permite realizar precisos projetos de topografia e podem ser realizados por diferentes métodos e procedimentos. Cada método proporciona a precisão adequada para serviços de georreferenciamento tanto para o estabelecimento de vértices de referência, quanto para o posicionamento de vértices de limites (artificiais e naturais).

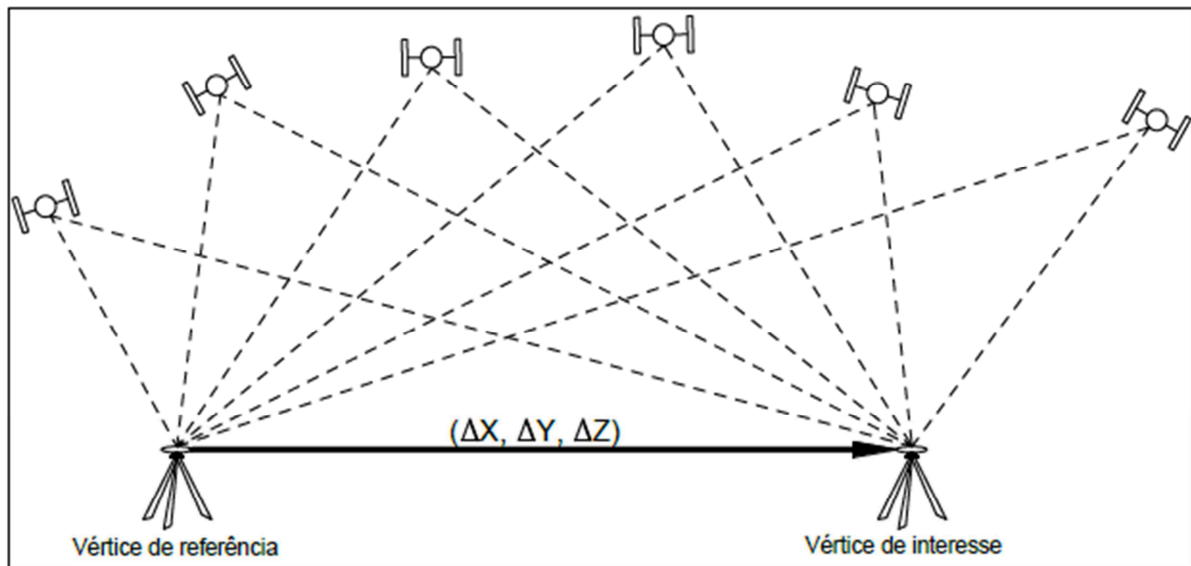
Para o desenvolvimento deste projeto, nos levantamentos em campo foram utilizados receptores GNSS que rastreiam dados GLONASS e GPS, e *softwares* oferecidos pela fabricante (TopconTools).

O posicionamento com GPS é efetuado a partir da fase de batimento da onda portadora e/ou da pseudodistância. Devido à precisão da medida da fase da onda portadora ser da ordem de milímetros, ela é a observável indispensável na obtenção de posicionamentos que requeiram melhor precisão.

As técnicas de posicionamento são classificadas como estáticos e cinemáticos, dependendo do movimento da antena, bem como em tempo real e pós-processado, que está relacionado com a disponibilidade das coordenadas. Além destas duas categorias, as técnicas podem ser divididas quanto à metodologia adotada, ou seja, utilizando ou não uma estação de referência, sendo denominadas de posicionamento relativo e posicionamento por ponto.

No posicionamento relativo, as coordenadas do vértice de interesse são determinadas a partir de um ou mais vértices de coordenadas conhecidas. Neste caso é necessário que dois ou mais receptores GNSS colem dados simultaneamente, onde ao menos um dos receptores ocupe um vértice de referência. conforme Figura 1.

Figura 1. Posicionamento relativo.



Fonte: BRASIL (2013a).

No posicionamento relativo podem se usar as observáveis: fase da onda portadora, pseudodistância ou as duas em conjunto. Sendo que a fase da onda portadora proporciona melhor precisão e por isso ela é a única observável aceita na determinação de coordenadas de vértices de apoio e vértices situados em limites artificiais. O posicionamento relativo utilizando a observável pseudodistância só é permitido para a determinação de coordenadas de vértices situados em limites naturais.

Pelo fato de haver várias possibilidades de se executar um posicionamento relativo usando a observável fase da onda portadora, neste documento este tipo de posicionamento foi subdividido em quatro grupos: estático, estático-rápido, semicinemático e cinemático. O posicionamento relativo usando a observável pseudodistância foi tratado como posicionamento relativo a partir do código C/A (*Coarse/Acquisition*). Este tipo de posicionamento proporciona precisão inferior àquelas fornecidas por outras técnicas, pois apenas os erros do relógio do satélite e do receptor são modelados na solução. Nenhuma estrutura adicional é necessária para sua realização, bastando o usuário dispor de apenas um receptor.

As coordenadas e o erro do relógio dos satélites são determinados através das efemérides transmitidas, enquanto que o erro do relógio e as coordenadas do receptor são calculados em um ajustamento onde as observações são pseudodistâncias derivadas do código C/A de pelo menos quatro satélites.

No posicionamento relativo estático, tanto o receptor da estação referência, quanto o da estação com coordenadas a determinar, permanecem estacionários durante todo o levantamento. A duração do levantamento varia de 20 minutos até várias horas.

Levantamentos realizados em linhas de base com comprimento inferior a 10 quilômetros, cujos receptores estejam estacionados em locais onde não haja ocorrência de obstrução e condições ionosféricas favoráveis, 20 minutos são suficientes para se conseguir solução das ambiguidades com receptores de simples frequência. Esta situação se modifica conforme as condições de localização das estações e com o aumento do comprimento da linha de base (tabela 1). No caso de linhas de base maiores que 10 quilômetros recomendam-se a utilização de receptores de dupla frequência, bem como a utilização de efemérides e do erro do relógio do IGS (*International GNSS Service*). A precisão conseguida com esta técnica de posicionamento varia de 0,1 a 1 ppm.

Tabela 1: Características técnicas para posicionamento relativo estático.

Linha de Base (km)	Tempo Mínimo (minutos)	Observáveis	Solução da Ambiguidade	Efemérides
0 – 10	20	L1 ou L1/L2	Fixa	Transmitidas ou Precisas
10 – 20	30	L1/L2	Fixa	Transmitidas ou Precisas
10 – 20	60	L1	Fixa	Transmitidas ou Precisas
20 – 100	120	L1/L2	Fixa ou Flutuante	Transmitidas ou Precisas
100 – 500	240	L1/L2	Fixa ou Flutuante	Precisas
500 – 1000	480	L1/L2	Fixa ou Flutuante	Precisas

Fonte: BRASIL (2013a).

Um fator que exerce influência importante na qualidade do posicionamento é a geometria dos satélites, sendo comum a sua representação através do DOP

(*Dilution Of Precision*), diluição da precisão. Existem diversos tipos de DOP, porém o mais significativo para o posicionamento por ponto é o PDOP.

O PDOP é o DOP para o posicionamento tridimensional. Vale ressaltar que, quanto menor o seu valor, melhor a precisão esperada. Em termos práticos, o PDOP está relacionado com o inverso do volume do sólido formado entre as antenas do receptor e dos satélites sendo rastreados, onde volumes maiores proporcionam PDOP menores. De acordo com a norma técnica de georreferenciamento de imóveis rurais, o PDOP para levantamentos com a finalidade de georreferenciamento deve apresentar valores inferiores a 6,0.

As efemérides contêm informações referentes à posição e ao erro do relógio dos satélites necessários no posicionamento. A precisão dessas informações depende do tipo de efeméride que está sendo utilizado. Há basicamente dois tipos de efemérides: precisas e transmitidas, sendo que estas últimas são disponibilizadas diretamente para o receptor no momento do rastreamento das observações.

As observáveis GPS assim como qualquer outra observável envolvida em processos de medidas estão sujeitas aos erros aleatórios, sistemáticos e grosseiros. Os erros grosseiros deverão ser detectados e eliminados antes dos dados serem utilizados no processamento final das observações. Os erros sistemáticos podem ser modelados através de modelos matemáticos, ou eliminados por técnicas apropriadas de observação. Já os erros aleatórios não apresentam relação funcional com as medidas observadas, sendo considerada uma propriedade inerente da observação.

De acordo com Seeber (2003), erros são introduzidos no processo de estimação de parâmetros se o modelo matemático é simples e não representa a realidade física perfeitamente. Alguns erros mesmo modelados não são eliminados. No posicionamento geodésico as correções a estes erros deverão ser estimadas. Dentre os vários erros envolvidos nas observáveis GPS, alguns se destacam por terem maior influência na precisão das coordenadas estimadas.

3. MATERIAL E MÉTODO

O imóvel objeto do levantamento é parte da Escola Estadual Benedito dos Santos Guerreiro, localizado no município de Dois Córregos – SP, na Rua São Carlos, nº 150, bairro do Jardim Paulista. Planta de situação do imóvel a seguir na figura 2:

Figura 2. Planta de situação do objeto



Fonte: KR - Consultoria Eireli (2019).

3.1. EQUIPAMENTOS TOPOGRÁFICOS

Equipamentos topográficos e geodésicos utilizados.

3.1.1. ESTAÇÃO TOTAL LEICA R1 STONEX

Estação Total R1 Stonex possui as seguintes precisões: precisão angular de 2", precisão linear de 3mm + 2ppm, alcance de 600m sem prisma e de 5.000m com prisma. Figura 3 contendo a foto do equipamento.

Figura 3. Estação Total R1 Stonex



Fonte: KR - Consultoria Eireli (2019).

3.1.2. RECEPTOR GNSS TOPCON HIPER II

O Receptor GNSS Topcon Hiper II recebe sinais de ondas do tipo L1/L2, captando sinais das redes GPS e GLONASS, possuindo precisões de leitura estática: H: 3mm + 0,5ppm V: 5mm + 0,5ppm; e precisões de leitura cinemática: H: 10mm + 1ppm V: 15mm + 1ppm. Figura 4 contendo a foto do equipamento.

Figura 4. Receptor GNSS Topcon Hyper II

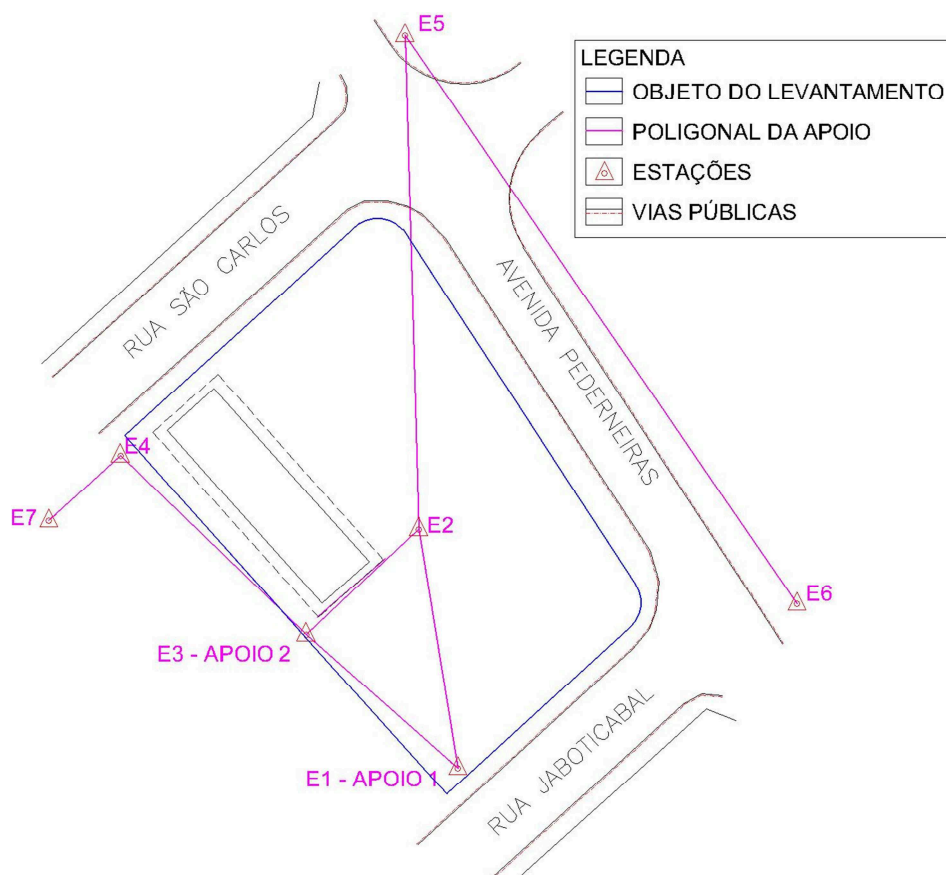


Fonte: KR - Consultoria Eireli (2019).

3.2. LEVANTAMENTO DE CAMPO

Foram determinadas todas as estações em campo que compõem a poligonal de apoio para levantamento planialtimétrico, sendo essa composta pelas as estações: E1, E2, E3, E4, E5, E6 e E7; sendo que o apoio básico 1 a estação "E1", e o apoio básico 2 a estação "E3", sendo nesses dois pontos realizado o transporte de coordenadas do Sistema Cartográfico Brasileiro, para o levantamento topográfico local, e assim a poligonal possa ser fechada pelo método proposto. a Figura 5 demonstra a localização em relação a escola e as vias da cidade de Dois Córregos/SP.

Figura 5. Poligonal de Apoio do Levantamento Planialtimétrico.



Fonte: KR - Consultoria Eireli (2019).

Os apoios topográficos que são as referências de nível e cartográfica, que devem estar vinculadas às referências do nível dos apoios geodésicos de alta precisão. A vinculação é por intermédio de nivelamento geométrico duplo (nivelamento e contranivelamento), desde a referência de nível de apoio geodésico até uma das referências de nível do apoio topográfico. Os dois apoios topográficos

nesse caso coincidem com estações da poligonal de apoio sendo a Estação (E1) e Estação (E3).

Os erros cometidos nas observações de campo afetam diretamente as coordenadas calculadas de um levantamento topográfico. Se os cálculos resultarem de sucessivas observações de ângulos e distâncias, então os erros propagam-se sucessivamente de acordo com a Lei Geral de Propagação das Variâncias e Covariâncias. Em topografia e geodésia, o método mais utilizado para determinar qual é a observação mais adequada para representar o valor verdadeiro existente é o Método dos Mínimos Quadrados (MMQ). Esta metodologia ajusta os valores observados, de forma que a soma dos resíduos (diferença entre as observações realizadas e a média das mesmas) seja minimizado após certo número de iterações. O *software* Topcontools, fornecido pela fabricante Topcon, ajusta as observações utilizando esse método.

Todos os vértices da poligonal da apoio, ou seja, as estações E1, E2, E3, E4, E5, E6 e E7 foram ocupados com o Receptor GNSS Hyper II, foram coletadas as observações dos pontos para o fechamento da poligonal de apoio, sendo a ocupação da estação E1 e E3, por se tratarem de apoios básicos com tempo de rastreio superior a 4 horas e as demais estações, foram observadas por pelo menos 20 minutos, em que as estações ocupadas, tomando como base os tempo mínimos de observações determinados pela Tabela 1.

Com a estação total ocupando cada vértice da poligonal de apoio foram cadastrados todos os itens de interesse em campo para elaboração do projeto, sendo estes: as redes de drenagem (grelhas e caixas), poços de visita (telefonia e esgoto), edificações existentes, terreno natural, taludes, calçadas, vegetação, bancos, equipamentos em geral, muros, portas, alinhamento predial com a divisa dos terrenos externos, guias, asfalto, postes, escadas, dispositivos de acessibilidade como piso tátil, rampas e corrimãos.

3.3. PROCESSAMENTO DE DADOS

Após os dados coletados serem coletados pelos equipamentos de campo, eles são descarregados em um computador, pelos softwares fornecido pelo fabricante, sendo o Topcontools para o receptor GNSS Hyper II e o software DataGEOSIS para a Estação Total R1 STONEX, dentro dos softwares os dados são processados para elaboração do projeto Levantamento planialtimétrico georreferenciado cadastral parcial da Escola Estadual Benedito dos Santos Guerreiro.

3.3.1. PROCESSAMENTO GNSS

Para processamento GNSS, devemos obter do IBGE através do site <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico/rede-geodesica/16258-rede-brasileira-de-monitoramento-contínuo-dos-sistemas-gnss-rbmc.html?=&t=downloads>>, as observações da RBMC (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo), das bases escolhidas para formação da nossa rede de apoio básica, sendo o critério de escolha a distância entre a base do IBGE ao apoio básico do nosso levantamento, seguem as tabelas contendo os dados das estações escolhidas:

Tabela 2: Estação São José do Rio Preto, Identificação SJRP, código SAT: 96042, Dados no datum SIRGAS2000 (Época 2000, 4).

Coordenadas Geodésicas			
Latitude:	- 20° 47' 7,86833"	Sigma:	0,001 m
Longitude:	- 49° 21' 35,82245"	Sigma:	0,001 m
Alt. Elip.:	535,909 m	Sigma:	0,005 m
Coordenadas Cartesianas			
X:	3.885.706,9037 m	Sigma:	0,003 m
Y:	-4.527.123,9539 m	Sigma:	0,004 m
Z:	-2.249.400,1443 m	Sigma:	0,002 m
Coordenadas Planas (UTM)			
UTM (N):	7.700.722,081 m		
UTM (E):	670.708,245 m		
MC:	-51		

Fonte. IBGE.

Tabela 3: Estação Araçatuba, Identificação SPAR, código SAT: 99540, Dados no datum SIRGAS2000 (Época 2000, 4).

Coordenadas Geodésicas			
Latitude:	- 21° 11' 4,79800"	Sigma:	0,001 m
Longitude:	- 50° 26' 23,23728"	Sigma:	0,001 m
Alt. Elip.:	410,351 m	Sigma:	0,006 m
Coordenadas Cartesianas			
X:	3.789.545,4105 m	Sigma:	0,004 m
Y:	-4.587.255,7574 m	Sigma:	0,004 m
Z:	-2.290.619,3654 m	Sigma:	0,002 m
Coordenadas Planas (UTM)			
UTM (N):	7.657.311,899 m		
UTM (E):	558.150,930 m		
MC:	-51		

Fonte. IBGE.

Tabela 4: Estação Lins, Identificação SPLI, código SAT: 99587, Dados no datum SIRGAS2000 (Época 2000, 4).

Coordenadas Geodésicas			
Latitude:	- 21° 39' 54,73509"	Sigma:	0,001 m
Longitude:	- 49° 44' 1,30232"	Sigma:	0,001 m
Alt. Elip.:	463,283 m	Sigma:	0,006 m
Coordenadas Cartesianas			
X:	3.833.257,1011 m	Sigma:	0,004 m
Y:	-4.525.414,0857 m	Sigma:	0,004 m
Z:	-2.340.171,6632 m	Sigma:	0,002 m
Coordenadas Planas (UTM)			
UTM (N):	7.603.694,906 m		
UTM (E):	631.021,454 m		
MC:	-51		

Fonte. IBGE.

Em virtude de o equipamento utilizado ser de dupla frequência, e os comprimentos dos vetores determinados foram todos superiores a 100 quilômetros. O tempo de rastreamento necessário para obter a solução e precisão do apoio básico,

deve ser de pelos 4 horas, conforme Tabela 1. A Tabela 5 estão as relações das bases da RBMC com os apoio básicos e o tempo de rastreo de cada observação:

Tabela 5. Distância e tempo de rastreo da rede de apoio básico.

DISTÂNCIA E TEMPO DE RASTREIO DO APOIO BÁSICO - RBMC				
ID Ponto	TIPO	Localização	Tempo de Rastreo (h;min)	Distância (km)
SJRP	RBMC	São José Rio Preto	24h	-
SPAR	RBMC	Araçatuba	24h	-
SPLI	RBMC	Lins	24h	-
E1 - SPLI	Apoio Básico	Dois Córregos	4h	161
E1 - SPAR	Apoio Básico	Dois Córregos	4h	251
E1 - SJRP	Apoio Básico	Dois Córregos	4h	204
E3 - SPLI	Apoio Básico	Dois Córregos	5h	161
E3 - SPAR	Apoio Básico	Dois Córregos	5h	251
E3 - SJRP	Apoio Básico	Dois Córregos	5h	204

Fonte: KR - Consultoria Eireli (2019).

No processamento da rede do apoio básico formada pelos vértices, E1, E3, SPLI, SPAR e SJRP

- a) Número Mínimo de Satélites = 5;
- b) Valores de PDOP e GDOP satisfatórios (abaixo de 6);
- c) Máscara de elevação de 10° para a base;
- d) Máscara de elevação de 15° para os imediatos;
- e) Taxa de coleta a cada cinco (5) segundos;

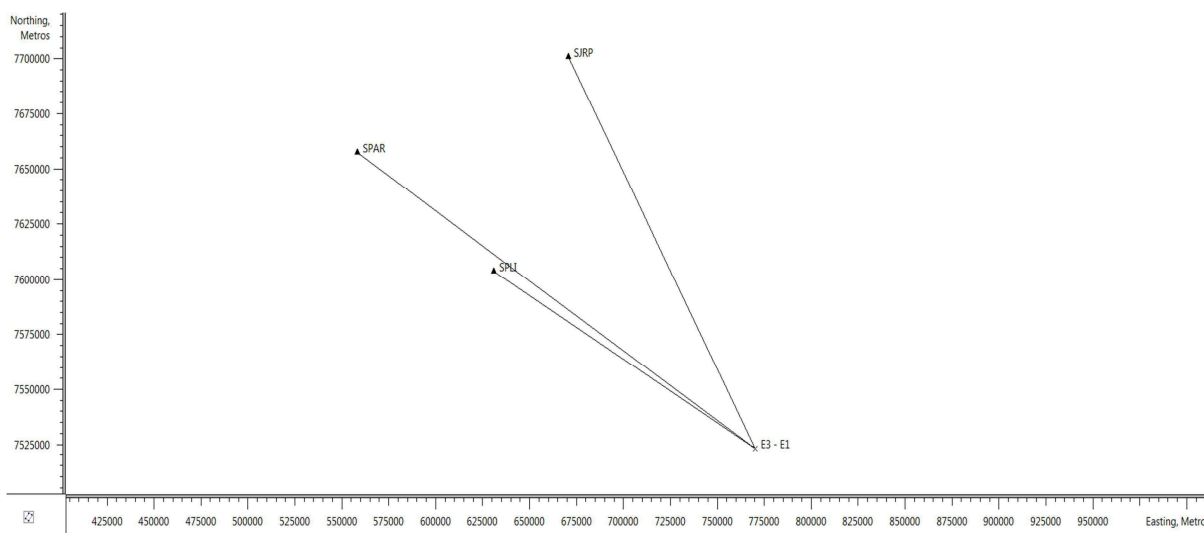
f) Cumprimento do rigor técnico na implantação dos marcos e no uso dos equipamentos auxiliares, que apresentavam perfeitas condições de operação.

A rede foi processada (observáveis L1+L2), e ajustada através do método dos mínimos quadrados, em *software* oferecido pelo fabricante do receptor (TopconTools).

O método de levantamento garantiu ao processo de ajustamento pelo Método dos Mínimos Quadrados, a existência de três vetores independentes para cada

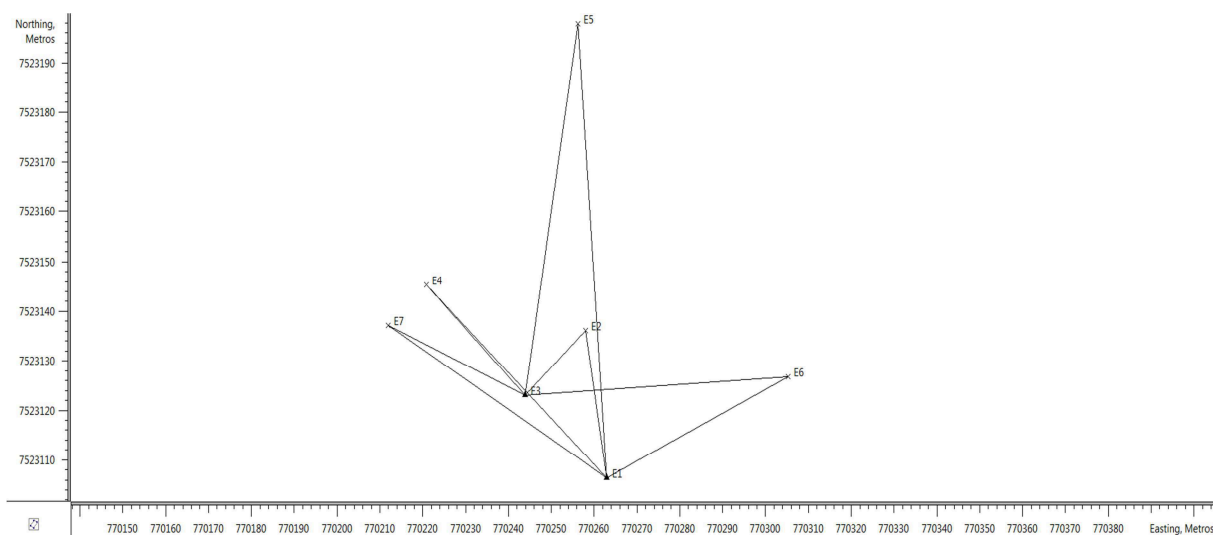
ponto determinado. As figuras a seguir demonstram as linhas de base processadas em duas etapas, sendo a 1ª etapa o transporte das bases RBMC para os apoios básicos e a 2ª Etapa as linhas de base adensadas dos apoios básicos para as demais estações da poligonal de apoio, obtendo precisão em todas as estações.

Figura 6. 1ª Etapa Transporte das bases SJRP, SPAR e SPLI da RBMC, para os apoios básicos, ou seja, E1 e E3, pelo software TopconTools.



Fonte: KR - Consultoria Eireli (2019).

Figura 7. 2ª Etapa adensamento dos apoios básicos para as demais estações.



Fonte: KR - Consultoria Eireli (2019).

3.3.2. PROCESSAMENTO TOPOGRAFIA CLÁSSICA

O levantamento topográfico realizado pela estação total, é descarregado no computador pelo software datageosis a caderneta de campo é calculada e ajustada pelo método dos mínimos quadrados em que é apresentado o erro linear e angular, gerando um desenho dos pontos do levantamento já ajustados, gerando um arquivo bruto no formato ".R15", utilizando a caderneta de campo desenvolvida pela KR - Consultoria Eireli, em programação por linguagem Visual basic dentro do software Microsoft excel, os dados brutos são convertidos em uma caderneta de campo, demonstrada pelo **Apêndice 1 - Caderneta de campo**.

3.3.3. PROCESSAMENTO DE SOBREPOSIÇÃO

Ambos os levantamentos são sobrepostos no software AutoCAD Civil 3D aonde é realizado a última etapa do processamento em que a poligonal de apoio levantada em campo é sobreposta ao adensamento dos apoios básicos realizado pelo processamento GNSS, nessa etapa é comparado as observações obtidas pela topografia clássica com o adensamento dos apoios básicos e a poligonal de apoio é ajustada pelo método proposto.

4. RESULTADOS

A precisão do fechamento pelo método dos mínimos quadrados da estação total dada pelo software Datageosis realizado no ato de descarregar os dados:

Angular: $-0^{\circ}00'07''$ Linear: 0,025m

Eixo N(Y): -0,021m Eixo E(X): 0,038m Altimétrico: 0,062m

Precisão relativa linear: 1:2015

A precisão obtida das estações da poligonal de apoio ponto a ponto é dada pelo relatório gerado pelo software Topcontools descrito na tabela 6.

Tabela 6. Relatório das precisões obtidas pelo adensamento dos apoios básicos.

RELATÓRIO DAS PRECISÕES OBTIDAS PARA AS ESTAÇÕES						
Ponto	Malha Norte (m)	Malha Este (m)	Elevação (m)	Desv Padrão N (m)	Desv Padrão E (m)	Desv Padrão Hz (m)
E1	7523106,3779	770262,8698	716,138	0,0120	0,0020	0,0270
E2	7523136,1317	770257,9801	714,832	0,0170	0,0170	0,0160
E3	7523122,9831	770243,9502	716,134	0,0080	0,0170	0,0170
E4	7523145,3753	770220,7896	716,603	0,0020	0,0010	0,0390
E5	7523197,7690	770256,2689	713,107	0,0070	0,0160	0,0160
E6	7523126,8116	770305,2126	714,234	0,0070	0,0030	0,0460
E7	7523137,1917	770211,8590	716,622	0,0010	0,0030	0,0340

Fonte: KR - Consultoria Eireli (2019).

5. CONCLUSÃO

As vantagens do método de fechamento de poligonal de apoio com a utilização de receptor de sinais de satélites são: a primeira vantagem é a possibilidade de trabalhar com poligonal de apoio aberta com segurança na precisão obtidas nas estações situadas no trecho aberto, e a segunda vantagem é ter uma precisão individual ponto a ponto, e não um erro total diluído nas estações, a grande desvantagem seria o alto custo para aquisição ou aluguel do receptor de sinais de satélite e o conhecimento técnico para realizar o processamento dos dados de maneira a ajustar corretamente a poligonal de apoio.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13133: **Execução de levantamento topográfico – Procedimento**, Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14166: **Rede de Referência Cadastral Municipal – Procedimento**, Rio de Janeiro, 1998.

BRASIL. ESTADO DE SÃO PAULO, IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Especificações e Normas Gerais para levantamentos GPS**, Rio de Janeiro, 1992.

BRASIL. IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Recomendações para levantamentos relativos estáticos - GPS**, Rio de Janeiro, 2008.

BRASIL. IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico/rede-geodesica/16258-rede-brasileira-de-monitoramento-continuo-dos-sistemas-gns-s-rbmc.html?=&t=downloads>. Acessado em 06 de novembro de 2019.

BRASIL. INCRA – INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. **Manual Técnico de Posicionamento: Georreferenciamento de Imóveis Rurais**, 1ª ed., Brasília, 2013a.

BRASIL. INCRA – INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. **Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais**, 3ª ed., Brasília, 2013b.

BUENO, Regis. **Princípios básicos para a realização de posicionamento relativo com GPS**. Secção Artigos. Revista InfoGPS - Edição 13, 07/2006.

CSIC. **GLONASS Interface Control Document (version 5.0)**, Moscou, 2002. 50 p.

MONICO, J. F. G. Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS: **Descrição, Fundamentos e Aplicações**. 1ª ed. São Paulo: Unesp, 2000a. p 287.

SÃO PAULO (Estado). FDE - FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO. **Manual de topografia: normas para execução de levantamentos planialtimétricos cadastrais**, São Paulo, 2016.

SEEBER, G. **Satellite Geodesy: foundations, methods and applications**. 2ª ed. Berlin, New York: Walter de Gruyter, 2003. 588p.

Apêndice 1 - Caderneta de campo

RÉ	Estação	Ponto	Ângulo à direita (input)			Azimute (Final)			azimute final	distancia horizontal	distancia vertical	Altura estação	Altura Prisma	Cota final	Descrição
			graus	min	seg	graus	min	seg							
E3	E1	E2	39d	24'	50s	350d	40'	3'	350d40'3"	30,153	-1,020	1,500	1,630	98,060	EST
E3	E1	E3	0d	1'	8s	311d	16'	21'	311d16'21"	25,173	-1,098	1,500	0,250	99,362	EST
E3	E1	1	270d	54'	26s	222d	9'	39'	222d9'39"	13,283	0,678	1,500	1,500	99,888	MURO
E3	E1	2	277d	11'	8s	228d	26'	21'	228d26'21"	13,241	0,766	1,500	1,500	99,976	MURO
E3	E1	3	277d	37'	48s	228d	53'	1'	228d53'1"	4,144	0,205	1,500	1,500	99,415	EDIF
E3	E1	4	259d	25'	4s	210d	40'	17'	210d40'17"	4,323	0,248	1,500	1,500	99,458	MURO
E3	E1	5	102d	46'	14s	54d	1'	27'	54d1'27"	11,292	-0,552	1,500	1,500	98,658	MURO
E3	E1	6	99d	4'	24s	50d	19'	37'	50d19'37"	27,349	-1,290	1,500	1,500	97,920	MURO
E3	E1	7	98d	46'	36s	50d	1'	49'	50d1'49"	28,258	-1,252	1,500	1,500	97,958	MURO
E3	E1	8	98d	12'	28s	49d	27'	41'	49d27'41"	29,087	-1,289	1,500	1,500	97,921	MURO
E3	E1	9	97d	24'	56s	48d	40'	9'	48d40'9"	29,240	-1,358	1,500	1,500	97,852	MURO/DEL
E3	E1	10	96d	19'	22s	47d	34'	35'	47d34'35"	30,535	-1,418	1,500	1,500	97,792	MURO
E3	E1	11	95d	0'	28s	46d	15'	41'	46d15'41"	31,017	-1,472	1,500	1,500	97,738	MURO
E3	E1	12	92d	41'	14s	43d	56'	27'	43d56'27"	31,556	-1,430	1,500	1,500	97,780	MURO
E3	E1	13	91d	19'	22s	42d	34'	35'	42d34'35"	31,755	-1,409	1,500	1,500	97,801	MURO
E3	E1	14	60d	49'	28s	12d	4'	41'	12d4'41"	43,323	-1,927	1,500	1,500	97,283	MURO
E3	E1	15	44d	28'	12s	355d	43'	25'	355d43'25"	63,660	-2,380	1,500	1,500	96,830	PORTAO
E3	E1	16	42d	33'	30s	353d	48'	43'	353d48'43"	67,676	-2,500	1,500	1,500	96,710	PORTAO
E3	E1	17	42d	0'	44s	353d	15'	57'	353d15'57"	68,320	-2,478	1,500	1,500	96,732	MURO
E3	E1	18	41d	20'	34s	352d	35'	47'	352d35'47"	68,795	-2,469	1,500	1,500	96,741	MURO
E3	E1	19	40d	32'	50s	351d	48'	3'	351d48'3"	69,072	-2,433	1,500	1,500	96,777	MURO
E3	E1	20	39d	50'	20s	351d	5'	33'	351d5'33"	69,131	-2,393	1,500	1,500	96,817	MURO
E3	E1	21	39d	9'	40s	350d	24'	53'	350d24'53"	69,021	-2,389	1,500	1,500	96,821	MURO
E3	E1	22	38d	28'	59s	349d	44'	12'	349d44'12"	68,816	-2,382	1,500	1,500	96,828	MURO
E3	E1	23	37d	54'	42s	349d	9'	55'	349d9'55"	68,415	-2,389	1,500	1,500	96,821	MURO
E3	E1	24	39d	51'	8s	351d	6'	21'	351d6'21"	66,792	-2,331	1,500	1,500	96,879	ARV
E3	E1	25	37d	51'	6s	349d	6'	19'	349d6'19"	66,000	-2,384	1,500	1,500	96,826	ARV
E3	E1	26	35d	34'	0s	346d	49'	13'	346d49'13"	62,930	-2,229	1,500	1,500	96,981	ARV
E3	E1	27	32d	43'	40s	343d	58'	53'	343d58'53"	63,952	-2,075	1,500	1,500	97,135	ARV
E3	E1	28	37d	23'	48s	348d	39'	1'	348d39'1"	55,528	-2,018	1,500	1,500	97,192	ARV
E3	E1	29	36d	48'	38s	348d	3'	51'	348d3'51"	54,087	-1,983	1,500	1,500	97,227	ARV
E3	E1	30	34d	39'	2s	345d	54'	15'	345d54'15"	52,489	-1,925	1,500	1,500	97,285	ARV

Apêndice 1 - Caderneta de campo

E3	E1	31	31d	51'	50s	343d	7'	3'	343d7'3"	51,255	-1,847	1,500	1,500	97,363	ARV
E3	E1	32	28d	47'	0s	340d	2'	13'	340d2'13"	50,033	-1,703	1,500	1,500	97,507	ARV
E3	E1	33	28d	3'	36s	339d	18'	49'	339d18'49"	51,503	-1,706	1,500	1,500	97,504	ARV
E3	E1	34	333d	24'	10s	284d	39'	23'	284d39'23"	7,706	0,620	1,500	1,500	99,830	CALC/EDIF
E3	E1	35	340d	5'	36s	291d	20'	49'	291d20'49"	7,216	0,600	1,500	1,500	99,810	CALC
E3	E1	36	340d	14'	44s	291d	29'	57'	291d29'57"	7,198	0,303	1,500	1,500	99,513	TN
E3	E1	37	339d	49'	18s	291d	4'	31'	291d4'31"	9,452	0,615	1,500	1,500	99,825	EDIF
E3	E1	38	359d	26'	14s	310d	41'	27'	310d41'27"	25,730	0,594	1,500	1,500	99,804	ESCADA
E3	E1	39	359d	53'	0s	311d	8'	13'	311d8'13"	27,255	0,600	1,500	1,500	99,810	ESCADA
E3	E1	40	5d	41'	59s	316d	57'	12'	316d57'12"	25,646	-0,671	1,500	1,500	98,539	ESCADA
E3	E1	41	5d	52'	28s	317d	7'	41'	317d7'41"	27,026	-0,704	1,500	1,500	98,506	ESCADA
E3	E1	42	9d	14'	26s	320d	29'	39'	320d29'39"	26,586	-0,656	1,500	1,500	98,554	EDIF
E3	E1	43	6d	11'	36s	317d	26'	49'	317d26'49"	40,250	-0,675	1,500	1,500	98,535	ESCADA
E3	E1	44	6d	14'	20s	317d	29'	33'	317d29'33"	41,739	-0,690	1,500	1,500	98,520	ESCADA
E3	E1	45	6d	21'	16s	317d	36'	29'	317d36'29"	54,972	-0,691	1,500	1,500	98,519	ESCADA
E3	E1	46	6d	25'	22s	317d	40'	35'	317d40'35"	56,672	-0,680	1,500	1,500	98,530	ESCADA
E3	E1	47	2d	20'	50s	313d	36'	3'	313d36'3"	41,866	0,598	1,500	1,500	99,808	ESCADA
E3	E1	48	2d	12'	4s	313d	27'	17'	313d27'17"	40,371	0,600	1,500	1,500	99,810	ESCADA
E3	E1	49	2d	28'	42s	313d	43'	55'	313d43'55"	33,888	0,065	1,500	1,500	99,275	ARV
E3	E1	50	1d	51'	10s	313d	6'	23'	313d6'23"	28,733	0,114	1,500	1,500	99,324	ARV
E3	E1	51	3d	40'	30s	314d	55'	43'	314d55'43"	32,520	-0,307	1,500	1,500	98,903	ARV
E3	E1	52	8d	2'	26s	319d	17'	39'	319d17'39"	55,652	-0,646	1,500	1,500	98,564	EDIF
E3	E1	53	8d	1'	14s	319d	16'	27'	319d16'27"	56,679	-0,659	1,500	1,500	98,551	PAREDE
E3	E1	E4	1d	34'	8s	312d	49'	21'	312d49'21"	57,372	0,621	1,500	1,500	99,831	EST
E3	E1	54	1d	5'	0s	312d	20'	13'	312d20'13"	55,912	0,654	1,500	1,500	99,864	EDIF
E3	E1	55	83d	6'	58s	34d	22'	11'	34d22'11"	5,763	-0,318	1,500	1,500	98,892	TN
E3	E1	56	88d	23'	32s	39d	38'	45'	39d38'45"	9,788	-0,476	1,500	1,500	98,734	TN
rE3	E2	57	3d	26'	40s	230d	15'	45'	230d15'45"	5,567	0,378	1,500	1,500	98,438	CX-DREN
E3	E2	58	357d	31'	16s	224d	20'	21'	224d20'21"	5,572	0,390	1,500	1,500	98,450	CX-DREN
E3	E2	59	356d	56'	42s	223d	45'	47'	223d45'47"	4,995	0,415	1,500	1,500	98,475	CX-DREN
E3	E2	60	3d	26'	58s	230d	16'	3'	230d16'3"	4,977	0,406	1,500	1,500	98,466	CX-DREN
E3	E2	61	3d	33'	46s	230d	22'	51'	230d22'51"	5,151	0,390	1,500	1,500	98,450	CALC
E3	E2	62	2d	17'	4s	229d	6'	9'	229d6'9"	5,570	0,376	1,500	1,500	98,436	CALC
E3	E2	63	9d	53'	30s	236d	42'	35'	236d42'35"	7,312	0,413	1,500	1,500	98,473	EDIF
E3	E2	64	78d	2'	52s	304d	51'	57'	304d51'57"	30,994	0,415	1,500	1,500	98,475	EDIF

Apêndice 1 - Caderneta de campo

E3	E2	65	78d	21'	4s	305d	10'	9'	305d10'9"	32,006	0,346	1,500	1,500	98,406	RAMPA
E3	E2	66	80d	7'	4s	306d	56'	9'	306d56'9"	25,965	0,329	1,500	1,500	98,389	CALC
E3	E2	67	79d	50'	54s	306d	39'	59'	306d39'59"	25,032	0,317	1,500	1,500	98,377	CALC
E3	E2	68	80d	17'	28s	307d	6'	33'	307d6'33"	23,344	0,200	1,500	1,500	98,260	ARV/PNEU
E3	E2	69	86d	41'	44s	313d	30'	49'	313d30'49"	22,980	-0,128	1,500	1,500	97,932	ARV
E3	E2	70	89d	26'	0s	316d	15'	5'	316d15'5"	22,824	-0,230	1,500	1,500	97,830	MUD
E3	E2	71	118d	27'	36s	345d	16'	41'	345d16'41"	25,600	-0,930	1,500	1,500	97,130	PNEY
E3	E2	72	107d	8'	42s	333d	57'	47'	333d57'47"	28,715	-0,794	1,500	1,500	97,266	CALC
E3	E2	73	106d	33'	26s	333d	22'	31'	333d22'31"	29,288	-0,759	1,500	1,500	97,301	CALC
E3	E2	74	103d	41'	8s	330d	30'	13'	330d30'13"	32,605	-0,844	1,500	1,500	97,216	BANCO
E3	E2	75	108d	35'	34s	335d	24'	39'	335d24'39"	33,556	-0,968	1,500	1,500	97,092	BANCO
E3	E2	76	109d	46'	14s	336d	35'	19'	336d35'19"	33,196	-0,919	1,500	1,500	97,141	BANCO
E3	E2	77	112d	3'	52s	338d	52'	57'	338d52'57"	30,504	-0,900	1,500	1,500	97,160	BANCO
E3	E2	78	113d	5'	44s	339d	54'	49'	339d54'49"	29,861	-0,882	1,500	1,500	97,178	BANCO
E3	E2	79	107d	37'	26s	334d	26'	31'	334d26'31"	28,860	-0,780	1,500	1,500	97,280	BANCO
E3	E2	80	105d	5'	58s	331d	55'	3'	331d55'3"	29,042	-0,700	1,500	1,500	97,360	BANCO
E3	E2	81	103d	27'	14s	330d	16'	19'	330d16'19"	31,837	-0,807	1,500	1,500	97,253	BANCO
E3	E2	82	96d	49'	38s	323d	38'	43'	323d38'43"	33,159	-0,749	1,500	1,500	97,311	CERCA
E3	E2	83	81d	24'	46s	308d	13'	51'	308d13'51"	31,671	1,368	1,500	2,500	98,428	CORRIMAO
E3	E2	84	82d	3'	24s	308d	52'	29'	308d52'29"	33,405	1,318	1,500	2,500	98,378	CORRIMAO
E3	E2	85	79d	2'	52s	305d	51'	57'	305d51'57"	33,747	0,319	1,500	1,500	98,379	RAMPA/MURO
E3	E2	86	96d	45'	22s	323d	34'	27'	323d34'27"	19,006	-0,522	1,500	1,500	97,538	TN
E3	E2	87	103d	47'	19s	330d	36'	24'	330d36'24"	9,361	-0,381	1,500	1,500	97,679	TN
E3	E2	88	184d	20'	8s	51d	9'	13'	51d9'13"	2,774	-0,278	1,500	1,500	97,782	TN
E3	E2	89	256d	55'	10s	123d	44'	15'	123d44'15"	9,977	-0,004	1,500	1,500	98,056	TN
E3	E2	90	266d	46'	6s	133d	35'	11'	133d35'11"	19,145	0,125	1,500	1,500	98,185	TN
E3	E2	91	243d	29'	52s	110d	18'	57'	110d18'57"	21,356	-0,259	1,500	1,500	97,801	TN
E3	E2	92	222d	1'	0s	88d	50'	5'	88d50'5"	14,497	-0,481	1,500	1,500	97,579	TN
E3	E2	93	182d	40'	34s	49d	29'	39'	49d29'39"	12,142	-0,571	1,500	1,500	97,489	TN
E3	E2	94	149d	22'	54s	16d	11'	59'	16d11'59"	15,961	-0,772	1,500	1,500	97,288	TN
E3	E2	95	134d	12'	2s	1d	1'	7'	1d1'7"	23,152	-1,075	1,500	1,500	96,985	TN
E3	E2	96	356d	11'	8s	223d	0'	13'	223d0'13"	5,002	0,269	1,500	1,500	98,329	TN
E3	E2	97	298d	2'	32s	164d	51'	37'	164d51'37"	11,488	0,257	1,500	1,500	98,317	TN
E3	E2	98	319d	28'	38s	186d	17'	43'	186d17'43"	15,471	0,445	1,500	1,500	98,505	TN
E3	E2	99	342d	54'	30s	209d	43'	35'	209d43'35"	13,344	0,384	1,500	1,500	98,444	TN

Apêndice 1 - Caderneta de campo

E3	E2	100	1d	15'	0s	228d	4'	5'	228d4'5"	16,688	0,470	1,500	1,500	98,530	PÉ
E3	E2	101	329d	16'	10s	196d	5'	15'	196d5'15"	19,573	0,704	1,500	1,500	98,764	PÉ
E3	E2	102	355d	24'	10s	222d	13'	15'	222d13'15"	19,614	1,500	1,500	1,500	99,560	CRISTA
E3	E2	103	319d	33'	24s	186d	22'	29'	186d22'29"	26,194	1,516	1,500	1,500	99,576	CRISTA
E3	E2	104	313d	4'	18s	179d	53'	23'	179d53'23"	23,375	0,965	1,500	1,500	99,025	TN
E3	E2	105	309d	22'	30s	176d	11'	35'	176d11'35"	23,838	0,930	1,500	1,500	98,990	TN
E3	E2	106	303d	10'	50s	169d	59'	55'	169d59'55"	22,642	0,833	1,500	1,500	98,893	TN
E3	E2	107	301d	20'	48s	168d	9'	53'	168d9'53"	21,135	0,777	1,500	1,500	98,837	TN
E3	E2	108	303d	35'	24s	170d	24'	29'	170d24'29"	19,011	0,728	1,500	1,500	98,788	TN
E3	E2	109	309d	24'	58s	176d	14'	3'	176d14'3"	18,542	0,687	1,500	1,500	98,747	TN
E3	E2	110	312d	8'	40s	178d	57'	45'	178d57'45"	20,070	0,773	1,500	1,500	98,833	TN
E3	E2	111	312d	33'	34s	179d	22'	39'	179d22'39"	21,419	0,806	1,500	1,500	98,866	TN
E3	E2	112	311d	13'	58s	178d	3'	3'	178d3'3"	22,634	1,188	1,500	1,500	99,248	PNT ALTO
E3	E2	113	306d	17'	16s	173d	6'	21'	173d6'21"	21,097	1,295	1,500	1,500	99,355	PNT ALTO
E3	E2	E5	131d	35'	30s	358d	24'	35'	358d24'35"	61,661	-1,585	1,500	1,640	96,335	EST
rE2	E5	114	36d	42'	14s	215d	6'	49'	215d6'49"	61,448	2,028	1,540	1,500	98,403	MURO/CANA
E2	E5	115	38d	29'	30s	216d	54'	5'	216d54'5"	59,012	1,756	1,540	1,500	98,131	GUIA
E2	E5	116	37d	29'	58s	215d	54'	33'	215d54'33"	57,371	1,840	1,540	1,500	98,215	POSTE
E2	E5	117	47d	7'	20s	225d	31'	55'	225d31'55"	52,895	1,439	1,540	1,500	97,814	GUIA
E2	E5	118	49d	32'	32s	227d	57'	7'	227d57'7"	52,237	1,633	1,540	1,500	98,008	ALINH
E2	E5	119	35d	12'	36s	213d	37'	11'	213d37'11"	47,838	1,442	1,540	1,500	97,817	ARV
E2	E5	120	31d	42'	0s	210d	6'	35'	210d6'35"	44,573	1,305	1,540	1,500	97,680	PORTAO
E2	E5	121	31d	20'	58s	209d	45'	33'	209d45'33"	43,719	1,259	1,540	1,500	97,634	PORTAO
E2	E5	122	29d	26'	36s	207d	51'	11'	207d51'11"	39,615	1,104	1,540	1,500	97,479	MURO/CANA
E2	E5	123	31d	16'	16s	209d	40'	51'	209d40'51"	37,347	0,919	1,540	1,500	97,294	GUIA/CANA
E2	E5	124	27d	30'	50s	205d	55'	25'	205d55'25"	32,026	0,755	1,540	1,500	97,130	ARV
E2	E5	125	18d	47'	0s	197d	11'	35'	197d11'35"	23,228	0,304	1,540	1,500	96,679	POSTE
E2	E5	126	19d	56'	34s	198d	21'	9'	198d21'9"	22,942	0,150	1,540	1,500	96,525	GUIA
E2	E5	127	15d	18'	34s	193d	43'	9'	193d43'9"	21,245	0,121	1,540	1,500	96,496	GUIA
E2	E5	128	7d	29'	52s	185d	54'	27'	185d54'27"	20,783	0,035	1,540	1,500	96,410	GUIA
E2	E5	129	0d	21'	54s	178d	46'	29'	178d46'29"	21,315	0,005	1,540	1,500	96,380	GUIA
E2	E5	130	356d	0'	34s	174d	25'	9'	174d25'9"	22,392	-0,031	1,540	1,500	96,344	GUIA/RAMPA
E2	E5	131	350d	18'	44s	168d	43'	19'	168d43'19"	25,736	0,008	1,540	1,500	96,383	GUIA/RAMPA
E2	E5	132	15d	17'	28s	193d	42'	3'	193d42'3"	24,139	0,321	1,540	1,500	96,696	MURO/ABERTRA
E2	E5	133	357d	8'	22s	175d	32'	57'	175d32'57"	27,832	0,296	1,540	1,500	96,671	MURO/ABER

Apêndice 1 - Caderneta de campo

E2	E5	134	50d	0'	32s	228d	25'	7'	228d25'7"	15,376	0,288	1,540	1,500	96,663	ALINH
E2	E5	135	63d	8'	22s	241d	32'	57'	241d32'57"	12,155	-0,013	1,540	1,500	96,362	ALINH
E2	E5	136	60d	38'	0s	239d	2'	35'	239d2'35"	9,387	-0,356	1,540	1,500	96,019	GUIA
E2	E5	137	50d	14'	56s	228d	39'	31'	228d39'31"	9,691	-0,291	1,540	1,500	96,084	GUIA
E2	E5	138	42d	53'	32s	221d	18'	7'	221d18'7"	10,881	-0,189	1,540	1,500	96,186	GUIA
E2	E5	139	39d	57'	28s	218d	22'	3'	218d22'3"	12,156	-0,095	1,540	1,500	96,280	GUIA
E2	E5	140	40d	34'	0s	218d	58'	35'	218d58'35"	13,938	-0,037	1,540	1,500	96,338	GUIA
E2	E5	141	118d	16'	32s	296d	41'	7'	296d41'7"	4,290	-0,600	1,540	1,500	95,775	GUIA
E2	E5	142	63d	2'	0s	241d	26'	35'	241d26'35"	2,137	-0,488	1,540	1,500	95,887	GUIA
E2	E5	143	332d	14'	52s	150d	39'	27'	150d39'27"	31,375	-0,113	1,540	1,500	96,262	GUIA
E2	E5	144	331d	46'	2s	150d	10'	37'	150d10'37"	36,000	-0,044	1,540	1,500	96,331	GUIA
E2	E5	145	348d	36'	50s	167d	1'	25'	167d1'25"	30,172	0,224	1,540	1,500	96,599	ARV
E2	E5	146	348d	12'	22s	166d	36'	57'	166d36'57"	34,961	0,239	1,540	1,500	96,614	POSTE
E2	E5	147	345d	41'	50s	164d	6'	25'	164d6'25"	36,921	0,337	1,540	1,500	96,712	MUDA
E2	E5	148	344d	2'	56s	162d	27'	31'	162d27'31"	39,380	0,434	1,540	1,500	96,809	ARV
E2	E5	149	343d	3'	18s	161d	27'	53'	161d27'53"	42,039	0,415	1,540	1,500	96,790	ARV
E2	E5	150	341d	43'	24s	160d	7'	59'	160d7'59"	45,282	0,513	1,540	1,500	96,888	ARV
E2	E5	151	340d	39'	18s	159d	3'	53'	159d3'53"	50,388	0,641	1,540	1,500	97,016	ARV
E2	E5	152	339d	44'	56s	158d	9'	31'	158d9'31"	48,816	0,438	1,540	1,500	96,813	GUI
E2	E5	E6	326d	59'	38s	145d	24'	13'	145d24'13"	86,200	1,257	1,540	1,670	97,462	EST
rE5	E6	153	339d	48'	46s	305d	12'	59'	305d12'59"	34,026	-0,534	1,640	1,500	97,068	ARV
E5	E6	154	329d	3'	34s	294d	27'	47'	294d27'47"	23,805	-0,301	1,640	1,500	97,301	ARV
E5	E6	155	325d	43'	50s	291d	8'	3'	291d8'3"	23,905	-0,262	1,640	1,500	97,340	POSTE
E5	E6	156	321d	18'	46s	286d	42'	59'	286d42'59"	19,900	-0,219	1,640	1,500	97,383	ARV
E5	E6	157	324d	32'	4s	289d	56'	17'	289d56'17"	19,517	-0,359	1,640	1,500	97,243	GUIA
E5	E6	158	313d	59'	40s	279d	23'	53'	279d23'53"	17,455	-0,240	1,640	1,500	97,362	GUIA
E5	E6	159	302d	4'	30s	267d	28'	43'	267d28'43"	17,566	-0,124	1,640	1,500	97,478	GUIA
E5	E6	160	295d	0'	8s	260d	24'	21'	260d24'21"	18,645	-0,002	1,640	1,500	97,600	GUIA
E5	E6	161	289d	23'	24s	254d	47'	37'	254d47'37"	21,189	0,135	1,640	1,500	97,737	GUIA
E5	E6	162	263d	17'	46s	228d	41'	59'	228d41'59"	18,881	0,195	1,640	1,500	97,797	GUIA
E5	E6	163	261d	22'	34s	226d	46'	47'	226d46'47"	16,378	0,098	1,640	1,500	97,700	GUIA
E5	E6	164	253d	45'	48s	219d	10'	1'	219d10'1"	14,783	-0,008	1,640	1,500	97,594	GUIA
E5	E6	165	234d	56'	18s	200d	20'	31'	200d20'31"	5,313	-0,223	1,640	1,500	97,379	GUIA
E5	E6	166	313d	3'	20s	278d	27'	33'	278d27'33"	20,898	-0,128	1,640	1,500	97,474	MURO
E5	E6	167	296d	13'	20s	261d	37'	33'	261d37'33"	21,191	0,230	1,640	1,500	97,832	MURO

Apêndice 1 - Caderneta de campo

E5	E6	168	285d	20'	32s	250d	44'	45'	250d44'45"	26,743	0,521	1,640	1,500	98,123	ARV
E5	E6	169	279d	38'	8s	245d	2'	21'	245d2'21"	34,851	1,015	1,640	1,500	98,617	ARV
E5	E6	170	276d	14'	22s	241d	38'	35'	241d38'35"	43,210	1,296	1,640	1,500	98,898	ARV
E5	E6	171	273d	42'	30s	239d	6'	43'	239d6'43"	52,149	1,773	1,640	1,500	99,375	ARV
E5	E6	172	274d	24'	26s	239d	48'	39'	239d48'39"	56,701	1,868	1,640	1,500	99,470	MURO
E5	E6	173	272d	13'	24s	237d	37'	37'	237d37'37"	56,040	1,700	1,640	1,500	99,302	GUIA
E5	E6	174	262d	41'	58s	228d	6'	11'	228d6'11"	53,744	1,693	1,640	1,500	99,295	GUIA
E5	E6	175	261d	55'	30s	227d	19'	43'	227d19'43"	53,634	1,842	1,640	1,500	99,444	POSTE
E5	E6	176	260d	19'	10s	225d	43'	23'	225d43'23"	53,416	1,937	1,640	1,500	99,539	ALINH
E5	E6	177	260d	56'	30s	226d	20'	43'	226d20'43"	38,532	1,308	1,640	1,500	98,910	ARV
E5	E6	178	255d	27'	50s	220d	52'	3'	220d52'3"	17,320	0,232	1,640	1,500	97,834	ALINHA
E5	E6	179	260d	4'	22s	225d	28'	35'	225d28'35"	19,579	0,354	1,640	1,500	97,956	POSTE
rE1	E4	180	356d	1'	30s	128d	50'	51'	128d50'51"	18,230	-0,645	1,500	1,500	99,186	ARV
E1	E4	181	352d	27'	8s	125d	16'	29'	125d16'29"	14,116	-0,748	1,500	1,500	99,083	ARV
E1	E4	182	347d	23'	22s	120d	12'	43'	120d12'43"	8,970	-0,533	1,500	1,500	99,298	ARV
E1	E4	183	321d	18'	58s	94d	8'	19'	94d8'19"	2,908	-0,014	1,500	1,500	99,817	ESCADA
E1	E4	184	285d	43'	14s	58d	32'	35'	58d32'35"	2,076	-0,048	1,500	1,500	99,783	ESCADA/RAMP
E1	E4	185	85d	10'	44s	218d	0'	5'	218d0'5"	21,614	0,169	1,500	1,500	100,000	PATIO
E1	E4	186	243d	9'	0s	15d	58'	21'	15d58'21"	2,452	-0,068	1,500	1,500	99,763	MURO/CALC
E1	E4	187	270d	36'	10s	43d	25'	31'	43d25'31"	15,986	-1,392	1,500	1,500	98,439	CORRIMAO
E1	E4	188	276d	58'	24s	49d	47'	45'	49d47'45"	15,979	-1,348	1,500	1,500	98,483	CORRIMAO
E1	E4	189	272d	45'	34s	45d	34'	55'	45d34'55"	20,289	-1,932	1,500	1,500	97,899	PORTA BAND
E1	E4	190	274d	38'	6s	47d	27'	27'	47d27'27"	20,306	-1,934	1,500	1,500	97,897	PORTA BAND
E1	E4	191	274d	43'	0s	47d	32'	21'	47d32'21"	22,744	-2,051	1,500	1,500	97,780	PORTA BAND
E1	E4	192	272d	57'	50s	45d	47'	11'	45d47'11"	22,763	-2,104	1,500	1,500	97,727	PORTA BAND
E1	E4	193	280d	1'	2s	52d	50'	23'	52d50'23"	18,726	-1,731	1,500	1,500	98,100	TN
E1	E4	194	85d	18'	0s	218d	7'	21'	218d7'21"	8,264	0,148	1,500	1,500	99,979	EDIF

