

Faculdade de Engenharia
da Universidade do Porto

Relatorio do Estacio

de

Topografia

Realizado

na

Camara Municipal do Porto

Visto
 11/11/1933
 6º semestre 1933
 Registo e examens 1º An
 Prof. Martins Edges e Prof. B...
 14/11/1932

Visto

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FACULDADE DE ENGENHARIA

Guia passada em 25/4/1932 Ofº
 Relat. apresent. em 11/8/1932
 Regº Nº 279
 153º Horº
 PL
 23B 11
 N.º 17430

Relatorio do Estagio

De

Topografia

Realizado

Na

Camara Municipal do Porto

Classificad
 Com aproveitamento (15)
 27/maio 1933

Francisco Xavier Alves Portela

Introdução

No cumprimento das prescrições regulamentares a que somos obrigados, apresentamos hoje o relatório do nosso 3º e último estágio.

Fizemos incidir a escolha deste estágio na cadeira de Topografia e Geodésia com o fim de preencher uma lacuna existente na nossa frequência, pois que os trabalhos práticos pode dizer-se que não existiram.

Esta missão foi realizada nos serviços da Cante da Cidade do Porto, onde fui gentilmente recebido pelo Ilustre Engenheiro Chefe Sur. António Bousfim Barreiros e que me apresentou ao Ex.^{mo} Sur. Monteiro de Andrade, Engenheiro Chefe da 3ª Repartição Técnica da Camara Muni-

capital do Porto.

Ente, Engenheiros, animo como o Eng.^o Nascimento, mostraram estar animados da melhor das vontades para me auxiliar no que precisasse e tendo a amabilidade de por à minhas disposições tudo o que existia na 3.^a Repartição e que eu desejasse consultar.

Cumpro-me pois, antes de iniciar este relatório, patentear aqui o meu profundo reconhecimento e gratidão aos Ex.^{mos} Srs. Eng.^{nos} Bonfim Barreiros, Nascimento e Abaete de Andrade e ao restante Pessoal daquelles serviços pela amabilidade com que sempre me trataram e atenderam as minhas inúmeras importunidades, durante a frequência deste estágio, e a quem deus o promito retribuir.

Porto, 29 de Outubro de 1932

Franc.^o Xavier Alves Cortez

Organização dos Serviços

- Pessoal -

Pelo projecto de orçamento para 1926 ficou este assim constituído:

Direcção dos Trabalhos — 1 Engenheiro Civil

Trabalho de campo — 1 Engenheiro-auxiliar

3 brigadas de detalhes sendo

cada uma composta por 1

Topógrafo, 1 trabalhador e um rapaz;

1 brigada de medição composta por 1 medidor, 1 trabalhador e um rapaz;

Trabalho de gabinete — 1 Engenheiro-auxiliar

1 Topógrafo desenhador

1 arrastameiro desenhador

2 desenhadores com algumas habilitações de topógrafo

2 calculadores auxiliares

1 urucuto.

- Material -

Taquimetro Kern (modelo nº 202)

Diametros dos limbos, horizontal e vertical 12^m e 10^m . Aproximações dos nonios 1 centigrado um heritacao. Abertura da objectiva 24^m . Amplificação do oculo 24. Razão entadimetrica $1/50$. Tripe muito utavel. Estado de nova. Pertence ao gabinete de Topografia da Universidade do Porto.

Taquimetro Cleps (modelo medio nº 34875)

Diametros dos limbos, horizontal e vertical 85^m . Leituras a microscopias com tres fios, dando um fio o centigrado por estimativa. Abertura da objectiva 38^m . Duas oculares dando amplificações de 25 e 35.

Entadia com 5 fios para as razões entadimetricas $1/50$ e $1/100$ e ocular com movimento transversal. Tripe tipo ingles pouco utavel. Foi adquirido para estes serviços.

Taquimetro Otto Fennel (modelo I.I.M. v.L. nº 18668)

Diametro do limbo horizontal 13^m , leitura a microscopias dando o meio centigrado. Dia

metro do limbo vertical 10^{cm}, leitura a microscópio com um fio dando o centígrado por alternativa. Abertura da objetiva 30^{mm}. Amplificação do ocular 22. Razão estereométrica 1/100. Foi adquirido para estes serviços.

Micrô de balha independente da casa H. Morin. Sensibilidade da balha 23" para 2^{mm} de desvio. Abertura da objetiva 41^{mm}. Razão estereométrica 1/103. Pertence ao gabinete da Faculdade de Engenharia.

Micrô de balha reunimel (modelo N.E.I. n.º 12124 da casa Otto Fennel) sensibilidade da balha 30" para 2^{mm} de desvio. Abertura da objetiva 28^{mm}. Amplificação do ocular 25.

A este micrô por não possuir brimula foi adaptada uma afim de poder ser utilizado no método adoptado nestes serviços.

Dois micrôis J'Égault com brimula

Sensibilidade da balha 30" para 2^{mm} de desvio. Aberturas das objetivas 33 e 37^{mm}. Amplificação 25.

Fios de aço de 20 e 10 metros

Estes fios são constituídos por um bar

das de $1\frac{1}{2}$ m de diametro, a que foram rotadas de 5 em 5 metros pequenos cilindros de folha que o envolvem e aonde, à linha, se fixaram umas ranhuras que determinam as comprimentos exatos de 6 metros.

As fitas são quadradas e applicadas a uma tensão de 5 kg. Duas fichas chumbadas, uma de 1,00 m. e outra de 1,80 m., um jogo de fichas vulgares e um dinamometro, constituem com aquelles fixas e com uma fita de aço, para medir as fracções o material da medição das ladas das poligonais.

Padrão dos comprimentos

Foi estabelecido com a fita de aço da medição da base um padrão sobre o muro de suporte do jardim do edificio da Camara. Este padrão é constituido por quatro chapas circulares de latão chumbadas no granito numa mesma linha horizontal, em que traços de referencia determinam as distancias de 5, 10, 15 e 20 metros.

Fitas de pau com fio metálico

Tem-se umado destas fitas na medida

de detalhes tendo o inconveniente de se distenderem com o uso. Tem preço e fácil manejo justificam o não serem substituídas por fitas de aço.

Fitas de aço.

Panham estas urneiras varias fitas de aço para medidas de precisão.

Esquadros de reflexão.

Existem 3 utilizados nas urneiras de detalhes.

Pantometros.

Existe um do tipo corrente.

Pranchetas.

Duas pranchetas tem sido utilizadas nestas urneiras, com duas alidades, uma de pinulas e outra de olho.

A primeira só é utilizada em terrenos pouco acidentados. A segunda tem um dispositivo especial que permite tornar o plano de estimação da luneta vertical independentemente dum desvio da prancheta, o que a torna propria para levantamento em terrenos acidentados.

Este dispositivo foi-lhe adaptado nestas urneiras por se ter verificado a impos-

habilidade de obter resultados precisos em terrenos acidentados com a alidade corrente.

Planimetria

Triangulação

Poligonação

Detalhes

Triangulação — Quando em 1823 foram criados os serviços da Carta da Cidade, já havia uma triangulação estabelecida pelos serviços geodésicos e sobre a qual assentou o levantamento da cidade do Porto, feito à prancheta pelo general Felix Ferreira. Como, porém, esta triangulação apresentasse erros consideráveis, em 1830 foram comprimentados de 250 metros e um erro superior a 500 metros nos elementos que determinavam o ponto trigonométrico

da Igreja do Bonfim, as actuaes servios, estabeleceram uma outra triangulação completamente independente da geodésica.

Foi estabelecida uma cadeia de triângulos que atravessa a cidade na direcção E.O. e que termina nos seus extremos por duas bases.

Esta cadeia apóiam-se outros triângulos que se estendem a toda a cidade constituindo a triangulação principal.

Todas as vertices da cadeia principal foram ocupadas e construídas marcos em betão nos vértices que não eram sinalizados por qualquer referência com caracter de duração.

Nos triângulos apoiados na cadeia nem todas as vertices foram ocupadas.

Para efeito das necessidades da poligonização, foi estabelecida sobre a triangulação principal uma outra de ordem inferior - a triangulação subsidiária.

Cadeia principal

Medição das bases — Estas bases, uma

situada entre Matosinhos e Castelo do Guizo e entre Portelinha e Portelinha A, foram medidas e contra-medidas à fita de aço de 20^m. As cabeças das estacas foram niveladas e contra-niveladas para a redução dos comprimentos à horizontal.

Medição dos ângulos — Adoptou-se o método de reiteração e empregou-se o teodolito Troughton. Foram feitas duas reiterações com o ocular direito e movimento azimutal no sentido da graduação e outras duas com o ocular invertido e movimento em sentido oposto, em quatro posições orientadas do prato inferior.

Medição dos azimutes — Os azimutes foram determinados pela observação da Polar com auxílio da hora média tendo sido empregado o teodolito Troughton. Em cada determinação fizeram-se 10 reiterações em 8 posições do prato inferior.

Triangulação principal
Esta triangulação, como já foi dito, apor-

se na cadeia principal e estende-se sobre toda a cidade. Nem todos os verticeis foram ocupados mas se fechando por uns alguns triangulos. No calculo destes triangulos fraccionou-se a rede em pequenas cadeias apoiadas em dois lados da cadeia principal. As medidas foram feitas em unidades que na cadeia chegando o erro de fecho da soma dos angulos dos triangulos a atingir 14".

De resto, procedem-se do mesmo modo.

Triangulação subsidiária

Apoiando-se na triangulação principal, estende-se a toda a cidade unindo as localidades da poligonização. Na medição dos angulos fizeram-se 4 reitificações em 4 posições azimutais do prato inferior com inversões do eixo e giro em sentido contrários. As discordancias relativas à média não foram além de 5 mm e as triangulos fecharam com um desvio maximo de 6 mm. A densidade das fronteiras subsidiárias é dependente das localidades da poligonização e de maior ou menor difficul-

dade na medição dos comprimentos.

Poligonação

Depois de feita a triangulação subdivisória, segue-se o lançamento das poligonais que constituem a base do levantamento de detalhes. Há a considerar as poligonais principais e as poligonais secundárias.

As primeiras são estabelecidas entre as fronteiras trianguladas ou entre um nodo e outro, introduzindo-se por nodo, o ponto de encontro de duas ou mais poligonais principais.

As segundas assestam-se na rede constituida pelas primeiras.

Tolerancias admissiveis no fecho das poligonais — Para se verificar no erro de fecho encontrado nas poligonais é uma não admissivel, utilizam-se as instruções do levantamento cadastral da França, construindo uma ellipse cujo centro é o vertice de ligação da polygonal e em que o eixo maior tem a direcção media da

poligonal sendo as comprimentos das
cixos dadas pelas formulas que adiante
reproduzo.

Em seguida implanta-se o ponto
cuja coordenada são as devias, mesu-
radas na abscissa e ordenada.

Há dois casos a considerar quando o
terreno permite medições com exati-
dão ou não; é ao que se refere o mi-
nimo e maximo de tolerancia.

Poligonais principais

Em comprimento

$$\text{Minimo} \dots T = 0.004\sqrt{l} + 0.00036l + 0.05$$

$$\text{Maximo} \dots T = 0.01\sqrt{l} + 0.0004l + 0.06$$

Em direção

$$\text{Minimo} \dots T = 0.0002l + 0.05$$

$$\text{Maximo} \dots T = 0.00038l + 0.05$$

Poligonais secundárias

Em comprimento

$$\text{Minimo} \dots T = 0.004\sqrt{l} + 0.00036l + 0.05$$

$$\text{Maximo} \dots T = 0.01\sqrt{l} + 0.0004l + 0.05$$

Em direção

$$\text{Minimo} \dots T = 0.00035l + 0.05$$

$$\text{Maximo} \dots T = 0.00065l + 0.05$$

Detalhes

O levantamento dos detalhes determina as acidentos e características mais importantes do terreno, como rios, ruas, jardins, praças, habitações, etc.

Os detalhes ligam-se às poligonais existentes.

Os métodos empregados são os seguintes:

levantamentos à prancheta

levantamentos por coordenadas

levantamentos por alinhamentos

levantamentos a taqueometria

O primeiro método é empregado no levantamento de prédios irregulares, o segundo no levantamento de ruas, o terceiro no de prédios regulares e o quarto no de detalhes mal definidos ou de pouca importância como rios, caminhos mal delimitados, linhas de água, muros, poços, lagos, etc.

Os comprimentos são medidos à fita

de pauco, excepto as lidas de poligonais que se tenham de estabelecer ou as grandes alinhamentos que são medidos à fita de aço. As fitas de pauco são comparadas no fim da semana com o padrão ou fita de aço e como se distendens um pou, é o extremo pintado a preto para se poderem fazer com exactidão as medições acumuladas.

Altimetria

Nivelamento de precisão

Nivelamento secundário

Nivelamento taqueométrico

Nivelamento de precisão — Este nivelamento tem por objecto fazer a determinação, com o maior rigor possível, das cotas de determinados pontos da cidade. As cotas são referidas ao nível médio do mar tendo-se tomado para ponto de partida o Altimetro da Cantabrica cuja cota já estava determinada.

pelos serviços Geodésicos do País.

Foi estabelecida para este nivelamento uma rede de malhas completamente independente da rede planimétrica já estabelecida.

Este nivelamento foi feito com o nível albarim, tendo-se empregado a principio o Otto-Fennel e o d'Egnalt.

A principio tomaram-se para vértices das poligonais altimétricas, pedras entalhadas com uma prego, sobre cuja cabeça se rentava a mira. Adoptaram-se depois pedras bem firmes como calizas, rios ou faixas que constituiriam as marcas de nivelamento.

As miras são colocadas a iguais distancias do aparelho com um erro inferior a 3^{ms}. Feg-se o nivelamento e contra-nivelamento passando pelas mesmas paradas mas permutando as miras. As discordancias não devem ser superiores a 3^{ms} entre dois pontos consecutivos. Este nivelamento foi feito com tal precisão que entre as miras niveladas as diferenças quilométricas

foram sempre inferiores a 5th e as malhas fecharam com uma erro inferior a 3th por quilometro.

A compensação do nivelamento, faze-se à medida que se estabelecem as malhas, e como as correções tem sido muito pequenas não tem havido accumulações de erros que abrigam a uma compensação de conjunto.

Nivelamento secundário — Este nivelamento assenta sobre o de precisão e tem por fim fazer o nivelamento de todos os armaramentos, estendendo a toda a cidade uma rede, onde as ventura o nivelamento topométrico.

É efectuado este nivelamento num só sentido, com uma só mira e com a leitura dos 3 fios das retículas sem imersão do olho, centrando a bolha.

Para as discordancias entre as novas poligonais e as já calculadas, não foi estabelecido um limite preciso,

em virtude de haver necessidade de aproximar o pessoal em más condições atmosféricas, prejudicando o nivelamento, devido a tender-se, em compensação, a que não há acumulação de erros, visto tratar-se de nivelamento secundário.

Além disso existem zonas muito acidentadas onde o erro por lençimento pode ser relativamente grande, mas desprezível, atendendo à diferença de nível exigida.

Nivelamento taqueométrico — Nas terrenos arborizados, de cultura, etc. cujos detalhes são levantados a taqueometria, o nivelamento é logo feito por este instrumento e ligado aos pontos do nivelamento a nível.

No capítulo seguinte, falarei mais detalhadamente sobre este assunto.

Taqueometria

Levantamento taqueométrico — Permite obter as cotas relativas dos pontos levantados e as absolutas desde que se ligue o levantamento a um ponto de cota conhecida. O estabelecimento das poligonais deve ser feito com todo o rigor e as cotas devem anotar na rede de poligonais medidas a teodolito e fita de aço, tendo a origem e a terminação em dois vértices desta rede de modo a poder-se determinar o fecho dos angulos.

O comprimento dos lados das poligonais deve ser o maior possível, dentro dos limites de precisão da leitura das fios.

O método empregado no cálculo destas poligonais é análogo ao empregado no cálculo das medidas a teodolito e fita de aço.