



APLICAÇÃO DA TOPOGRAFIA NA ENGENHARIA CIVIL

Hévellin Cristina da Silva

Graduanda em Engenharia Civil:

Universidade de Araraquara – UNIARA, Araraquara-SP, h.evellin@hotmail.com

Orientador: Jorge Miguel Nucci

Engenheiro Agrimensor, especialista em Educação Ambiental:

Universidade de Araraquara – UNIARA, Araraquara-SP, fnucci@ufscar.br

Resumo

O presente artigo tem por finalidade apresentar de forma sucinta e compreensível as principais aplicações da Topografia no campo da Engenharia Civil e busca demonstrá-la como base para a construção civil. Neste, elucida-se os primaciais, dentre os diversos métodos topográficos, imprescindíveis para a elaboração de qualquer projeto, aos essenciais levantamentos para a locação de obras.

Palavras-chave: Levantamentos. Distâncias. Medidas.

APPLICATION OF TOPOGRAPHY IN CIVIL ENGINEERING

Abstract

The purpose of this article is to present in a succinct and comprehensible way the main applications of Topography in the field of Civil Engineering and seek to demonstrate it as a basis for civil construction. In this, elucidate the primatial, among the several, topographic methods, essential for the elaboration of any project, the essential surveys for the lease of works.

Key-words: Topography. Surveys. Distances. Measures.

1 INTRODUÇÃO

O termo Topografia provém do grego, “topos”, que significa lugar/região e “grapho”, que significa descrever, portanto, Topografia quer dizer “descrição de um lugar”. Sendo bastante fiel à origem do seu nome, Topografia é a ciência que estuda os acidentes geográficos e define a situação e localização destes na Terra (LOCH, CORDINI, 2000, p 35).

Em todas as áreas da Engenharia Civil insere-se a Topografia e é através dela que conhecemos as dimensões originais e reais de todo e qualquer terreno. As plantas de curva de nível, por exemplo, imprescindíveis para a elaboração dos mais diversos tipos de projetos, são obtidas pela Topografia.

O intuito de fazer da Engenharia Civil em fazer uso da Topografia é garantir a elaboração de um plano de construção eficaz e seguro.

Dissertar sobre esta ciência tem por objetivo pontuar a necessidade de representar graficamente, em proporções reduzidas e de forma detalhada, uma parte da superfície terrestre em um plano. Ou seja, parte da premissa de obter-se a descrição exata de um lugar e presumir todos os acidentes que cercam uma área, sejam eles naturais (desníveis térreos, lagos, rios, vales e outros), ou artificiais, (casas, estradas, pontes e etc.), com o propósito final de realizar obras dos mais vastos padrões.

Ademais, a ciência topográfica, principalmente quando aplicada à Engenharia Civil, como proposto no presente, tem impactos diretos na sociedade, uma vez que é responsável por caracterizar também as imperfeições de terrenos onde serão construídas redes de água e esgoto, barragens, rodovias e afins. Assim sendo, o mau levantamento topográfico pode gerar, também, danos à população em volta as áreas construídas.

Se não a mais, a Topografia é uma das ciências que mais impactam, de forma geral, o curso da construção civil e por este motivo, faz-se tão importante, pois, dita e caracteriza a construção e delimitações urbanas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Genericamente, a Topografia tem por objetivo a obtenção da planta topográfica, no entanto, para tal, são necessárias as medidas de distâncias e ângulos e a determinação das coordenadas topográficas pertinentes aos eixos x e y e por fim, a adoção de um sistema de projeção. É a partir desse conceito que se determina e representa o contorno, a dimensão e a posição relativa da superfície terrestre e todo o detalhamento necessário (LOCH, 2007).

O conhecimento minucioso de um terreno, tanto na fase do projeto, como na sua execução converte-se como base de qualquer projeto e obra de Engenharia Civil. A execução de obras viárias à sistemas de água e saneamento, planejamento urbanístico e paisagístico, entre tantos outros, se desenvolvimento a partir deste preceito. É na Topografia que se encontram os métodos e os instrumentos que

permitem esse conhecimento e asseguram uma correta implantação da obra (BORGES, 1977).

A extensão da região a ser expressa, delimita o campo topográfico, ou seja, abstraindo-se a curvatura da Terra, é necessário a adoção de valores aceitáveis para os erros, que devem ser compatíveis com a precisão exigida à mencionada expressão. Porém, as dimensões da Terra (raio médio de aproximadamente 6.370 km) são desproporcionais à extensão dos levantamentos topográficos comuns (cerca de 20 km) (LOCH, 2007). Por este motivo, respeitando os limites exigidos e adotando medidas especiais, é permitido desconsiderar os erros provindos da curvatura do geóide, que nada mais é que a forma real da Terra.

No entanto, muitas vezes a Topografia é confundida com a Geodésia. Enquanto a Topografia tem por finalidade mapear uma pequena porção de superfície (área com raio de até 30 quilômetros), a Geodésia tem por finalidade mapear grandes porções desta mesma superfície, levando em consideração as deformações devido à sua esfericidade (BORGES, 1977). Em Topografia e Geodésia os parâmetros essenciais são os ângulos e as distâncias. Qualquer determinação geométrica é obtida a partir destas duas informações. (VEIGA, ZANETTI e FAGGION, 2012)

No desenvolvimento do estudo da Geodésia, se considera o elipsoide de revolução como superfície de referência, com parâmetros a e b (semi-eixo maior e semi-eixo menor, respectivamente), numericamente determinados. A Geodésia determina com precisão malhas triangulares justapostas à do elipsoide de revolução terrestre determinando as coordenadas de seus vértices (McCORMAC, 2004; CARVALHO FILHO, 2009).

3 DESENVOLVIMENTO

Na Engenharia Civil, a utilização da Topografia, além de delimitar a construção que será realizada, o conhecimento com alta precisão da área a ser trabalhada é fundamental para que se possa elaborar o anteprojeto e após, a locação do projeto em si, uma vez que, somente o levantamento topográfico é capaz de fornecer valores de distâncias e ângulos horizontais e verticais com exatidão, que possibilita caracterizar imperfeições ou planicidade do terreno em que será inserida a construção. Para tal, é necessário conhecer suas divisões, os instrumentos e os métodos utilizados.

Divisão da Topografia

A Topografia divide-se em: Levantamento Topográfico, que representa as características da superfície de um terreno, bem como as dimensões dos lotes e é responsável por fornecer dados confiáveis para que, ao interpretados e manipulados, possam contribuir com os projetos arquitetônico e de implantação. Para Brandalize (2008), o levantamento topográfico também pode ser entendido como o conjunto de operações com a finalidade de determinar a posição relativa de pontos na superfície terrestre. As determinações são obtidas por meio de medidas de ângulos e distâncias, ligando pontos descritores dos objetos a serem

representados com posterior processamento em modelo matemático adequado. Estes, geralmente, são apresentados por meio de desenhos de curvas de nível e perfis.

Os Levantamentos Topográficos, ainda, são subdivididos em: Levantamentos Planimétricos, que são adquiridos em campo e determinam as projeções horizontais, ou seja, nas coordenadas X dos pontos do terreno; Levantamentos Altimétricos, que determinam as alturas no relevo do solo e estudam os procedimentos de distâncias verticais (coordenadas Y) e, ou diferenças de nível e ângulos verticais e unificando as subdivisões antecedentes existem os Levantamentos Planialtimétricos, que determinam os pontos do terreno nas projeções horizontais e verticais.

Limites da Topografia

Supõe-se que a Terra é um plano, para os cálculos topográficos, no entanto, esta é um elipsoide achatado. Pode-se, porém, afirmar que em distâncias pequenas, os valores medidos sobre uma superfície esférica, resultarão em medidas iguais aquelas sobre um plano. Quando as distâncias forem maiores, para evitar-se um erro exagerado, a Topografia já não é suficiente, nesses casos, se utiliza os métodos geodésicos.

Para W. Jordan, o limite para se considerar uma superfície terrestre como plana é de 55 km², bastante grande para um trabalho de precisão.

Escalas

Para a realização de um produto topográfico, seja ele mapa (representação plana de grandes áreas em pequenas escalas), carta (representação em escala média de áreas tomadas da superfície de um corpo celeste) ou planta (representação em grande escala de áreas pequenas, em que se pode desconsiderar a curvatura da Terra), utiliza-se da redução gráfica, a chamada escala, já que um desenho feito em verdadeira grandeza torna-se demasiadamente inviável.

A escala resume-se na relação das dimensões gráficas (d), sobre as dimensões reais (D), e sabe-se que quanto maior o denominador, ou seja, quanto maior a dimensão real do terreno, menor será a escala.

Instrumentos utilizados pela Topografia

Segundo VEIGA, ZANETTI e FAGGION (2012), a evolução da microeletrônica, principalmente após a Segunda Guerra Mundial, atingiu também a topografia, uma vez que tornou a participação do operador na obtenção dos dados em campo menos complicada, já que os equipamentos utilizados na determinação das grandezas foram modernizados.

Atualmente, o instrumento mais utilizado é a Estações Total, que em suma, é construída por um Teodolito Eletrônico e um instrumento de precisão óptica. O Nível

é também bastante utilizado ainda principalmente em levantamentos topográficos altimétricos principais, pelo método do nivelamento geométrico, sendo um instrumento similar ao teodolito

Antes da modernização dos equipamentos, era comum usar o Teodolito, que é um instrumento óptico de precisão que lê ângulos horizontais do tipo goniométrico e ângulos verticais e permite fazer levantamentos planimétricos, o Teodolito Eletrônico, que tem os mesmos princípios de um teodolito convencional e sua resolução óptica é de alto rendimento e de fácil manuseio.

Sistemas de Coordenadas e Suas Projeções

A determinação de coordenadas relativas de pontos é um dos principais objetivos da Topografia. São utilizados um sistema de coordenadas para expressá-las que são basicamente os sistemas de coordenadas cartesianas e o sistema de coordenadas esféricas, estes definem a posição tridimensional dos pontos (VEIGA, ZANETTI e FAGGION, 2012).

Existem três tipos de projeções cartográficas: A Projeção Equivalente, que mantém a exatidão da proporção entre áreas do terreno e as representadas nas cartas, a Projeção Conforme, que é responsável por manter a forma das pequenas figuras e a Projeção Azimutal, que conserva corretamente as direções de todas as linhas que partem de um ponto.

O Sistema Universal Transversa de Mercator (UTM) surgiu para suprir as necessidades de um sistema de projeção global para o apoio aos trabalhos geodésicos e minimizar as distorções em azimute e mantê-las em escala dentro de certos limites (DALAZOANA e FREITAS, 2001). Quanto a LOCH e Cordini (1995), estes entendem tal sistema podem ser utilizados para qualquer região da Terra, exceto às calotas polares. Neste, adota-se o cilindro como superfície de projeção, estabelece que a Terra seja dividida em 60 fusos de seis graus de longitude, com origem localizada no antimeridiano de Greenwich. Quanto à origem do sistema, se encontra no cruzamento do equador com o meridiano central do fuso (OLIVEIRA, 1993).

Atualmente, conforme o IBGE, o sistema de coordenada mais utilizado é o Datum SIRGAS 2000, que se refere ao modelo matemático teórico da representação da superfície terrestre em relação ao nível do mar.



Figura 1: Divisão dos fusos no continente brasileiro
 Fonte: geografiaparatodos.com.br

Métodos para Realização de um Levantamento Topográfico

Os métodos mais comuns para a realização de levantamentos topográficos são irradiação, intersecção e caminhamento.

O Levantamento por Irradiação é utilizado em superfícies onde não há grande diferença de nível, é bastante utilizado para a definição do terreno.

O Levantamento por Intersecção é utilizado quando o terreno é muito acidentado, onde é preciso dois pontos conhecidos que formam uma base e assim, podem ser tomadas as leituras de ângulos e distâncias.

Quanto ao Levantamento por Caminhamento, bastante utilizado em projetos de regularização fundiária pela Engenharia Civil, traz resultados mais confiáveis e garantido em relação aos demais métodos. É utilizado em áreas extensas e/ou bastante acidentadas. Comumente conhecido como método das poligonais, que podem ser abertas, onde o ponto inicial não coincide com o ponto final e fechada (mais utilizada), onde ambos os pontos são coincidentes.

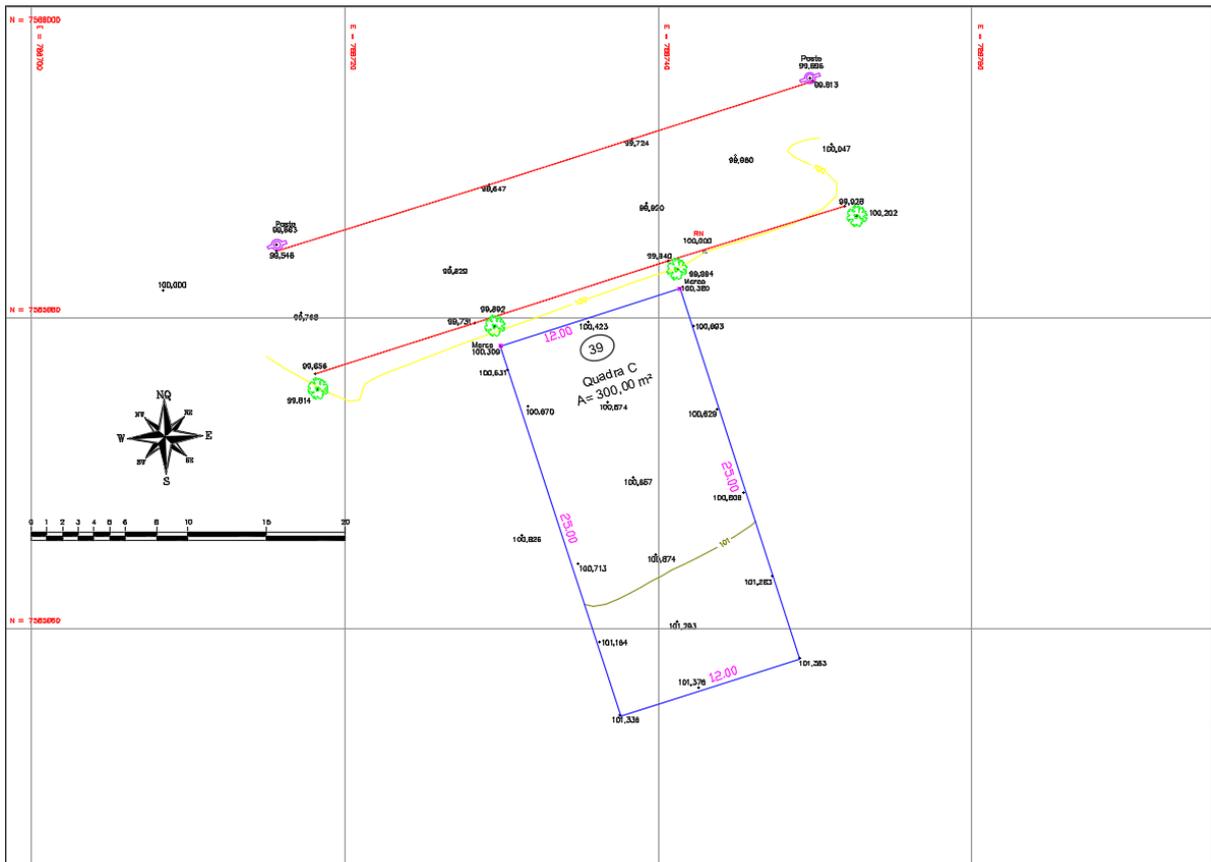


Figura 2: Estudo de Caso: Levantamento Topográfico de um Terreno
Local: Condomínio Quinta do Salto – Araraquara/SP
Fonte: Pesquisa do Autor (2018)

Localização de Obra

Um exemplo bastante prático da Topografia na Engenharia Civil é a locação de obra, onde primordialmente é feito um levantamento preliminar, que parte do levantamento topográfico da superfície, após, um levantamento para o projeto, com todo o detalhamento para a confecção da obra, levantamento de controle, onde confirmam-se os dados e enfim, a locação de obra, que permitirá o início da construção.

Deve-se, porém, materializar, em campo, os pontos que definirão as posições estratégicas a obra, as divisões dos lotes e assim, sucessivamente. A locação assume grande importância no direcionamento da construção, uma vez que um erro durante o processo pode resultar, diretamente, num erro de execução da obra.

A base da locação de obra são as coordenadas de pontos definidos em um projeto, onde são calculadas direções e distâncias em relação aos marcos de referência e são utilizadas somente coordenadas planas de pontos, salvo em caso de escavação, onde faz-se uso também das cotas e altitudes dos pontos.

As técnicas mais tradicionais empregam-se ângulos e distâncias, que são: sistema polar, onde necessita-se do conhecimento de um ponto de origem, uma direção de referência e os ângulos e distâncias em relação a linha de referência dos demais pontos; coordenadas (X, Y e/ou Z), que permitem que a locação de pontos em campo seja feita diretamente empregando-se as coordenadas dos mesmos, sem

necessidade de cálculos intermediários da distância e direção e intersecção, que consiste no estaqueamento, ou seja, a materialização de pontos ao longos de um alinhamento, sendo a distância entre os pontos constante. E existe ainda, o método tradicional, que é realizado sem o uso de instrumental topográfico e empregam-se o uso de tábuas corridas, tabelas, ripas, sarrafos ou cavaletes, que são cravados no solo em todo o contorno a área a ser locada.

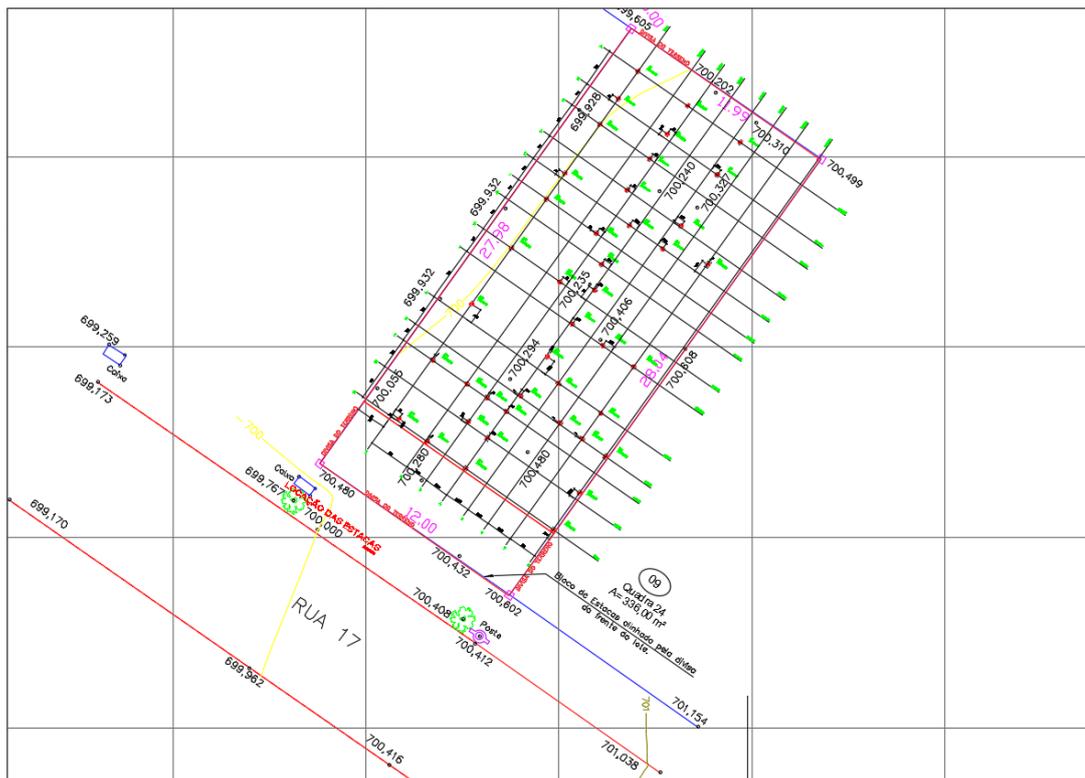


Figura 3: Estudo de Caso: Locação de Obra
Local: Condomínio Quinta das Tipuanas – Araraquá/SP
Fonte: Pesquisa do Autor (2018)

Terraplenagem

A construção de plataformas horizontais ou inclinadas tem como premissa a terraplenagem do terreno e por consequência, sua Topografia. Para tal, é necessário realizar um levantamento planialtimétrico a fim de definir as curvas de nível da área. O método mais apropriado para a determinação destas, é o do nivelamento por quadriculação, que adota os lados dos quadrados estabelecido em função da extensão da área, as ditas malhas quadriculadas.

Existem, porém, quatro tipos de situação que podem ocorrer em terraplenagem, são elas: adotando-se uma cota final pré-estabelecida num plano horizontal final, não fazendo o uso de cota, adotando-se uma cota final pré-estabelecida num plano inclinado e não fazendo uso de cota. Em projetos onde exista a determinação das cotas finais, independente do plano escolhido, cabe à topografia sua aplicação e determinação dos volumes de corte e aterro, que por sua vez, serão diferentes.

Quanto aos custos, estes baseiam-se basicamente do custo do corte da terra e do transporte desta, uma vez que o aterro da área é uma consequência, apenas.

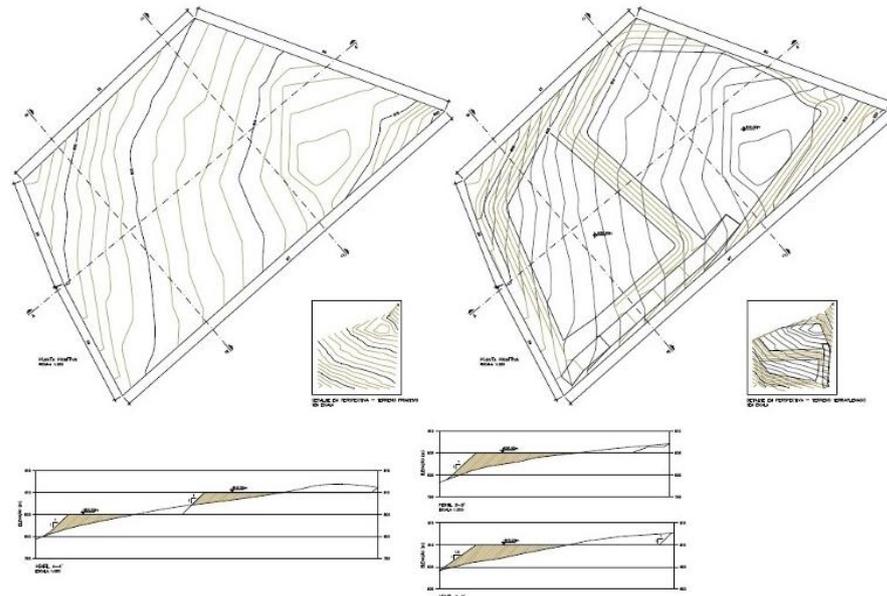


Figura 4: Projeto de Terraplenagem e perfis do terreno
Fonte: rfpengenharia.com.br

Deslocamento de Grandes Estruturas

Para a realização de deslocamento de uma grande estrutura, seja ela barragem, ponte, edificação, etc, faz-se uso também da Topografia, é através dela que se obtém seus processos de medidas.

Durante a construção de uma estrutura de grande porte, é possível determinar a sua deformação a curto ou longo prazo. Estas deformações acontecem, por exemplo, devido à elevação ou abaixamento do nível da água, ao movimento das rochas, deslocamento de pilares e etc.

Afim de precaver-se de futuras catástrofes, estabelecem-se marcas engastadas e fixas relacionadas à Referência de Nível (RN) sobre a estrutura onde será determinado o deslocamento. Estas marcas são localizadas fora da área de influência de qualquer movimentação causada pela estrutura.

Após, periodicamente, são feitas observações sobre essas marcas e a diferença de nível entre a primeira observação e cada uma das demais define o deslocamento sofrido pela estrutura.

Para tais procedimentos, utiliza-se comumente o aparelho Wild N3, que possui grande precisão e permite a leitura direta sobre a mira do centímetro, do milímetro, do décimo do milímetro e do centésimo do milímetro.

Divisão de Terras

Para a execução de um loteamento, divisão de terras entre herdeiros ou divisão de uma propriedade por venda é necessário realizar um levantamento topográfico exato da área a ser dividida.

É a Topografia que ficará responsável pelo dimensionamento preciso das divisas da área.

Em casos de áreas maiores em que haja a presença de um córrego, por exemplo, é efetuado um levantamento planimétrico geral para que seja calculada as áreas de cada parcela, inclusive, as áreas de preservação permanente (APP).

Para tanto, é feita uma Poligonal, que amarrará os vértices de todo o perímetro da área.

Somente após a obtenção destes dados o engenheiro civil poderá projetar o loteamento e ou construção a serem executados.

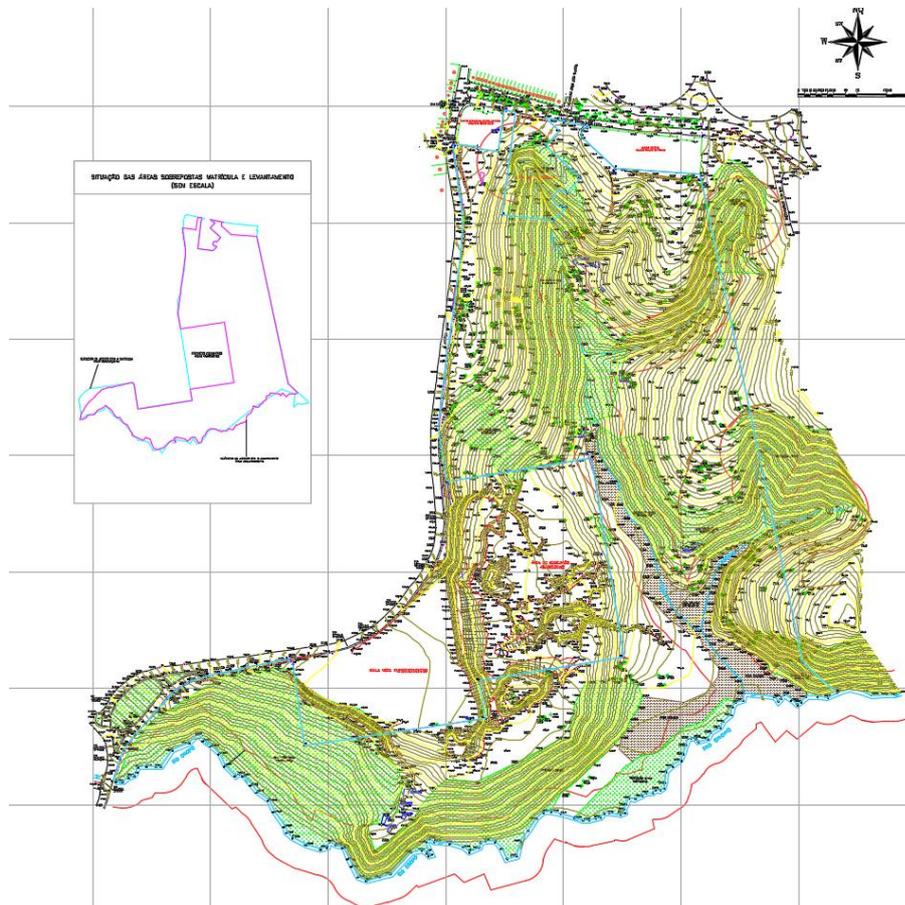


Figura 5: Estudo de Caso: Planta de Retificação e Delimitação de Glebas
Local: Mogi das Cruzes/SP
Fonte: Pesquisa do Autor (2017)

4 CONCLUSÃO

Diante dos conceitos teóricos abordados neste estudo, conclui-se que a Topografia é uma ciência primordial à Engenharia Civil, uma vez que antes de qualquer planejamento de construção, independente do seu porte, o Engenheiro precisa saber as dimensões exatas e as condições a qual o terreno onde será executada a obra está inserido.

As informações sobre a variação de cotas e presença de elementos estranhos à obra determinam o local da obra e os serviços que serão prestados, como terraplenagem e aterro.

O profissional responsável pelo fornecimento de todos esses dados é o Topógrafo, que entregará ao Engenheiro, previamente ao projeto da obra, uma planta com pontos de referência e marcos para a locação e estaqueamento da construção.

O objetivo principal deste estudo é ampliar os conceitos da ciência Topográfica e designá-la sua real importância: o alicerce da Engenharia Civil.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORGES, A.C. *Topografia Aplicada à Engenharia Civil*. 3º Ed. Edgard Blücher Ltda. São Paulo. Volume 1. 2013.

KOENIG VEIGA, L.A., ZEHNPENNIG ZANETTI, M.A & FAGGION, P.L. *Fundamentos de Topografia*. UFPR. Paraná. 2012.

COELHO JÚNIOR, J.M., ROLIM NETO, F.C. ANDRADE, J.S.C.O. *Topografia Geral*. Ed. EDUFRPE. Recife. 2014.

SILVEIRA, L.C. *Topografia Básica. A Mira Agrimensura & Cartografia*. Ed e Liv. Luana Ltda. Criciúma-SC. Edição nº1 a 12, 1990.

XEREZ, C. *Topografia Geral*. Ed. Técnica. Lisboa. Volume II. 1947