

FACULDADE DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS DE EXTREMA

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

RICARDO AURÉLIO DE ANDRADE

**COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS MANUAL E
COMPUTACIONAL NO CÁLCULO DA POLIGONAL FECHADA EM
TOPOGRAFIA**

EXTREMA

2018

RICARDO AURÉLIO DE ANDRADE

**COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS MANUAL E
COMPUTACIONAL NO CÁLCULO DA POLIGONAL FECHADA EM
TOPOGRAFIA**

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial
para obtenção na Graduação do Curso
de Engenharia Civil, da Faculdade de
Ciências Sociais Aplicadas de Extrema.
Orientador: Wesley Batista dos Santos**

EXTREMA

2018

RICARDO AURÉLIO DE ANDRADE

**COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS MANUAL E
COMPUTACIONAL NO CÁLCULO DA POLIGONAL FECHADA EM
TOPOGRAFIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção na Graduação do Curso de Engenharia Civil, da Faculdade de Ciências Sociais Aplicadas de Extrema.

BANCA EXAMINADORA

PROF. WESLEY BATISTA

**FACULDADE DE CIÊNCIAS SOCIAIS
APLICADAS DE EXTREMA.**

ORIENTADOR

PROF.ROBERTA MORAES MARTINS

**FACULDADE DE CIÊNCIAS SOCIAIS
APLICADAS DE EXTREMA.**

PROF. MARCOS MANFREDINI

**FACULDADE DE CIÊNCIAS SOCIAIS
APLICADAS DE EXTREMA.**

A minha família, razão de minha
existência.

A Deus.

Agradeço a meu orientador pela paciência
e grande ensinamentos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos Professores do Curso de Engenharia Civil, que através dos ensinamentos durante o curso de Graduação, despertaram definitivamente o interesse para as obras, para os cálculos, para toda e qualquer edificação. Agradeço também aos colegas do curso, por compartilharem durante todos esses anos, momentos que só trouxeram enriquecimento pessoal e que certamente, refletirão positivamente em nossa longa caminhada.

Agradeço especialmente ao Professor Wesley Batista dos Santos, que aceitou o encargo da orientação do meu projeto de pesquisa, fazendo-o pacientemente, e dispondo de toda atenção necessária para o bom desempenho desse trabalho, e aos Professores Roberta Moraes, Afonso Henrique Vilela e Luana Bernardete Dariva, que também contribuíram atendendo às dúvidas, compreendendo as dificuldades que surgiram. Somente dessa forma foi possível a realização desse trabalho. Os anos do Curso de Graduação se passaram e, se não fosse pela fé em Deus e pela perseverança, nenhuma vitória poderia ser conquistada.

RESUMO

Nesse trabalho, o estudo é sobre o levantamento topográfico, especialmente utilizando poligonais como linhas básicas. Em topografia, poligonal é uma seqüência de retas, utilizando-se sempre uma estaca no começo e outra no final de cada reta, sendo esta a forma de marcar os pontos encontrados no levantamento. O método abordado é o da poligonal fechada. A poligonal é uma figura geométrica, e a poligonal fechada é justamente aquela que se inicia e termina no mesmo ponto de coordenadas conhecidas. A importância do levantamento utilizando a poligonal fechada está justamente no fato dela evidenciar os erros eventualmente cometidos durante as medições, possibilitando a compensação desses erros da poligonal. Os erros sempre existem, mas utilizando a poligonal fechada, eles podem ser evidenciados. Embora não seja o único método utilizado, é o método que apresenta os melhores resultados nos levantamentos topográficos.

O objetivo é realizar o cálculo da poligonal utilizando o programa POSIÇÃO, além de compara-lo com o cálculo manual, demonstrando os efeitos e os erros de cada um dos resultados, assim complementando esse trabalho.

ABSTRACT

In this work, studied the topographic survey using polygonal as basic lines. In topography, a polygon is a sequence of straight lines, using always a spike at the beginning and another at the end of each line, and this is the way to keep score.

The method discussed in this paper is that of a closed polygon. The polygon is a geometric figure, and the closed polygon it is precisely that which starts and ends at the same point of known coordinates.

The importance of lifting using a closed polygon is in fact her show eventually committed errors during measurement, allowing the compensation of these polygonal errors. The errors always exist, but using the polygonal closed, they can be evidenced. Although it is not the only method used, is the method that presents the best results in topographic surveying.

Therefore, the objective of this work is to perform polygonal calculations by POSITION, and compared with the manual calculation, and so the effects and errors in each of the results that complement this work.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Comunicação entre a estação e o software.....	19
Figura 2: Informar o ponto de partida do levantamento topográfico	20
Figura 3: Lista de pontos da poligonal fechada.....	21
Figura 4: Dados do ponto E01 estacionado e da visada de Ré	22
Figura 5: Dados do ponto E02 estacionado e da visada de Ré	22
Figura 6: Dados do ponto E03 estacionado e da visada de Ré	23
Figura 7: Dados do ponto E04 estacionado e da visada de Ré	23
Figura 8: Dados do ponto E05 estacionado e da visada de Ré	24
Figura 9: Dados do ponto E00 estacionado e da visada de Ré	24
Figura 10: Cálculo da tolerância do erro angular.....	26
Figura 11: Cálculo da poligonal fechada do levantamento topográfico.....	27
Figura 12: Cálculo da poligonal fechada do levantamento topográfico.	28
Figura 13: Poligonal Fechada do levantamento topográfico.....	29
Figura 14: Poligonal Fechada do levantamento topográfico e os pontos irradiados.....	29
Figura 15: Planta baixa do campus da Faex com a poligonal fechada.....	30
Figura 16: Planta baixa do campus da Faex.....	31

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	13
1.2. OBJETIVOS	13
1.2.1. OBJETIVO GERAL.....	13
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
2. REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1. POLIGONAÇÃO.....	14
2.2. CONCEITOS DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE.....	16
3. METODOLOGIA.....	17
3.1. ÁREA DE ESTUDO.....	17
3.3.2. FERRAMENTAS AUXILIARES.....	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	19
4.1. FECHAMENTO DA POLIGONAL ATRAVÉS DO SOFTWARE.....	19
4.2. FECHAMENTO DA POLIGONAL MANUALMENTE.....	27
4.3. PRODUTO FINAL	28
5. CONCLUSÃO.....	30
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

1. INTRODUÇÃO

Segundo Borges, (2011) “Topografia [do grego *topos* (lugar) e *graphein* (descrever)] é a ciência aplicada, cujo objetivo é representar, no papel, a configuração de uma porção de terreno com as benfeitorias que estão em sua superfície”.

Complementando, por outras fontes, a Topografia é “a ciência que estuda todos os acidentes geográficos definindo a sua situação e localização na Terra ou outros corpos astronômicos incluindo planetas, luas, e asteroides”. Pode ser ainda definida como o estudo dos princípios e métodos necessários para a descrição e representação das superfícies destes corpos astronômicos, em especial para a sua representação. É importante por determinar, analiticamente, as medidas de área e perímetro, localização, orientação, variações no relevo, e ainda representá-las graficamente em cartas (ou plantas) topográficas.

É evidente a importância da topografia à engenharia, e segundo Borges (2011), ela é essencial para qualquer atividade do engenheiro, seja para a construção de uma ponte, um túnel, uma grande indústria, entre outras obras, especialmente obras de grande porte. Em sua definição, “topografia é a ciência aplicada cujo objetivo é representar, no papel, a configuração de uma porção de terreno com as benfeitorias que estão em sua superfície”.

O método de caminhamento ou poligonal é o mais utilizados em levantamentos topográficos. As poligonais são classificadas em: abertas, apoiadas ou amarradas e fechadas.

De acordo com Borges (2011) poligonal aberta é aquela que não fecha, isto é, não volta ao ponto de partida. Também não parte e nem chega a pontos já conhecidos (que tenham coordenadas já determinadas). A poligonal amarrada é a que parte e chega em pontos de coordenadas já conhecidas, possibilitando também verificação, tal como a poligonal fechada. A poligonal fechada é definida como aquela que retorna ao ponto inicial, possibilitando verificação.

Por tais motivos, o presente estudo aborda justamente aspectos da poligonal fechada. Visando elucidar a importância da topografia e da poligonal fechada, será realizado o levantamento da área da FAEX, mediante o uso do software POSIÇÃO, bem como o sistema manual, para fins de comparação de ambos os métodos, demonstrando

eventuais erros em nos métodos desenvolvidos, e a verificação que é possível através da poligonal fechada.

1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1.2. OBJETIVOS

Objetivou-se com este trabalho, o estudo de caso, comparando o resultado do cálculo da poligonal fechada através do processo manual e do processo computacional pelo software POSIÇÃO, indicado assim a amplitude dos erros em cada processo.

1.2.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho foi analisar o cálculo de uma poligonal fechada através de dois processos: manual e computacional.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Com o cálculo da poligonal através dos dois processos, manual e computacional, possibilita-se verificar a precisão dos mesmos, levando em consideração a amplitude dos erros angulares e lineares, em cada um dos processos desenvolvidos.

2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1. POLIGONAÇÃO

Este trabalho visa o estudo da poligonal fechada, pois segundo os doutrinadores, o uso deste tipo de poligonal quando do levantamento topográfico é vantajoso.

Antes, porém, necessário compreendermos o significado de poligonal. Segundo o estudo, “uma poligonal topográfica é uma sucessão de alinhamentos topográficos”.

Para Veiga et al. (2007), uma poligonal consiste em uma série de linhas consecutivas onde são conhecidos os comprimentos e direções, obtidos através de medição de campo.

Quando se fala em representação do desenho do levantamento topográfico de uma área, os pontos visados são as irradiações e estas não fazem parte da poligonal. A leitura a estes pontos são feitas quando o equipamento topográfico se encontra estacionado em um ponto da poligonal. Em equipamentos como “estação total”, é dado o ângulo e a distância do ponto visado.

Segundo os pontos topográficos de um determinado lugar, há a definição do levantamento topográfico daquele espaço, e podem ser compreendidos através do mapa daquela área levantada. Estes pontos podem ser naturais ou artificiais. Conforme nos ensina Tulere Saraiva (1998), os pontos naturais são aqueles que já existem no terreno com o seu perfil natural como árvores, pontes, postes, etc. Os pontos artificiais são implantados e utilizados quando do levantamento, tais como piquetes, marcas de tintas, etc. Ao analisarmos algumas escrituras, podemos observar indicação de rios, árvores, etc, que auxiliam na descrição e localização do imóvel.

Além da classificação das poligonais como aberta, fechada e amarrada, podemos ainda defini-las como principal, secundária e auxiliar. A principal

determina os pontos do apoio topográfico de primeira ordem, segundo a NBR13133. A poligonal secundária, segundo consta do Trabalho de Veiga et al. (2007), é aquela que determina pontos de apoio de segunda ordem e se apoiam nas vértices da poligonal principal. Já a poligonal auxiliar baseia-se em pontos de apoio planimétrico.

Estas não são as únicas classificações encontradas das poligonais. Na definição de Tulere Saraiva (1998), com relação ao desenvolvimento da poligonal sua classificação limita-se a poligonal aberta e poligonal fechada.

Já para Coelho et al. (2007), não há somente estes dois tipos de poligonal, ou seja, aberta e fechada. Para ele, há também a poligonal amarrada.

Fala-se em poligonal amarrada quando a linha quebrada começa e termina em vértices de coordenadas conhecidas, segundo a obra de Coelho et al. (2007).

Continuando, Coelho et al. (2007), ele define a poligonal aberta como sendo aquela que a linha quebrada começa num ponto de coordenadas conhecidas e termina num outro de coordenadas desconhecidas.

Tem-se a poligonal aberta quando se parte de um ponto com coordenadas conhecidas e acaba em um ponto cujas coordenadas deseja-se determinar. No caso da poligonal aberta não é possível determinar erros de fechamento, sendo necessários todos os cuidados durante o levantamento de campo.

2.1.2 POLIGONAL FECHADA

Temos o ensinamento de Veiga et al. (2007) que, quando a saída é de um ponto com coordenadas conhecidas e ao final se volta a este mesmo ponto, se trata de poligonal fechada.

Para Tulere Saraiva (1998), na poligonal fechada o ponto inicial coincide com o ponto final, ou seja, o ponto de partida é o ponto de chegada.

As definições em questão se complementam.

Neste trabalho se aborda a utilização da poligonal fechada, já que conforme elucida Veiga et al. (2007), ela é vantajosa e permite verificar erros eventualmente cometidos durante o levantamento, tanto angulares como lineares.

Por este motivo, a utilização da poligonal fechada é reconhecidamente confiável, pois ela permite a correção dos erros eventualmente cometidos durante o levantamento topográfico.

“Poligonal fechada é uma figura constituída por vários segmentos de reta constituindo uma linha quebrada, de tal forma que o primeiro e o ultimo vértices são coincidentes”, conforme ensinamento de Coelho et al. (2007).

Assim, em todas suas definições, a poligonal fechada é aquela que se inicia e finda no mesmo ponto.

2.2. CONCEITOS DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE

O software POSIÇÃO, sistema de automação topográfica, é uma importante ferramenta para a topografia disponível no mercado. Ele será utilizado para analisarmos o fechamento da poligonal como estudo de caso neste trabalho. A escolha de um software de qualidade garante resultados confiáveis. O “POSIÇÃO”, sistema de automação topográfica, oferece seis tipos de módulos diferentes para os mais diversos serviços. O módulo básico, então utilizado neste trabalho, oferece as seguintes ferramentas: Comunicação direta com as principais Estações Totais e Coletores do mercado; Editor de arquivo de Estação Total para facilitar o entendimento e a conversão de dados; Duas opções para edição da caderneta de campo: visada e por planilha; Cálculo de Poligonais Fechadas, Abertas e Enquadradas com análise, nos modos Topográfico e UTM (com reduções); Ajustamento das poligonais através do método do mínimo quadrados - Atende a 3ª Normativa do InCra; Visualização gráfica da poligonal e das irradiações; Importação dos pontos das poligonais calculadas no módulo de cálculo. Com o software POSIÇÃO é possível trabalhar dentro da plataforma do Auto CAD, usando ferramentas exclusivas que

não fazem parte do conjunto de ferramentas do Auto CAD, facilitando desta forma o trabalho. Os outros módulos da marca são Avançados, volumes, georrerenciamento, viário e CAR(cadastro ambiental rural).

3.METODOLOGIA

3.1. ÁREA DE ESTUDO

Como apoio para elaboração deste trabalho, foi realizado o levantamento topográfico planialtimétrico cadastral, do campus da Faculdade de Ciências Sociais de Extrema “FAEX”, que obteve como produto final a apresentação de mapas e relatórios.

Segundo a NBR 13133 (1994), o Levantamento topográfico é um Conjunto de métodos e processos que, através de medições de ângulos horizontais e verticais, de distâncias horizontais, verticais e inclinadas, com instrumental adequado à exatidão pretendida, primordialmente, implanta e materializa pontos de apoio no terreno, determinando suas coordenadas topográficas. A estes pontos se relacionam os pontos de detalhes visando à sua exata representação planimétrica numa escala predeterminada e à sua representação altimétrica por intermédio de curvas de nível, com equidistância também predeterminada e/ ou pontos cotados. Levantamento topográfico planialtimétrico cadastral acrescido dos elementos planimétricos inerentes ao levantamento planimétrico cadastral, devem ser discriminados e relacionados nos editais de licitação, propostas e instrumentos legais entre as partes interessadas na sua execução.

3.2.2. DESCRIÇÃO DO LEVANTAMENTO EM CAMPO

No levantamento topográfico campos da FAEX como apoio para obtenção da poligonal fechada desde trabalho, tivemos seis pontos da poligonal escolhido estrategicamente para aproveitar a fazer a leitura dos pontos coletados e as visadas de

Ré e Vante, mais um ponto auxiliar se fez necessário para complementar o levantamento topográfico.

3.3. MATERIAIS UTILIZADOS

3.3.1. ESTAÇÃO TOTAL

De acordo com a NBR 13133/94 item 4.1.3.1, as estações totais (total station) – medidores eletrônicos de ângulos e distancias – são classificadas segundo os desvios-padrão que as caracterizam, de acordo com a Tabela.

Classes de estações totais	desvio-padrão Precisão angular	Desvio-padrão precisão linear
1 - precisão baixa	$\leq \pm 30^\circ$	$\pm (5\text{mm} + 10 \text{ ppm} \times D)$
2- precisão média	$\leq \pm 07^\circ$	$\pm (5\text{mm} + 5 \text{ ppm} \times D)$
3- precisão alta	$\leq \pm 02^\circ$	$\pm (3\text{mm} + 3 \text{ ppm} \times D)$

3.3.2. FERRAMENTAS AUXILIARES

Os instrumentos necessários para este levantamento topográfico são:

- balizas
- prumos esféricos
- trenas
- miras
- prismas
- pára-sol
- martelo
- tinta
- radio comunicação, etc.

O conjunto destes instrumentos faz-se necessário para a execução correta de um levantamento topográfico, além de mão-de-obra auxiliar qualificada.

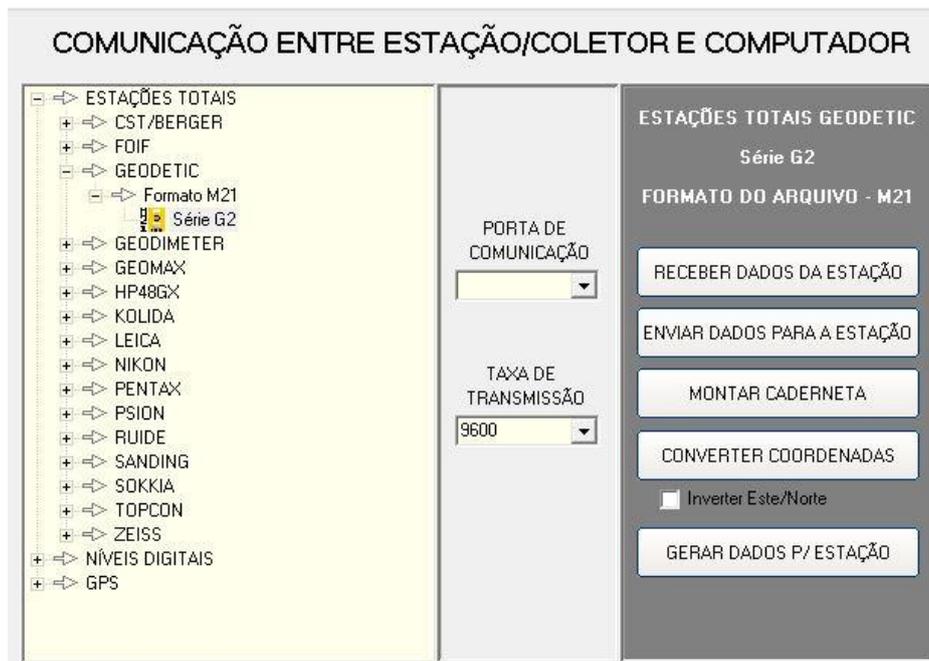
4.RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após o levantamento topográfico, os resultados foram apresentados nesta oportunidade através do software POSIÇÃO sistema de automação topográfica, e através do cálculo convencional feito manualmente, para análise dos dados obtidos em campo e para a devida comparação entre eles, do fecho da poligonal fechada.

4.1. FECHAMENTO DA POLIGONAL ATRAVÉS DO SOFTWARE

O primeiro procedimento dentro da plataforma do software posição foi escolher a comunicação entre a estação total utilizada para o levantamento topográfico e o software, (figura 01).

Figura 01: Comunicação entre a estação e o software



Fonte: O autor

O segundo passo foi escolher o tipo da poligonal, informar a seqüência dos pontos da poligonal, indicar a interseção da primeira visada de ré e arbitrar as coordenadas em “x” e “y”, conforme (figura 02).

Figura 02: Informar o ponto de partida do levantamento topográfico

TIPO DA POLIGONAL

- FECHADA
- ABERTA
- ENQUADRADA
- SÓ IRRADIAÇÕES

CADASTRO DOS DADOS DE PARTIDA E SEQÜÊNCIA DA POLIGONAL

Dados da Partida

Iniciar com Interseção à ré

Estação:

Coord. Norte:

Coord. Este:

Cota:

Primeira Ré:

Azimute:

Coord. Norte:

Coord. Este:

Cota:

Seqüência dos Pts da Poligonal

Fonte: O autor

O terceiro passo foi confirmar as informações de caderneta de campo criado dentro do sistema, assim pode-se confirmar as visadas de ré,vante e todos os outros pontos irradiados deste levantamento topográfico (figura 03).

Figura 3: Lista de pontos da poligonal fechada

CONFIGURAÇÃO												
<input checked="" type="checkbox"/> Alteração Global da Ré		Posição da Luneta		Visualizar Ponto a Ponto								
<input type="checkbox"/> Informar Alteração da Ré		<input checked="" type="radio"/> Somente PD		<input type="radio"/> PD e PI								
DADOS DO PONTO ESTACIONADO E DA VISADA DE RÉ												
Reg	Estação	Alt. Instr.	Ré	Ang.Hor.Dir	Ang.Vt.Dir	Alt. Prisma	Dist. Inclín.	Dist.Reduz.	Desnível			
1	E01	1.360	E00	0°00'00"	90°54'06"	1.580	65.539	65.531	-1.251			
DADOS DAS VISADAS DE VANTE												
Visualizar Poligonal												
Reg	T	V	H	L	Ponto	Descrição	Ang.Hor.Dir	Ang.Vt.Dir	Alt. Prisma	Dist. Inclín.	Dist.Reduz.	Desnível
1					E02	VANTE	278°43'34"	87°02'32"	1.580	47.977	47.913	2.256
62					E03	VANTE	169°01'32"	90°11'30"	1.580	40.881	40.881	-0.192
134					E04	VANTE	273°31'30"	89°50'34"	1.580	59.368	59.368	0.103
169					E05	VANTE	262°53'08"	93°44'58"	1.580	43.799	43.705	-2.969
218					E00	VANTE	191°01'02"	90°19'22"	1.580	43.599	43.598	-0.406
239					E01	VANTE	264°48'51"	88°48'01"	1.580	65.546	65.532	1.277

Fonte: O autor

Nesta etapa analisamos ponto a ponto com seus respectivos ângulos horizontais, alturas de instrumentos, numero do ponto dentro do levantamento topográfico, desnível em relação à interseção a ré e desnível em relação avante, conforme (figura 04, 05, 06, 07, 08 e 09).

Figura 04: Dados do ponto E01 estacionado e da visada de Ré

CONFIGURAÇÃO

Tipo da Leitura
 Eletrônica Inclinada Altura de Obstáculo
 Estadiométrica Interseção à vante
 Reduzida/Desnível Interseção ré (Dist.)
 Reduzida/Delta H Interseção ré (Estadia)

Ângulo Vertical
 Zenital
 Horizontal

Ângulo Horizontal
 Horário
 Azimute

Posição Luneta
 Somente PD
 PD e PI

Ordem Digitação
 HD/VD/HI/VI
 HD/HI/VD/VI

Alteração Global da Ré
 Informar Alteração da Ré

Registro[F9] **0001 /0239**

DADOS DO PONTO ESTACIONADO E DA VISADA DE RÉ

Ponto Estacionado	Altura do Inst.	Ang. Horiz. Direto	Ang. Vert. Direto	Altura do Prisma	Dist. Reduzida
E01		0°00'00"	90°54'06"	1.580	65.531
Ponto de Ré	1.360	*****	*****	Dist. Inclinada	Desnível
E00				65.539	-1.251

DADOS DA VISADA DE VANTE

Visualizar somente: **Poligonal** TIPO DA VISADA: **POLIGONAL** IRRADIAÇÃO AUXILIAR

INSERIR NOVA: LEITURA ESTAÇÃO

Ponto Visado	Ang. Horiz. Direto	Ang. Vert. Direto	Altura do Prisma	Dist. Reduzida
E02	278°43'34"	87°02'32"	1.580	47.913
Descrição do Ponto	Ang. Horiz. Invert.	Ang. Vert. Invert.	Dist. Inclinada	Desnível
VANTE	*****	*****	47.977	2.256

<< Início < Anterior Próximo > Fim >> Localizar Apagar Utilitários Salvar Sair

Fonte: O autor

Figura 05: Dados do ponto E02 estacionado e da visada de Ré

CONFIGURAÇÃO

Tipo da Leitura
 Eletrônica Inclinada Altura de Obstáculo
 Estadiométrica Interseção à vante
 Reduzida/Desnível Interseção ré (Dist.)
 Reduzida/Delta H Interseção ré (Estadia)

Ângulo Vertical
 Zenital
 Horizontal

Ângulo Horizontal
 Horário
 Azimute

Posição Luneta
 Somente PD
 PD e PI

Ordem Digitação
 HD/VD/HI/VI
 HD/HI/VD/VI

Alteração Global da Ré
 Informar Alteração da Ré

Registro[F9] **0062 /0239**

DADOS DO PONTO ESTACIONADO E DA VISADA DE RÉ

Ponto Estacionado	Altura do Inst.	Ang. Horiz. Direto	Ang. Vert. Direto	Altura do Prisma	Dist. Reduzida
E02		359°59'59"	92°36'40"	1.580	47.918
Ponto de Ré	1.525	*****	*****	Dist. Inclinada	Desnível
E01				47.968	-2.240

DADOS DA VISADA DE VANTE

Visualizar somente: **Poligonal** TIPO DA VISADA: **POLIGONAL** IRRADIAÇÃO AUXILIAR

INSERIR NOVA: LEITURA ESTAÇÃO

Ponto Visado	Ang. Horiz. Direto	Ang. Vert. Direto	Altura do Prisma	Dist. Reduzida
E03	169°01'32"	90°11'30"	1.580	40.881
Descrição do Ponto	Ang. Horiz. Invert.	Ang. Vert. Invert.	Dist. Inclinada	Desnível
VANTE	*****	*****	40.881	-0.192

<< Início < Anterior **Próximo >** Fim >> Localizar Apagar Utilitários Salvar Sair

Fonte: O autor

Figura 06: Dados do ponto E03 estacionado e da visada de Ré

CONFIGURAÇÃO

Tipo da Leitura: Eletrônica Inclinada Estadimetrica Reduzida/Desnível Reduzida/Delta H Altura de Obstáculo Interseção à vante Interseção ré (Dist.) Interseção ré (Estadia)

Ângulo Vertical: Zenital Horizontal

Ângulo Horizontal: Horário Azimute

Posição Luneta: Somente PD PD e PI

Ordem Digitação: HD/VD/HI/VI HD/HI/VD/VI

Alteração Global da Ré Informar Alteração da Ré

Registro[F9]: **0134 /0239**

DADOS DO PONTO ESTACIONADO E DA VISADA DE RÉ

Ponto Estacionado	Altura do Inst.	Ang. Horiz. Direto	Ang. Vert. Direto	Altura do Prisma	Dist. Reduzida
E03		0°00'00"	89°37'10"	1.580	40.883
Ponto de Ré		Ang. Horiz. Invert.	Ang. Vert. Invert.	Dist. Inclinada	Desnível
E02	1.520	*****	*****	40.884	0.212

DADOS DA VISADA DE VANTE

Visualizar somente: Poligonal

TIPO DA VISADA: POLIGONAL IRRADIAÇÃO AUXILIAR

INSERIR NOVA: LEITURA ESTAÇÃO

Ponto Visado	Ang. Horiz. Direto	Ang. Vert. Direto	Altura do Prisma	Dist. Reduzida
E04	273°31'30"	89°50'34"	1.580	59.368
Descrição do Ponto	Ang. Horiz. Invert.	Ang. Vert. Invert.	Dist. Inclinada	Desnível
VANTE	*****	*****	59.368	0.103

<< Início < Anterior Próximo -> Fim ->> Localizar Apagar Utilitários Salvar Sair

Fonte: O autor

Figura 07: Dados do ponto E04 estacionado e da visada de Ré

CONFIGURAÇÃO

Tipo da Leitura: Eletrônica Inclinada Estadimetrica Reduzida/Desnível Reduzida/Delta H Altura de Obstáculo Interseção à vante Interseção ré (Dist.) Interseção ré (Estadia)

Ângulo Vertical: Zenital Horizontal

Ângulo Horizontal: Horário Azimute

Posição Luneta: Somente PD PD e PI

Ordem Digitação: HD/VD/HI/VI HD/HI/VD/VI

Alteração Global da Ré Informar Alteração da Ré

Registro[F9]: **0169 /0239**

DADOS DO PONTO ESTACIONADO E DA VISADA DE RÉ

Ponto Estacionado	Altura do Inst.	Ang. Horiz. Direto	Ang. Vert. Direto	Altura do Prisma	Dist. Reduzida
E04		0°00'01"	89°58'28"	1.580	59.364
Ponto de Ré		Ang. Horiz. Invert.	Ang. Vert. Invert.	Dist. Inclinada	Desnível
E03	1.475	*****	*****	59.364	-0.079

DADOS DA VISADA DE VANTE

Visualizar somente: Poligonal

TIPO DA VISADA: POLIGONAL IRRADIAÇÃO AUXILIAR

INSERIR NOVA: LEITURA ESTAÇÃO

Ponto Visado	Ang. Horiz. Direto	Ang. Vert. Direto	Altura do Prisma	Dist. Reduzida
E05	262°53'08"	93°44'58"	1.580	43.705
Descrição do Ponto	Ang. Horiz. Invert.	Ang. Vert. Invert.	Dist. Inclinada	Desnível
VANTE	*****	*****	43.799	-2.969

<< Início < Anterior Próximo -> Fim ->> Localizar Apagar Utilitários Salvar Sair

Fonte: O autor

Figura 08: Dados do ponto E05 estacionado e da visada de Ré

CONFIGURAÇÃO						
Tipo da Leitura		Ângulo Vertical		Posição Luneta		<input checked="" type="checkbox"/> Alteração Global da Ré <input type="checkbox"/> Informar Alteração da Ré
<input checked="" type="radio"/> Eletrônica Inclinada <input type="radio"/> Estadimétrica <input type="radio"/> Reduzida/Desnível <input type="radio"/> Reduzida/Delta H	<input type="radio"/> Altura de Obstáculo <input type="radio"/> Interseção à vante <input type="radio"/> Interseção ré (Dist.) <input type="radio"/> Interseção ré (Estadia)	<input checked="" type="radio"/> Zenital <input type="radio"/> Horizontal	<input checked="" type="radio"/> Horário <input type="radio"/> Azimute	<input checked="" type="radio"/> Somente PD <input type="radio"/> PD e PI	Ordem Digitação <input checked="" type="radio"/> HD/VD/HI/VI <input type="radio"/> HD/HI/VD/VI	
DADOS DO PONTO ESTACIONADO E DA VISADA DE RÉ						
Ponto Estacionado	Altura do Inst.	Ang. Horiz. Direto	Ang. Vert. Direto	Altura do Prisma	Dist. Reduzida	
E05		0°00'00"	85°52'48"	1.580	43.709	
Ponto de Ré		Ang. Horiz. Invert.	Ang. Vert. Invert.	Dist. Inclinada	Desnível	
E04	1.420	*****	*****	43.822	2.988	
DADOS DA VISADA DE VANTE						
Visualizar somente:		TIPO DA VISADA			INSERIR NOVA	
<input type="text" value="Poligonal"/>		<input checked="" type="radio"/> POLIGONAL <input type="radio"/> IRRADIAÇÃO <input type="radio"/> AUXILIAR			<input type="button" value="LEITURA"/> <input type="button" value="ESTAÇÃO"/>	
Ponto Visado		Ang. Horiz. Direto	Ang. Vert. Direto	Altura do Prisma	Dist. Reduzida	
E00		191°01'02"	90°19'22"	1.580	43.598	
Descrição do Ponto		Ang. Horiz. Invert.	Ang. Vert. Invert.	Dist. Inclinada	Desnível	
VANTE		*****	*****	43.599	-0.406	
<< Início << Anterior Próximo >> Fim >> Localizar Apagar Utilitários Salvar Sair						

Fonte: O autor

Figura 09: Dados do ponto E00 estacionado e da visada de Ré

CONFIGURAÇÃO						
Tipo da Leitura		Ângulo Vertical		Posição Luneta		<input checked="" type="checkbox"/> Alteração Global da Ré <input type="checkbox"/> Informar Alteração da Ré
<input checked="" type="radio"/> Eletrônica Inclinada <input type="radio"/> Estadimétrica <input type="radio"/> Reduzida/Desnível <input type="radio"/> Reduzida/Delta H	<input type="radio"/> Altura de Obstáculo <input type="radio"/> Interseção à vante <input type="radio"/> Interseção ré (Dist.) <input type="radio"/> Interseção ré (Estadia)	<input type="radio"/> Zenital <input type="radio"/> Horizontal	<input checked="" type="radio"/> Horário <input type="radio"/> Azimute	<input checked="" type="radio"/> Somente PD <input type="radio"/> PD e PI	Ordem Digitação <input checked="" type="radio"/> HD/VD/HI/VI <input type="radio"/> HD/HI/VD/VI	
DADOS DO PONTO ESTACIONADO E DA VISADA DE RÉ						
Ponto Estacionado	Altura do Inst.	Ang. Horiz. Direto	Ang. Vert. Direto	Altura do Prisma	Dist. Reduzida	
E00		0°00'00"	89°19'30"	1.580	43.598	
Ponto de Ré		Ang. Horiz. Invert.	Ang. Vert. Invert.	Dist. Inclinada	Desnível	
E05	1.485	*****	*****	43.601	0.419	
DADOS DA VISADA DE VANTE						
Visualizar somente:		TIPO DA VISADA			INSERIR NOVA	
<input type="text" value="Poligonal"/>		<input checked="" type="radio"/> POLIGONAL <input type="radio"/> IRRADIAÇÃO <input type="radio"/> AUXILIAR			<input type="button" value="LEITURA"/> <input type="button" value="ESTAÇÃO"/>	
Ponto Visado		Ang. Horiz. Direto	Ang. Vert. Direto	Altura do Prisma	Dist. Reduzida	
E01		264°48'51"	88°48'01"	1.580	65.532	
Descrição do Ponto		Ang. Horiz. Invert.	Ang. Vert. Invert.	Dist. Inclinada	Desnível	
VANTE		*****	*****	65.546	1.277	
<< Início << Anterior Próximo >> Fim >> Localizar Apagar Utilitários Salvar Sair						

Fonte: O autor

De acordo com a NBR 13133 (1994), o estabelecimento das tolerâncias, para efeito desta Norma, parte da teoria dos erros, que estabelece ser o erro máximo tolerável, ou tolerância, um valor T, cuja probabilidade de ser ultrapassado é de 1%, sendo de 2,65 aproximadamente três vezes o valor do erro médio temível. Assim, partindo das expressões decorrentes das propagações dos erros médios nas medições angulares e lineares, são estabelecidas as seguintes expressões para as tolerâncias de fechamento das poligonais”.

$$\text{Erros angulares e lineares} = T \alpha \leq a + \sqrt{N}$$

Onde:

a = erro médio angular (azimute) da rede de apoio (ordem superior) multiplicado por 2 (por serem duas as direções de apoio).

$T\alpha$ = tolerância para o erro de fechamento angular.

N = número de vértices poligonais, incluindo os de partida e de chegada.

De acordo com a NBR 13133 (1994) a Tabela 7 - Levantamento planimétrico – Poligonais

Classe	Medição		Desenvolvimento			
			Extensão máxima (L)	Lado		numero máximo de vértices
	Angular	Linear		Mínimo (D _{méd})	Médio (D _{méd})	
III P	Método das direções com duas séries de leituras conjugadas direta e inversa, horizontal e vertical. Teodolito classe 2.	Leituras recíprocas (vante e ré) com distanciômetro eletrônico classe 1 ou medidas com trena de aço aferida com correções de dilatação, tensão, catenária e redução ao horizonte.	10 km	50 m	≥ 170 m	41

O módulo de calculo são as tolerâncias que são arbitradas de acordo com o numero de vértices da poligonal dada pela expressão $T \alpha \leq a + \sqrt{N}$, (figura 10).

Figura 10: Calculo da tolerância do erro angular

Fonte: O autor

Nesta etapa o software faz o calculo da poligonal fechada encontrando a área do polígono, perímetro, erro angular encontrado. (figura 11).

Figura 11: Calculo da poligonal fechada do levantamento topográfico

UTILITÁRIOS	SERVIÇO	CALC. POLIGONAL	CROQUI	GEODÉSIA/GPS
COMUNICAÇÃO	CADERNETA	CALC IRRADIAÇÕES	RELATÓRIOS	NIVELAMENTO
CONFIGURAÇÕES	PARTIDAS	COORDENADAS	DEFORMAÇÃO	SOBRE

FECHAMENTO DA POLIGONAL				
Tipo da Poligonal: Fechada		Cálculo: Topográfico		
Distrib. Perímetro:	301.000	Vértices:	6	Área: 5464.417m2
				Azimute Erro: 122°09'40"
<input checked="" type="checkbox"/> Erro Angular:	0°00'23"	Tolerância:	0°00'49.0"	Erro Linear: 0.018
<input checked="" type="checkbox"/> Precisão Linear:	1:16600	Tolerância:	1:10000	Erro em N: -0.010
<input checked="" type="checkbox"/> Erro Altimétrico:	-0.010	Tolerância:	0.027	Erro em E: 0.015
M.D.E.Angular: Inv. proporcional às distâncias				
Ajustamento: Método das Projeções				

ANÁLISE DO CÁLCULO	
Poligonal	Irradiações
NÃO FORAM ENCONTRADOS ERROS NO CÁLCULO DA POLIGONAL	

Fonte: O autor

4.2. FECHAMENTO DA POLIGONAL MANUALMENTE

ANGULOS HORIZONTAIS		DEFLEXÃO	
		DIREITA	ESQUERDA
E02	278° 43'34"		81° 16'26"
E03	169° 01'32"	169° 01'32"	
E04	273° 31' 30"		86° 28'30"
E05	262° 53'08"		97° 6' 52"
E00	191° 01' 02"		168° 58' 58"
E01	264° 48'51"		95° 11'9"
SOMA		$\Sigma = 169° 01'32''$	$\Sigma = 529° 1' 55''$
$\Sigma = 529° 1' 55'' - \Sigma = 169° 01'32'' = 360° 0' 23''$			
$360° 0' 23'' - 360° = 0° 0' 23''$			

A condição de calculo para achar os erros dos ângulos horizontais é dada:

Para ângulos horizontais da poligonal fechada acima de 180°, considerar o ângulo de 360° - ângulo horizontal de caderneta, o resultado deve ser indicado o lado de sua deflexão, a esquerda para ângulos > de 180° e a direita para ângulos <180°.

O resultado obtido de **0° 0' 23"** confirma o resultado que já foi obtido através dos cálculos computacionais.

Figura 12: Calculo da poligonal fechada do levantamento topográfico

UTILITÁRIOS	SERVIÇO	CALC. POLIGONAL	CROQUI	GEODÉSIA/GPS
COMUNICAÇÃO	CADERNETA	CALC IRRADIAÇÕES	RELATÓRIOS	NIVELAMENTO
CONFIGURAÇÕES	PARTIDAS	COORDENADAS	DEFORMAÇÃO	SOBRE

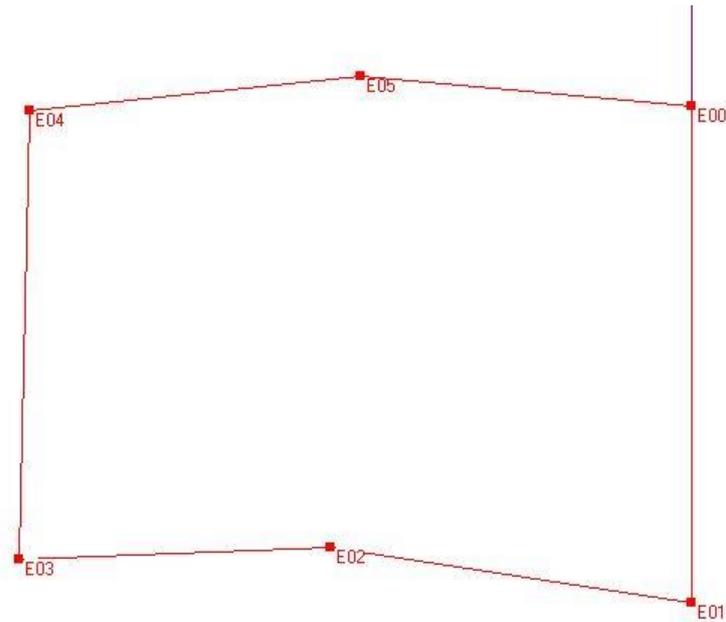
FECHAMENTO DA POLIGONAL				
Tipo da Poligonal: Fechada		Cálculo: Topográfico		
Distrib. Perímetro: 301.000	Vértices: 6	Área: 5464.417m²	Azimute Erro: 122°09'40"	
<input checked="" type="checkbox"/> Erro Angular: 0°00'23"	Tolerância: 0°00'49.0"	Erro Linear: 0.018		
<input checked="" type="checkbox"/> Precisão Linear: 1:16600	Tolerância: 1:10000	Erro em N: -0.010		
<input checked="" type="checkbox"/> Erro Altimétrico: -0.010	Tolerância: 0.027	Erro em E: 0.015		
M.D.E. Angular: Inv. proporcional às distâncias				
Ajustamento: Método das Projeções				
ANÁLISE DO CÁLCULO				
Poligonal Irradiações				
*** NÃO FORAM ENCONTRADOS ERROS NO CÁLCULO DA POLIGONAL ***				

Fonte: O autor

4.3. PRODUTO FINAL

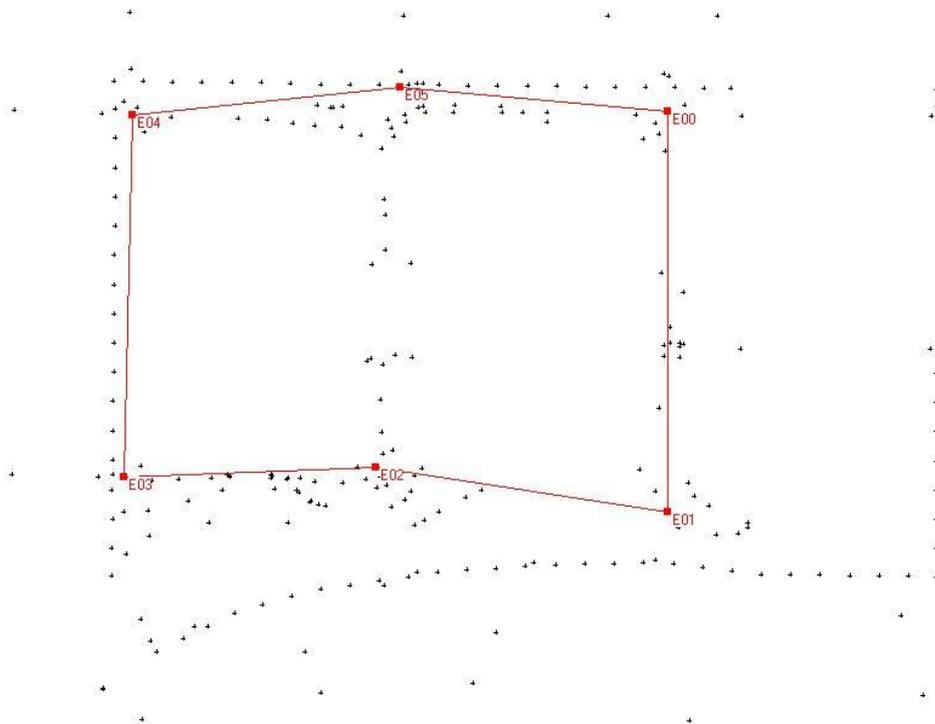
O produto final do levantamento topográfico planialtimétrico do prédio da Faculdade de Ciências Sociais e Aplicadas de Extrema, como apoio para o cálculo da poligonal fechada é representada na figura 12. Durante o levantamento foram coletados mais de 239 pontos topográficos entre os pontos da poligonal fechada e os pontos irradiados. Assim, foi possível representar este projeto com o máximo de detalhes.

Figura 13: Poligonal Fechada do levantamento topográfico



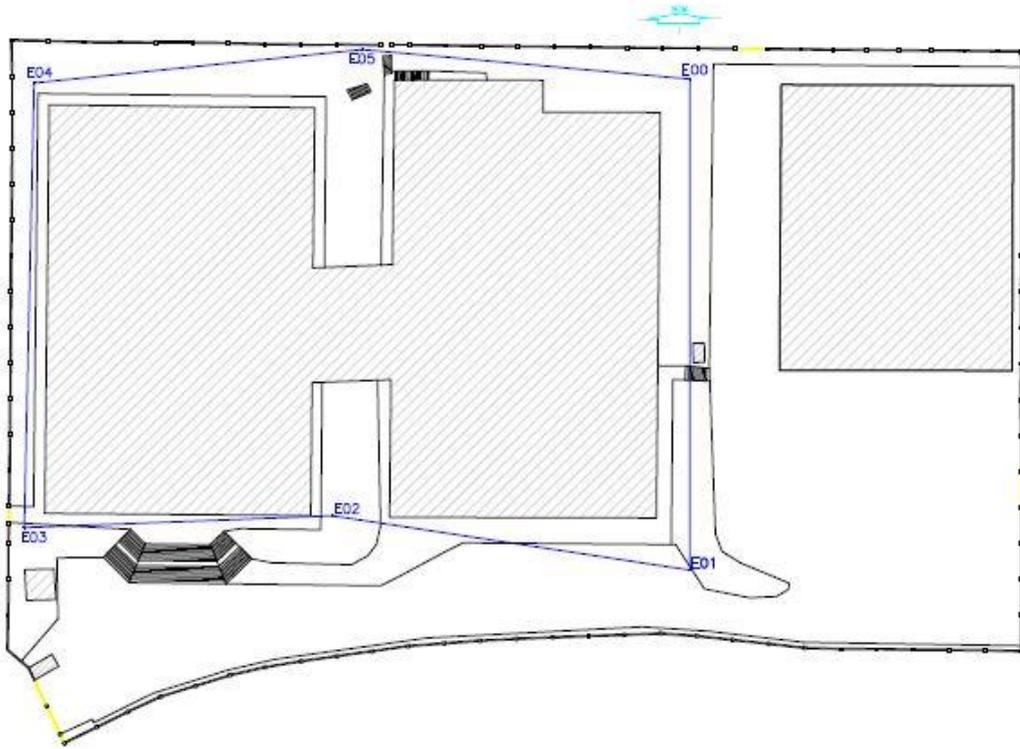
Fonte: O autor

Figura 14: Poligonal Fechada do levantamento topográfico eos pontos irradiados



Fonte: O autor

Figura 15: Planta baixa do campus da Faex com a poligonal fechada



Fonte: O autor

Figura 16: Planta baixa do campus da Faex



Fonte: O autor

5. CONCLUSÃO

O levantamento topográfico é essencial à engenharia. É através do levantamento topográfico que se obtém informações importantes sobre o terreno, as quais antecedem tanto a elaboração como a execução dos projetos. Segundo os doutrinadores, o método de caminhamento ou poligonal é o mais utilizados em levantamentos topográficos. Também foi possível concluir que, a poligonal fechada é a mais segura e vantajosa, já que na poligonal aberta não é possível a verificação dos erros.

Para conclusão deste trabalho, diante a relevância do uso da poligonal fechada, foi realizado o levantamento topográfico planialtimétrico no prédio da Faculdade de Ciências Sociais Aplicadas de Extrema – FAEX, que serviu de apoio para a comparação entre os métodos manual e computacional no cálculo da poligonal fechada na topografia. O resultado obtido através do cálculo manual foi o mesmo obtido através do método computacional. No método computacional, foi utilizado o software POSIÇÃO, sistema de automação topográfica. O resultado final de erro angular da poligonal fechada foi de $0^{\circ} 0' 23''$, para os dois métodos, dentro da tolerância da sua classe em acordo com a NBR 13133 (1994). O software POSIÇÃO é uma ferramenta importante, pois a rapidez de processamento das informações de cada ponto lido no levantamento topográfico, assim como no cálculo de fechamento da poligonal, podendo criar novos pontos, indicar as distâncias, Rumos e Azimute, a criação de Memoriais Descritivos, fazer correções e exportar trabalhos realizados para os mais diversos tipos de arquivos diferentes, concluindo a funcionalidade e confiabilidade, deste software em questão, para serviços de qualidade na área de levantamentos topográficos.

O software POSIÇÃO é uma ferramenta importante para o levantamento topográfico, pois possibilita, em pouco tempo, a obtenção do resultado do que foi feito em campo, ainda que o cálculo manual possa ser o mesmo. Tem-se ainda que, o uso do mesmo viabiliza a imediata verificação de eventuais erros. Certamente, em muito se evoluiu com a criação dos programas usados nos levantamentos topográficos, permitindo auxiliar e muito o trabalho do profissional de engenharia.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Luis Augusto Koenig Veiga, Maria Aparecida Z. Zanetti, Pedro Luis Faggion
FUNDAMENTOS DE TOPOGRÁFIA(2007).

- Marcelo Tuler de Oliveira, Sergio Luiz Costa Saraiva - Fundamentos de
Topografia, Centro Federal Tecnológico de Minas Gerais, (1998).

- Carlos Antunes, Lisboa (1995). Faculdade de ciências universidade de Lisboa,
engenharia geográfica - levantamentos topográficos – apontamentos de topografia.

- Paulo Flores Ribeiro, Rosa Marques Santos Coelho (2006/2007). MÉTODOS DE
LEVANTAMENTOS CLÁSSICO Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova
de Lisboa–Departamento de Engenharia Civil.

- BORGES, Alberto de Campos. Topografia: aplicada à engenharia civil – Vol. 1.2.
ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2011.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13133: Execução de
Levantamentos Topográficos: Rio de Janeiro, (1994).