

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**TOPOGRAFIA CONVENCIONAL NA AFERIÇÃO DE ÁREA OBTIDAS
POR GEORREFERENCIAMENTO E GOOGLE EARTH.**

ALEXANDRE LUIS DA SILVA FELIPE

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP - Câmpus de Botucatu,
para obtenção do título de Mestre em Agronomia
(Energia na Agricultura)

BOTUCATU - SP
Agosto/2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**TOPOGRAFIA CONVENCIONAL NA AFERIÇÃO DE ÁREA OBTIDAS
POR GEORREFERENCIAMENTO E GOOGLE EARTH.**

ALEXANDRE LUIS DA SILVA FELIPE

Orientador: Prof. Dr. Lincoln Gehring Cardoso

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Energia na Agricultura)

BOTUCATU – SP
Agosto/2015

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

F315i Felipe, Alexandre Luis da Silva 1978-
Topografia convencional na aferição de áreas obtidas por georreferenciamento e Google Earth / Alexandre Luis da Silva Felipe. - Botucatu : [s.n.], 2015
vii, 40 f. : grafs., ils. color., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2015

Orientador: Lincoln Gehring Cardoso

Inclui bibliografia

1. Levantamento topográficos. 2. Sistema de processamento de informações georreferenciadas. 3. Imagens de sensoriamento remoto. I. Cardoso, Lincoln Gehring. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônomicas. III. Título.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE BOTUCATU
FACULDADE DE CIENCIAS AGRONOMICAS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: TOPOGRAFIA CONVENCIONAL NA AFERIÇÃO DE ÁREAS OBTIDAS POR GEORREFERENCIAMENTO E GOOGLE EARTH

AUTOR: ALEXANDRE LUIS DA SILVA FELIPE

ORIENTADOR: Prof. Dr. LINCOLN GEHRING CARDOSO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA (ENERGIA NA AGRICULTURA), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. LINCOLN GEHRING CARDOSO
Dep de Engenharia Rural / Faculdade de Ciencias Agronomicas de Botucatu

Prof. Dr. LUCIANO NARDINI GOMES
Depto de Geociências - UEL


Profa. Dra. Bruna Soares Xavier de Barros
Depto de Engenharia Rural - FCA

Data da realização: 07 de agosto de 2015.

OFEREÇO

À Deus, pela graça da vida e saúde, que permite caminhar em Sua trilha alcançando em Seu tempo o propósito determinado.

À Minha Mãe Lúcia Estela, razão de Vida, à minha Avó Maria Aparecida (*in memorian*), a quem dedico todo o meu esforço para chegar até aqui. À Maria Helena dos Santos Mello (*in memorian*) e Hilda Helena dos Santos Mello(*in memorian*) pelos sábios ensinamentos e carinho no decorrer da minha infância.

À minha esposa Adriana, grande companheira, pelo seu amor, dedicação, tolerância e motivação para concluireste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Professor Doutor **Lincoln Gehring Cardoso**, por me aceitar como orientado, pelos ensinamentos técnicos, pela confiança e respeito consolidados durante estes anos de trabalho.

À Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP/Botucatu pelo apoio em todas as etapas deste trabalho.

Ao Departamento de Engenharia rural pela oportunidade de realizar o curso de Mestrado no Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Energia na Agricultura.

À Faculdade de Ensino Superior e Formação Integral – FAEF/Garça pela concessão da área experimental e instrumentos para realização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	VI
LISTA DE FIGURAS	VII
RESUMO	1
SUMMARY	2
1 INTRODUÇÃO	3
2 REVISÃO DA LITERATURA	6
2. 1 Topografia e Geodésia.....	6
2.2 Levantamento Topográfico e Instrumentos De Medições Das Operações Topográficas	13
2.2.1 Distanciômetros.....	13
2.2.2 Teodolito	14
2.2.3 Estação Total	14
2.3 Sistema De Posicionamento Global – GPS	15
2.3.1 Segmentos do Sistema GPS.....	16
2.3.2 GNSS (Sistema de Satélites de Navegação Global).....	17
2.3.3 Aplicações do GPS e ou GNSS.....	18
2.3.4 GPS e Levantamentos Topográficos	19
2.3.5 Base de Referência Virtual (VRS).....	21
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1 Material.....	23
3.1.1 Área selecionada para a tomada de dados.....	23
3.1.2 Equipamentos e Programas de computador	24
3.2 Métodos	24
3.2.1 Leituras com os receptor Geodésico	24
3.2.2 Levantamento topográfico utilizando Estação Total.....	24
3.2.3 Levantamento topográfico utilizando o Google Earth e AutoCAD	24
3.2.4 Processamento e análise dos dados	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	26
5 CONCLUSÕES.....	35
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classificação dos Medidores Eletrônicos (MED).....	13
Tabela 2. Classificação das Estações Totais.....	15
Tabela 3. Vantagens e desvantagens do sistema GPS em relação aos métodos convencionais de levantamentos topográficos.	21
Tabela 4. Características do Levantamento topográfico após o processamento dos dados pelo sistema topográfico DataGeosis.	26
Tabela 5. Coordenadas dos vértices obtidas pelo receptor GPS, Estação Total e Google Earth.	28
Tabela 6. Distâncias horizontais em metros entre os pontos do polígono segundo os dados obtidos por GPS, Estação Total, e Google Earth.....	29
Tabela 7. Diferença das distâncias comparada com a referência Estação Total.	29
Tabela 8. Deslocamento entre pontos dos polígonos em relação ao ponto 1 da referência Estação Total.	31

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Hipótese do Plano Topográfico de Projeção. Fonte:(COMASTRI, 1986).	8
Figura 2. Esquema planimetria. (Fonte: Centro Superior de Educação Tecnológica-CESET.).....	9
Figura 3. Representação do terreno planimetria (fonte: ESPARTEL, 1987)	10
Figura 4. Modelos de superfícies terrestres.	13
Figura 5. Esquema sistema GPS (fonte: Dana, P.H. 1994)	16
Figura 6. Localização da cidade de Garça.	23
Figura 7. Representação gráfica do polígono obtido por GPS, Estação Total, e o Google Earth em coordenadas UTM.....	32
Figura 8. Deslocamento entre pontos de polígonos em relação a distância do ponto1 (Referência polígono Estação Total)	33

RESUMO

O presente trabalho objetivou comparar distâncias horizontais e áreas de um polígono considerando pontos homólogos obtidos através de levantamento topográfico convencional realizado por Estação Total Nikon Nivo 322d, levantamento georreferenciado por receptor GNSS AshTech Pro Mark 200 e imagem do Google Earth. O processamento do levantamento topográfico foi realizado através programa computacional DataGeosis versão Office que acusou elevada precisão, constituindo-se em referência. Os dados obtidos através do receptor GNSS foram pós-processados pelo software GNSS Solution e os obtidos pelo Google Earth foram submetidos ao software AutoCAD 13 para desenho. Os dados assim obtidos permitiram a geração de plantas e de cálculo de distâncias horizontais e áreas nos três casos. Foi possível se plotar as três plantas em único desenho por se considerar para o primeiro ponto da poligonal obtida por levantamento topográfico convencional, o mesmo par de coordenadas que o obtido pelo receptor GNSS. Concluiu-se que valor de área obtida através do Google Earth ficando próximo do valor da referência, bem como seu entorno, não significa a precisão do polígono visto que comprometedoras diferenças em distâncias ora à maior ora à menor podem estar sendo compensadas, no entanto pode-se admitir esse procedimento para uso em planejamento rural generalizado.

Palavras-chaves: Levantamentos topográficos; levantamento georreferenciado; Imagem de satélites.

CONVENTIONAL SURVEY TO CHECK TOPOGRAPHICAL AREAS OBTAINED BY GOOGLE EARTH IMAGE AND GEOREFERENCING PROCEDURE.

Botucatu, 2015. 40f.

Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) -Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: ALEXANDRE LUIS DA SILVA FELIPE

Adviser: LINCOLN GEHRING CARDOSO

SUMMARY

The purpose of this study was to compare horizontal distances and areas of a polygon considering homologous points obtained through conventional survey using a Nikon Nivo total station 322d, a GNSS receiver AshTech Pro Mark 200 for georeferenced survey and Google Earth image. The processing of the survey made by computer program Datageosis Office version accused high precision constituting as the reference. The data obtained from the GNSS receiver were post-processed by the GNSS software Solution and the data obtained by Google Earth was submitted to the 13 AutoCAD software for drawing. The data obtained enabled the maps generation and calculation horizontal distances and areas in all three cases. It was possible to plot the three maps in a unique design by considering for the first point of the polygon obtained by conventional surveying, the same pair of coordinates obtained by the GPS receiver. It was concluded that the area value obtained through Google Earth being next to the reference value, does not mean the polygon precision due to the fact of differences in distances sometimes the largest and sometimes the smallest being compensated, however it is possible to admit this procedure for use in general rural planning.

Key words: topographical survey ; geo-referenced survey; satellite image

1 INTRODUÇÃO

Os métodos para aquisição de dados de uma superfície vêm passando por constante modernização e com a popularização de instrumentos como o receptor do Sistema de posicionamento Global e os programas computacionais, a obtenção de dados de área e perímetro de um local passou a ser bastante facilitada.

Essas facilidades contudo, ao serem utilizadas por usuários, inadvertidos, podem muitas vezes redundar em resultados errôneos e com consequências negativas em sua utilização posterior.

Entre as últimas atualizações está o método de correção do posicionamento GPS, que antes utilizava em modo de posicionamento diferencial ou relativo outro receptor e hoje já traz soluções com aquisição destes dados de maneira virtual o método denominado como VRS (*Virtual Reference Station*). Em ambos os casos, o conhecimento de determinadas características físicas das áreas de ocupação requer, necessariamente, o conhecimento de valores lineares e de área e evidentemente, o interesse deve recair sobre processos que permitam confiável avaliação da mesma.

Diferentes procedimentos podem ser utilizados nessas avaliações, incluindo topografia convencional, sistema de posicionamento global, processamento de informações de cartas topográficas, processos aerofotogramétricos.

Os diferentes procedimentos e métodos para a delimitação e mensuração de áreas sofreram nos últimos anos várias modificações em função da popularização da tecnologia. Tais avanços, para os leigos, passam uma imagem de que a topografia e seus métodos tradicionais de levantamento são demasiadamente trabalhosos e

complicados quando comparados aos recursos à disposição. Muitas pessoas não se atentam para a precisão e o próprio resultado obtido tomando-o como verdadeiro.

A necessidade do conhecimento do meio em que está inserido o ser humano, tanto do ecossistema quando do relevo vem desde a era das cavernas, foi o que possibilitou sua sobrevivência através dos tempos possibilitando cultivar, locomover-se, guerrear e construir. Estas atividades levaram ao desenvolvimento da topografia (VEIGA; ZANETTI; FAGGION, 2012).

Na topografia clássica os teodolitos mecânicos foram substituídos pelos teodolitos eletrônicos, surgiram os medidores eletrônicos de distância (distanciômetros), os quais foram incorporados aos teodolitos eletrônicos formando as Estações Totais (*Total Station*); os níveis mecânicos estão sendo substituídos pelos níveis digitais e níveis a laser. O avanço mais importante, entretanto, ocorreu com o a liberação o sinal do sistema de medições por satélites – GPS, criado para fins militares pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos, o que revolucionou completamente os métodos de levantamentos. Paralelamente ao desenvolvimento de novos instrumentos, o desenvolvimento de programas aplicativos de topografia e geodésia, do Sistema de Informação Geográfica (SIG) e da Modelagem Digital de Terreno, vêm estabelecendo uma nova conduta na coleta, no tratamento dos dados e na apresentação dos resultados (SILVA; ERWES, 1996).

Com o advento do Sistema de Posicionamento Global, criou-se um novo e abrangente campo de aplicações, que vai desde posicionamentos com precisões compatíveis com uma simples localização generalizada até o posicionamento com precisão milimétrica. Trabalhos tais como de Landau, Vollath e Chen (2002), Retscher (2002), Tang (2009), Oliveira e Silva (2012), Mehdiyev; Eminov e Asadov (2013) foram e vêm sendo desenvolvidos objetivando o refinamento de métodos e processos que culminem com precisões elevadas, notadamente quanto ao uso dos receptores geodésicos.

As diferenças de precisão de um posicionamento estão relacionadas aos diferentes custos de equipamentos e processamento. Em que pese, em qualquer circunstância, ser recomendável a obtenção de dados precisos, há que se ter em conta que a disponibilidade de receptores de navegação, de baixo custo e menor precisão quando comparados aos receptores topográficos e geodésicos, pode gerar situações de graves problemas de localização quando utilizado sem conhecimento de suas limitações (RODRIGUES, 2003).

São também disponíveis na atualidade, programas de computador que possibilitam a mensuração de áreas a partir de imagens de satélite bem como o traçado do perfil do terreno com suas cotas possibilitando o traçado das curvas de nível.

Consoante com o exposto, notadamente no que diz respeito a colocações voltadas à fácil disponibilidade de recursos para avaliação de áreas e perímetros, o presente projeto, desenvolvido com base em três tipos de levantamentos, objetivou constatar se as possíveis diferenças encontradas comprometem a aplicação dos resultados.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Topografia e Geodésia

O homem desde seus primórdios sempre teve necessidade de representar as regiões por onde migrava e o que lhe pertencia, em pinturas rupestres feitas mesmo antes da escrita é possível encontrar representações de porções de terra com cultivos de alimentos e detalhes da região. O desenvolvimento da topografia começa ainda nas culturas primitivas com os caldeus, egípcio, babilônicos, gregos, chineses e os romanos esses povos nos deixaram um legado de instrumentos e processos que, embora rudimentares, serviram para descrever, delimitar e avaliar propriedades tanto urbanas como rurais (LOCH; CORDINI, 2000).

A história da topografia teve início com os egípcios que dividiam as glebas em triângulos e avaliavam a sua área também usavam pontos de controle para local os vértices das propriedades destruídas pelas cheias do Rio Nilo, determinadas por meios de balizas e níveis d'água. No século XVI começam a aparecer os primeiros instrumentos de medidas, tal como o grafômetro, utilizado para medir ângulos no terreno e mais tarde, os níveis de bolha de ar e lunetas; no século XVIII começam a aparecer mapas com curvas de nível e, no século XIX surgiram então os primeiros aparelhos de grande precisão (SANTIAGO, 1969), (HOFMANN-WELLENHOF; LICHTENEGGER; WASLE, 2008).

Várias definições são citadas para topografia na literatura. Kissam (1993), define como “a arte de elaborar longas e precisas medições com um máximo de rigor e um mínimo dispêndio de tempo e esforço”; segundo Moffitt e Bouchard (1975), “é o processo de determinação da posição, na superfície da terra, das características naturais e

artificiais de um determinado local e da configuração do terreno”; Garcia Tejero (1978), define como “ o estudo dos métodos necessários para chegar a representar um terreno com todos os seus detalhes naturais ou criados pela mão do homem, bem como o conhecimento e manejo dos instrumentos necessários para tal fim” (CINTRA, 1993).

Veiga, Zanetti e Faggion, (2012) define de modo muito simples e direto a topografia usando a sua etimologia que traz do Grego o prefixo " TOPOS" com o significado de lugar e o sufixo "GRAPHEN” que significa descrição, assim, Topografia significa "descrição do lugar".

Mc Cormac(2014) completa esta definição " como a descrição do lugar com seus contornos e dimensões através da medição de distâncias, direções e altitudes.

Como a topografia está em constante evolução outras disciplinas evoluíram a partir desta tais como a cartografia e a geodésia e assim em 1988, a Canadian Association of Aerial Surveyors introduziu o termo Geomática para abranger todas as disciplinas voltadas a descrição da superfície terrestre e sua forma (MC CORMAC, 2014).

Desta forma a topografia ficou limitada dentro do Plano topográfico como define Comastri (1986) a topografia consiste no conhecimento dos instrumentos e metodologias destinados a realizar a descrição do terreno sobre uma determinada superfície plana denominada Plano topográfico.

Topografia consiste no conhecimento dos instrumentos e métodos que se destina a efetuar a representação do terreno sobre uma superfície plana denominada de Plano Topográfico. O Plano Topográfico é um plano horizontal tangente ao esferóide terrestre, num ponto que esteja situado dentro da área a ser levantada e, no qual se supõem projetadas todos os acidentes estudados (Figura 1). A hipótese do plano topográfico exige certa restrição no que se refere à extensão da área a ser levantada, não deverá exceder a 25 Km, pois a suposição da forma da terra como um plano gera erros os quais poderão se tornar incompatíveis com os dados reais do objeto de estudo. O plano topográfico é descrito como o plano horizontal tangente ao elipsoide terrestre formando uma área onde a curvatura terrestre não influencia nas distâncias (GARCIA; PIEDADE, 1979; CINTRA, 1993; COMASTRI, 1999; LOCH; CORDINI, 2000; VEIGA; ZANETTI; FAGGION,2012). Já dimensão do plano topográfico não é unanime dentre os estudiosos do assunto, Garcia e Piedade (1979) limita o plano em 50km; Comastri (1999) em 25km; Loch e Cordini(2000) em 20km; Veiga, Zanetti e Faggion, (2012) em 30km. Mas a

Associação Brasileira de normas técnicas editou duas normas referente ao assunto a NBR. 13.133/93 e a NBR 14.166/98. A NBR 14.166/98 define no seu item 3.39.4 o Plano topográfico e o limita em 70km e a NBR 13.133/94 no item 3.40 d traz a limitação do plano com a distância da origem de 80 km.

Dalforno et al. (2009), traz uma definição de plano topográfico sem determinar uma distância mínima a partir da origem do levantamento, o autor nessa simplificação, cita que para ser considerado o plano topográfico não deve ser observados erros sistemáticos derivados da desconsideração da curvatura terrestre. Em seu estudo comparativo dos resultados obtidos a partir de métodos geodésicos e topográficos foram obtidos discrepâncias dos dados processados no plano topográfico e geodésico, no entanto as coordenadas obtidas no plano geodésico não deixaram de ser compatível com plantas na escala de 1:1.000 ou menores.

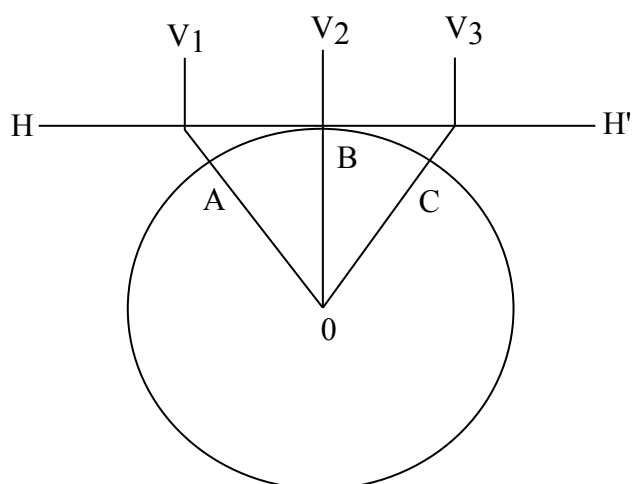


Figura 1. Hipótese do Plano Topográfico de Projeção. Fonte: (COMASTRI, 1986).

A fim de atingir os objetivos propostos em topografia esta se divide em topometria e topologia (COMASTRI, 1986; LOCH; CORDINI, 2000); e para Garcia e Piedade, (1979) esta divisão está acrescida de taqueometria e fotometria. Dentro processo de Topometria estuda os processos de medidas de ângulos e distâncias horizontais e verticais baseados na Geometria Aplicada. Para atender estes processos a Topometria se divide em Planimetria e Altimetria. A Planimetria se ocupa estuda e constitui processos e metodologias para obtenção de medidas no plano horizontal para a determinação de coordenadas planas de (X, Y) dos pontos de interesse e a posterior representação ortogonal

do plano topográfico, sem levar em consideração as diversas alturas do relevo. A Altimetria se preocupa em com as medidas feitas num plano vertical definido pelo fio de prumo, as medidas efetuadas são lineares e angulares encontrando as diversas distâncias verticais do relevo e realizando a representação da vista lateral do terreno ou perfil. Ainda quando se é realizado os dois trabalhos simultaneamente temos um resultado conhecido com planialtimetria para a confecção de planta planialtimétricas (GARCIA; PIEDADE, 1979; BORGES, 1977; COMASTRI, 1986; LOCH; CORDINI, 2000; VEIGA; ZANETTI; FAGGION,2012).

Dentro do campo de atividades da topografia, a topometria tem por objetivo o estudo e aplicação dos processos de medidas baseadas na geometria aplicadas, onde os elementos geométricos (ângulos e distâncias) são obtidos por instrumentos topográficos tais como teodolitos, estações totais, níveis.

A Planimetria, segundo Veiga, Zanetti e Faggion (2012), consiste em obter os ângulos e as distâncias horizontais para a determinação de projeções dos pontos do terreno para representação no plano topográfico tal como podemos observar na Figura 2. A planimetria atua no plano horizontal (plano topográfico) e não leva em consideração o relevo conforme a Figura 3.

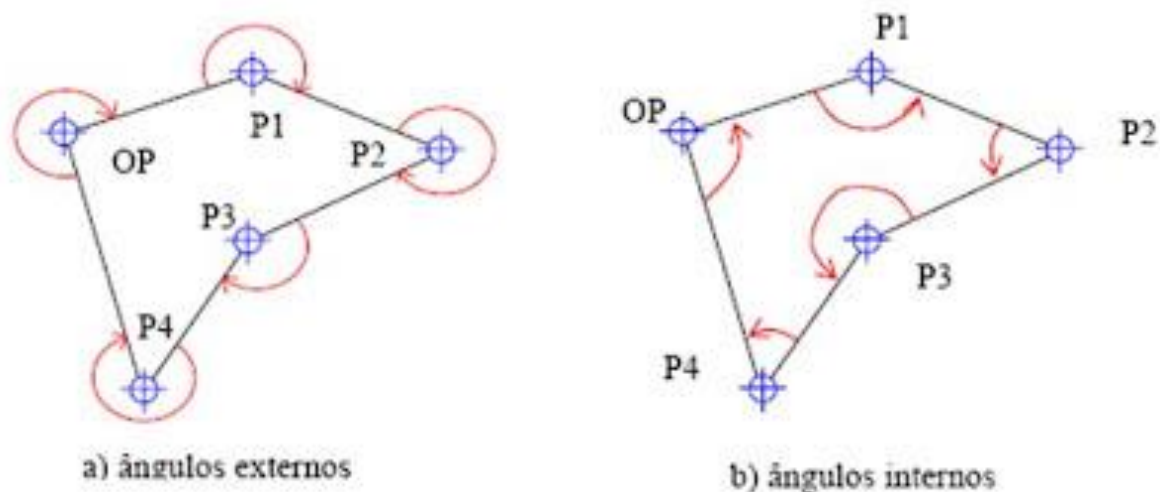


Figura2. Esquema planimetria. (Fonte: Centro Superior de Educação Tecnológica-CESET.)

Oliveira e Silva (2012), ao realizar um trabalho de planimetria comparando os diversos tipos de projeções TM (Transversa de Mercator) no estado do

Ceará encontraram diferenças de até 5000m² entre os levantamentos realizados com receptor GPS entre os planos de projeção UTM, RTM e LTM.

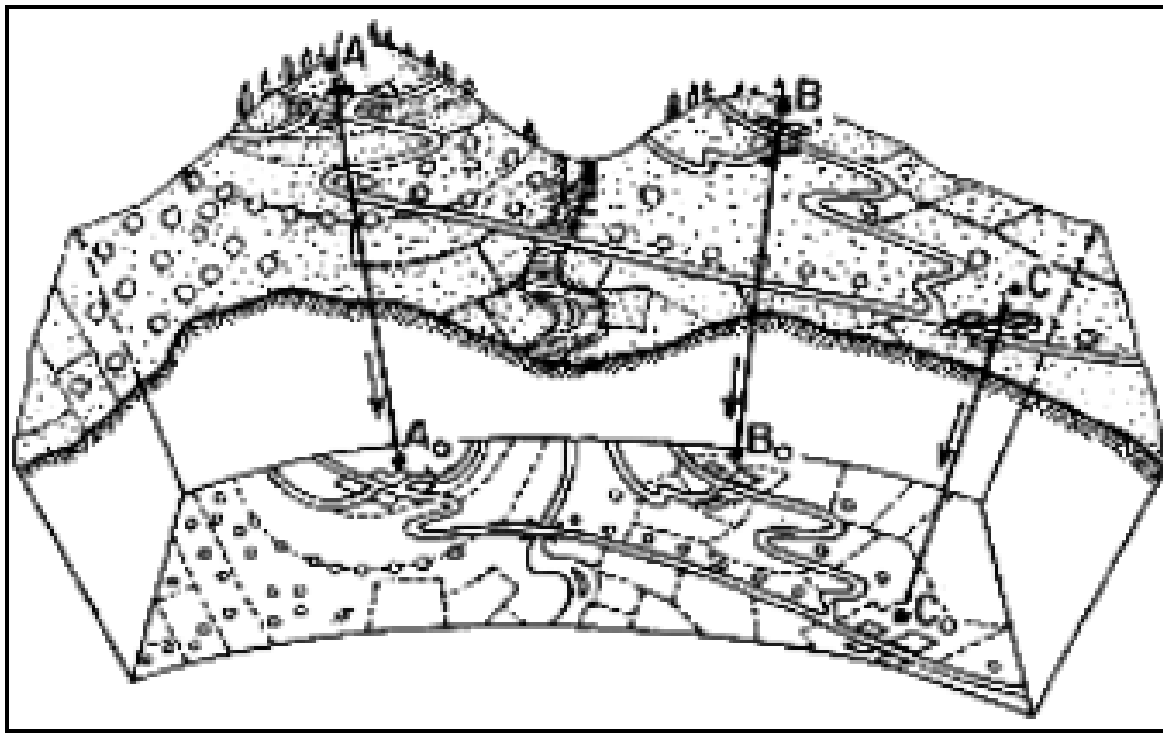


Figura3. Representação do terreno planimetria (fonte: ESPARTEL, 1987)

Borges (1977) define a altimetria como as medidas que são efetuadas num plano vertical, onde se obtêm os ângulos horizontais e verticais, as distâncias horizontais e as diferenças de níveis; usa como representação a vista lateral, ou perfil, ou corte, ou elevação, sendo seus detalhes representados sobre um plano vertical.

Para a execução da topometria, há necessidade da medição e estudos dos ângulos é denominado como Goniometria, há que se realizar as medições taqueométricas que através de instrumentos específicos, e através das resoluções de semelhanças de triângulos encontrar cada valor, permitindo as medidas indiretas de distâncias. Os instrumentos usados são denominados taqueômetros, dos quais podemos citar: o transitômetro e o teodolito que com a evolução instrumental da topografia deu origem ao taqueômetro eletrônico usualmente conhecido como Estação Total. (GARCIA; PIEDADE, 1979; BORGES, 1977; CINTRA, 1993). Segundo Kahmen (1997) citado por Farah e Seixas (2010) um taqueômetro eletrônico é um aparelho de medição, que mede ângulos e distâncias horizontais, verticais eletronicamente. Os dados obtidos são armazenados em dispositivos de memória que posteriormente são transferidos e processados em

microcomputador possibilitando um fluxo de dados automático, da aquisição dos dados de medição em campo até a produção de desenhos e registros. Kahmen (1988) ressalta que este tipo de taqueômetro são de média e alta precisão, no entanto Dias et al. (2010) comparando uma Estação Total com Nível de precisão para um nivelamento classe IIN concluiu que aquela poderia ser utilizada como alternativa ao Nível de precisão agilizando a tomada de dados e processamento.

Para alcançar o objetivo da topometria Loch e Cordini(2000) colocam ainda que as medidas de ângulos e distâncias podem ser tomados através de fotogrametria aérea ou terrestre. Esta técnica baseia-se na tomada de informações a partir de imagens ou fotografias. A fotogrametria está relacionada com a acurácia posicional e geométrica dos objetos e o aspecto quantitativo. Durante muitos anos o material mais usado foram as fotografias aéreas ortogonais e ortorretificadas que possuem uma metodologia própria para serem feitas, utilizando aviões e máquinas fotográficas. Com o barateamento das tecnologia e fim da Guerra Fria houve assim maior acesso a tecnologias que até então eram para fins bélicos como as imagens de satélites agora usada em levantamentos, outra tecnologia que está ao alcance de todos e começa ser usada é o programa computacional Google Earth (UFPR, 2014).

O termo Geomática foi utilizado inicialmente no Canadá para designar o conjunto de disciplinas que descrevem a Terra em números matemáticos. Dentre as disciplina estão a Geodésia, Posicionamento e navegação por satélite, Imagens digitais, Mapeamento, Sensoriamento Remoto, Sistemas de Informação Geográfica e Topografia.

A Geodésia consiste no estudo da forma, das dimensões e campo gravitacional da Terra. A Geodésia, em seus trabalhos, leva em consideração a forma da terra, enquanto a topografia tem sua atuação restrita a pequenos trechos da superfície terrestre, considerando-se este trecho como sendo plano, plano topográfico. Costuma-se ainda, distinguir a Topografia da Geodésia em função da extensão do levantamento. Até 25 ou 30 quilômetros estaríamos no campo da topografia, acima deste limite estaríamos no campo da Geodésia, em que é necessário considerar a curvatura da terra (CINTRA, 1993).

A Geodésia como integrante da Geomática e da Geofísica se ocupa de descrever a forma e a física da Terra medindo o campo gravífico (como se distribui o campo gravitacional da em torno da terra) e a representação cartográfica da superfície (forma e dimensão).

A Geodésia se divide conforme a área de estudo, na representação cartográfica ela é disposta em:

Geodésia Superior que abrange o a geodésia moderna espacial, nela são usados os métodos de astronomia para a determinação das dimensões da superfície terrestre em grandes áreas, maiores que o plano topográfico, deslocamento dos continentes.

Geodésia inferior foi introduzida a topografia, dentro desta divisão é incorporada a rede geodésica, a rede gravimétrica e a rede de nivelamento geométrico. No Brasil quem se ocupa com a implantação e manutenção desta redes é o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) que criou o Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), formado pelo conjunto de estações, materializadas no terreno. Nos últimos tempos em virtude da modernização nos métodos de levantamento com a disponibilidade dos sinais GNSS foi necessário uma revisão nas características do SGB, desta forma o Órgão brasileiro implantou da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC). Com o seu funcionamento, os usuários de informações do IBGE passarão a contar com uma infraestrutura ativa e compatível com os métodos atuais de posicionamento baseados no GNSS. Entretanto, a componente altimétrica do SGB ainda não está totalmente contemplada, em virtude de desconhecermos com suficiente precisão a forma real da Terra (geóide) (IBGE, 2014).

Para os trabalhos em Geodésia e Topografia a forma da terra é classificada de 3 maneiras de acordo com a Figura4, a forma natural que é a forma da terra com seu morros, montanhas, vales e abismos conhecida como superfície topográfica.

Segundo IBGE (1998) forma do planeta, é a superfície geoidal que definida como superfície do nível médio do mar homogêneo ou seja na ausência de correntezas, ventos, variação de densidade da água, hipoteticamente prolongado por sob continentes. Essa superfície se deve, principalmente, às forças de atração de gravidade e força centrífuga de rotação da Terra. Com o intuito de buscar um modelo mais simplificado de representação o nosso planeta. Foi estabelecida a Figura geométrica chamada ELIPSE que ao girar em torno do seu eixo menor forma um volume, o ELIPSÓIDE DE REVOLUÇÃO, achatado no pólos. Assim, o elipsóide é a superfície de referência utilizada nos cálculos que fornecem subsídios para a elaboração de uma representação cartográfica.

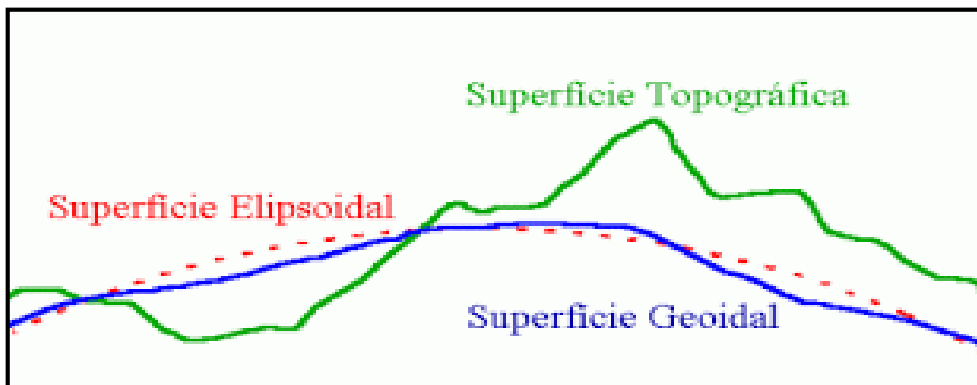


Figura4. Modelos de superfícies terrestres.

2.2 Levantamento Topográfico e Instrumentos De Medições Das Operações Topográficas

Levantamento topográfico é o conjunto de operações necessárias para se obter os elementos geométricos (ângulos horizontal e vertical, distâncias horizontal e vertical e diferença de nível) visando representar no plano topográfico um trecho da superfície terrestre. Os levantamentos topográficos obedecem a normas técnicas NBR 13.333 da ABNT.

2.2.1 Distanciômetros

Os distanciômetros eletrônicos ou medidores eletrônicos de distância (MED), surgiram na década de 60. São classificados em três classes conforme a sua precisão, determinada a partir do desvio padrão Tabela 1 (SILVEIRA, 2000).

Tabela 1. Classificação dos Medidores Eletrônicos (MED)

Classes do EDM	Desvio Padrão
1 – Precisão baixa	$\pm (10 \text{ mm} + 10 \text{ ppm} \times D)$
2 – Precisão média	$\pm (5 \text{ mm} + 5 \text{ ppm} \times D)$
3 – Precisão alta	$\pm (3 \text{ mm} + 3 \text{ ppm} \times D)$

ppm – parte por milhão D – distância

2.2.2 Teodolito

Instrumento que se destina fundamentalmente a medida de ângulos verticais e horizontais e obtenção da distância horizontal e diferença de nível por taqueometria. O teodolito sofreu avanços tecnológicos passando de teodolito prismático para teodolitos eletrônicos informatizados. Teodolito prismático: a leitura dos ângulos é efetuada através do auxílio de prismas posicionados sobre o círculo graduado. Teodolito eletrônico: a leitura dos ângulos é feita diretamente em um visor de cristal líquido. Os teodolitos eletrônicos podem ser: Teodolito eletrônico informático, armazena os dados em uma caderneta eletrônica a qual permite a transmissão dos dados para um computador ou diretamente para uma estação gráfica (*ploter*) (SILVEIRA, 2000).

2.2.3 Estação Total

A Estação Total surgiu na década de 90, como resultado da união dos teodolitos eletrônicos informáticos integrados a um distanciômetro eletrônico (MED). RAMOS (1999) descreve Estação Total como um teodolito eletrônico, equipado com um sistema de medições que utiliza ondas de luz, geralmente infravermelho, e os princípios da física para o cálculo das distâncias em função do tempo decorrido entre a emissão do raio de luz, seu reflexo num prisma e seu retorno ao equipamento emissor. São assim chamadas de Estação Total, devido ao fato de que eliminam a intervenção do operador no sentido de anotações dos valores medidos e a execução física da medição, já que utilizam programas coletores e transformadores de dados.

Corseuil e Robaina (2003), utilizou em seu trabalho como referência o instrumento Estação Total de precisão angular de 1" para comparar diversos tempos de coleta de dados de Receptores GPS, a poligonal levantada por Estação Total resultou um erro angular de 32" para uma área de 16,915 ha e 5 vértices.

Santos (2006), propondo um ajustamento para melhoria da confiabilidade e precisão dos pontos de redes geodésicas para fins topográficos locais e Tonello e Bortoluzzi (2011), analisando a viabilidade técnica do uso de receptores GPS de navegação para fins de amostragem sistemática de solo, ambos utilizaram como referência em seus trabalhos o instrumento Estação Total, os autores não apresentam os valores dos

erros angulares e lineares apenas citam que houve controle dos erros em razão do tipo de levantamento.

Conforme a NBR 13.133 da ABNT, as estações totais são classificadas em função da precisão - desvio padrão - das medidas angulares e lineares Tabela 2 (SILVEIRA, 2000).

Tabela 2. Classificação das Estações Totais

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

ppm – parte por milhão D – distância

2.3 Sistema De Posicionamento Global–GPS

Desenvolvido pelo departamento de defesa dos EUA (DoD), em 1973, com o objetivos de suprir as necessidades militares e disponibilizado posteriormente para uso na comunidade civil, o GPS foi considerado um dos maiores avanços tecnológicos do fim do século XX, tendo revolucionado as técnicas de engenharia de mapeamento, transporte, navegação, cartografia, agrimensura, agronomia e um número crescente de atividades.

Baseado em satélites artificiais NAVSTAR-GPS (*Navigation System using Time and Ranging & Global Positioning System*), o sistema GPS consiste em um sistema de navegação e de posicionamento de alta precisão e rapidez, que permite aos usuários determinar posições expressas em latitude, longitude e altitude, em função das coordenadas cartesianas X, Y e Z em relação ao centro de massa da Terra; o sistema também fornece uma componente relativa a medida de tempo. O sistema GPS aliado a um sistema de informação geográficas (SIG) e a um sistema de comunicação alcança grande velocidade e precisão na aquisição de dados conduzindo a uma revolução na arte de posicionar qualquer objeto sobre ou próximo da superfície terrestre (SEGANTINI, 1999).

2.3.1 Segmentos do Sistema GPS

O sistema de posicionamento global consiste em três segmentos (SEGANTINI, 1999):

O segmento espacial, que envolve os satélites que emitem sinais;

O segmento de controle terrestre, composto pelas estações de rastreamento;

O segmento do usuário, envolvendo todos os tipos de receptores.

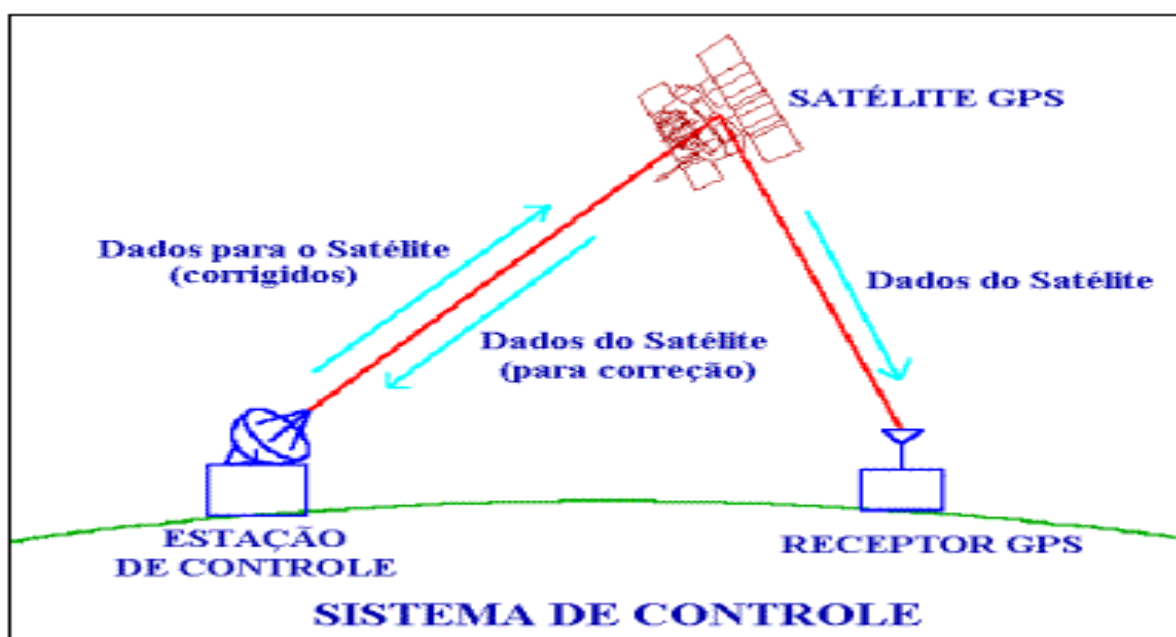


Figura5. Esquema sistema GPS (fonte: Dana, P.H. 1994)

O GPS foi declarado totalmente operacional em janeiro de 1994, ocasião em que sua constelação atingiu 24 satélites em órbita. Sua constelação atual é de 28 satélites dedicados a este fim específico. Estes satélites orbitam a uma altura de aproximadamente 28,000 Km acima da superfície terrestre e transmitem continuamente sinais que possibilitam a determinação da posição de um receptor na Terra ou suas imediações (GOMES et al., 2001).

Um receptor GPS, além de entender a “programação” transmitida pelos satélites, é capaz de calcular a distância entre sua antena e cada um dos satélites “visíveis” pelo observador. A distância (D) entre o receptor e a satélite é calculada pelo tempo que a “programação” (sinal GPS), gerada no satélite, leva para chegar até a antena

receptora. Como o sinal viaja através da atmosfera com a velocidade da luz, a distância é obtida pela multiplicação desta pelo tempo que o sinal levou para chegar ao receptor

O conhecimento da posição de cada um dos quatro (ou mais) satélites e das respectivas distâncias até a antena do receptor permite utilizá-los como pontos de referência para a determinação de posições na Terra.

Para o posicionamento e a determinação de um ponto com alta precisão é indispensável a utilização de receptores de dupla frequência, isto é, com pseudodistância e fase da onda portadora sendo esta observável é imprescindível (BERNARDI; LANDIM, 2002; IBGE, 2008). Xu (2008), define a fase da portadora como uma medida da fase do sinal de satélite recebido em relação à fase da portadora gerado pelo receptor no momento da sua recepção, com isso há um controle dos ciclos entre as observações que vão sendo acumulados o que confere ao ponto precisão milimétrica.

2.3.2 GNSS (Sistema de Satélites de Navegação Global)

Segundo Hofmann-Wellenhof, Lichtenegger e Wasle (2008) e Xu (2007), o Sistema de satélites de navegação global GNSS é composto por 4 constelações de satélites sendo elas Navstar (GPS), Glonass gerenciado pela Rússia, Beidou/Compass de posse da China e Galileo da União Europeia. Análogo ao sistema GPS o GNSS também possui 3 segmentos satélites, controle e monitoração e usuários. Hein (2002) citado pelos autores coloca que os sistemas de satélites possuem uma referência comum o que teria facilitado a interoperabilidade, os sistemas foram intencionalmente concebido para utilizar diferentes quadrantes da órbita, a fim de evitar falhas de modo comum e, assim, para aumentar a integridade de soluções combinada, o que gera maior acurácia do dado obtido.

Segundo o Estados Unidos (2015), no Official U.S. Government information about the Global Positioning System, a partir de Agosto de 2015 serão 31 satélites em operação na constelação GPS. Isso não inclui os satélites de GPS desativados mantidos em órbita, para caso haja necessidade de reativá-los.

A Rússia (2015), traz que a constelação GLONASS possui 28 satélites dos quais 24 estão em operação.

No Sistema de Navegação por Satélite BeiDou, A agência responsável pelo COMPASS relata que a constelação contará com 30 satélites até 2020 (CHINA, 2015)

A European space Agency relata que o GALILEO tem órbita 8 dos 30 satélites que comporão a constelação até 2019. (PORTUGAL,2015)

2.3.3 Aplicações do GNSS

O sistema GPS vem confirmando, através dos últimos anos, que é uma metodologia eficaz de posicionamento, proporcionando a aquisição de coordenadas com precisão, principalmente as coordenadas geográficas latitude e longitude (SEGANTINI, 1999 apud RODRIGUES, 2003).

Este sistema vem sendo acrescido com o sistema GNSS, que tem se destacado devido a melhoria no desempenho para atender às necessidades dos usuários de topografia e geodesia. Tal desempenho pode ser alcançado através da integração de sistemas GNSS com outros sistemas e tecnologias o que gera nos receptores destinados a realização dos levantamentos maior precisão (HOFMANN-WELLENHOF; LICHTENEGGER; WASLE, 2008).

O sistema GNSS assim como o GPS tem sua aplicação para gerar posicionamentos cinemáticos e estáticos em tempo real e fornecer esses dados com precisões satisfatórias para os mais variados usos, utilizando-se de receptores apropriados em cada uma das suas aplicações. É um sistema economicamente competitivo na maioria dos casos. O alto potencial desta tecnologia e as ilimitadas possibilidades de aplicações na Geodésia, na navegação e nos mais diferentes tipos de áreas, como por exemplo: Levantamento de controle; Levantamento de cadastro; Geodinâmica; Monitoramento de obras de engenharia (barragens, pontes, edifícios, etc.) Navegação de precisão; Fotogrametria; Sistemas de Informação Geográficas (SIG); Geodésia (RODRIGUES, 2006; XU, 2007).

Outras aplicações, que não eram possíveis com métodos convencionais, podem ser agora realizados com o GPS. Dentre esses tipos de aplicações, pode-se citar: Mapeamento industrial de gás, elétrico e hidráulico; Levantamentos aéreos; Agricultura de precisão; Medidas da rotação da Terra; Posicionamento marinho e alta precisão; Medida da velocidade; Mapeamento gravitacional vetorial através de um veículo em movimentos; Aerotriangulação sem pontos de controle terrestre; Levantamento e locação de pontos geométricos de projetos de vias; Levantamentos topográficos; Controle de deslocamento de obras civis (EL-RABBANY, 2002; RODRIGUES, 2006).

A utilização do GPS nas coletas de solo georrefenciada tem sido cogitado por diversos autores, Tonello e Bortoluzzi (2011) avaliaram receptores GPS de navegação versus Estação Total no estado do Rio Grande do Sul para viabilidade do uso destes receptores GPS de navegação para fins de amostragem sistemática de solo os resultados encontrados por eles mostra que a exatidão dos pontos amostrados variaram de -10 m a +3m em X e -4 a +7m em Y. Essa variação mostra que esse tipo de equipamento, com baixa precisão e exatidão, não deve ser empregado para amostragem sistematizada de solos.

Rodrigues (2006), encontrou diferenças na utilização de receptores GPS para a determinação de cotas, no seu experimento tanto o receptor de navegação quanto o topográfico não apresentaram valores aceitáveis para o nivelamento. Já o receptor geodésico trouxe valores aceitáveis.

Corseuil e Robaina (2003), demonstram que o tempo de posicionamento de receptor GPS traz valores aceitáveis de cota quando o tempo está entre 5 e 15 minutos. E na planimetria o posicionamento no tempo de 15 minutos permitiu a obtenção de precisão centimétrica.

Gumus (2012), comparou cinco diferentes métodos de para calcular a correção do posicionamento de GPS entre elas RTK e VRS encontrando para esta última uma melhor acurácia para as componentes “X, Y e h”.

Mohammed (2013) ao comparar as coordenadas obtidas por GPS com as obtidas no Google Earth concluiu que apesar dos dados não serem exatos os valores são muito próximos o que nos leva a utilizar os dados do Google com certa precisão Esta precisão pode ser empregada com sucesso para obter mapas planimétricos com médias e pequenas escalas. Para Hernandez (2013), comparando a acurácia presente nas imagens do Google Earth com o banco de dados de uma área rural no México sugere que as imagens do GE devem ser utilizadas com cautela dependendo data em que foram obtida e de sua resolução.

2.3.4 GPS e Levantamentos Topográficos

O levantamento topográfico com o sistema de posicionamento global – GPS é, atualmente, a alternativa mais eficaz quando consideradas as variáveis custo e produtividade. Obtendo simultaneamente dados planimétricos e altimétricos, sua

comparação com os métodos de levantamento convencionais permite um ganho da ordem de 3/1 em tempo e redução substancial das equipes de campo (GOMES et al., 2001).

A utilização dos receptores GPS de navegação nos levantamentos topográficos não é recomendada pois apresentam erros na exatidão dos pontos tomados, para correção destes já existe na WEB serviços *online* gratuitos para o pós processamento dos dados. Estes serviços foram comparados com um *software* científico e os resultados alcançados apresentaram uma alta acurácia na posição obtida pelos serviços *online* variando entre 20 e 10mm com estes valores a utilização deste Receptores GPS e estes serviços podem ser empregados em muitas aplicações de engenharia e análises geodésicas. (OCALAN; ERDOGAN; TUNALIOGLU,2013)

Kaplan e Hegarty (2006), relatam que a partir de 1986 os avanços obtidos com a melhoria do sinal dos satélites do sistema GPS trouxe para o usuário de agrimensura e mapeamento uma enorme vantagem econômica devido as facilidades do sistema, que diminuiu a mão de obra e o tempo de realização do serviço.

Vários aspectos evidenciam as vantagens do sistema GPS em relação aos métodos convencionais de levantamentos topográficos (Tabela 3), entretanto dois aspectos importantes a considerar são seu caráter tridimensional, permitindo alta precisão de medidas e, a não exigência de intervisibilidade dos pontos, fator requerido nos equipamentos convencionais como teodolito e MED, que permite ao GPS medidas em qualquer lugar da superfície terrestre (NEWCOMER, 1990).

Os equipamentos e tecnologias aplicados a geociências tiveram em poucos anos grande evolução, uma das desvantagens apresentas na Tabela 3 mostrando que o sistema GPS não faz nivelamento, fica superada no trabalho de Ashkenazi e Roberts (1997) citados por Barrias et al. (2014), onde para o monitoramento da ponte suspensa Humber no Reino Unido recorreram a um sistema baseado em GPS e encontraram em testes a precisão direção horizontal de ± 1 mm e de ± 3 mm na direção vertical.

Tabela 3. Vantagens e desvantagens do sistema GPS em relação aos métodos convencionais de levantamentos topográficos.

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Ligação indireta entre estações; Linhas mais longas. Precisão: métodos cumprem e superam normas do IBGE e ABNT. Rapidez: automatização na coleta, processamento e exportação dos dados; linhas mais longas. Tridimensional: transporteplani-altimétrico simultâneo.	Problemas com vegetação densa e alta; Vetado para túneis/minas subterrâneas. Área urbana alta: multicaminhamento; poucos satélites GPS. Não faz “nivelamento”; Necessita de informação geoidal. Custo elevado dos equipamentos e suprimentos.

Fonte: Newcomer, 1990.

2.3.5 Base de Referência Virtual (VRS)

Na utilização dos métodos de correção das coordenadas com a utilização de GNSS vários são os métodos utilizados, entre eles estão os métodos DGPS onde os dados obtidos são pós processados depois de executado o levantamento e o método RTK onde os dados são processados e transmitidos via rádio, para as duas metodologias de correção é necessário que se utilize no mínimo dois receptores GNSS com fase portadora L1 e L2 um receptor funcionando como base de referência e outro como “rover” coletando os dados de interesse (ALVES, 2008).

O conceito de VRS (*Virtual Reference Station*) consiste em uma rede de estações GNSS que coletam dados durante as 24 horas do dia com este monitoramento contínuo forma se grande banco de dados regional das observáveis GNSS que são transmitidas a um servidor central. O usuário do método VRS deve acessar o servidor central de dados de monitoramento contínuo e gerar a estação virtual que será interpretada como uma estação de referência pelos dados obtidos pelo “rover” durante o levantamento. (LANDAU et al, 2002; ALVES et al., 2007).

Este método foi desenvolvido com a concepção de aumentar a acurácia, disponibilidade e consistência dos dados adquiridos para a correção das observáveis GNSS. Landau et al, 2002 traz que o mínimo de estações de monitoramento conectadas ao servidor deve ser em número de três para a obtenção de precisão sub-métrica.

Conforme Omar e Rizos (2003) citados por Alves et al.(2007) as estações de monitoramentos conectadas a um servidor variam de três a centenas delas. A distância entre as estações pode variar de poucos quilômetros a dezenas de quilômetros ou mais.

Com a associação do aumento de estações de monitoramento com uma arquitetura de posicionamento bem distribuída e diminuição da distância destas espera-se alcançar precisões centimétricas a sub-centimétricas o para os pontos processados a partir do método VRS (BORGES, 2014).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

3.1.1 Área selecionada para a tomada de dados

Foram tomadas leituras em área experimental da Faculdade de Ensino Superior e formação Integral de Garça/SP – FAEF/Garça, constituída por uma poligonal de base de 17 pontos. A área experimental tem como localização as coordenadas UTM X= 635.653,352 e Y= 7.534.084,973



Figura6. Localização da cidade de Garça.

3.1.2 Equipamentos e Programas de computador

- Receptor GPS AshTech Pro Mark 200 L1/L2 geodésico precisão (5mm + 1 ppm);
- Estação Total Nikon Nivo 322d;
- Programa Google Earth;
- Programa Auto CAD13 “Free for students”Autodesk;
- Programa Pro Mark Field;
- Programa GNSS solution;
- Programa DATAGEOSISoffice.

3.2 Métodos

3.2.1 Leituras com o receptor Geodésico

As leituras com o receptor foram feitas através do caminhamento no perímetro da área e em cada vértice o foi feito o estacionamento de 5 minutos e foram coletadas as coordenadas plano-retangulares no sistema UTM (Transversa de Mercator).

3.2.2 Levantamento topográfico utilizando Estação Total

Com a Estação Total a área foi levantada apoiando-se em poligonal de base fechada objetivando-se o conhecimento do rigor do levantamento. Foi considerado como padrão de exatidão mínima aquela definida segundo a NBR 13133(1994).

Os dados obtidos a partir da Estação Total constituíram na referência de campo.

3.2.3 Levantamento topográfico utilizando o Google Earth e AutoCAD

Para se obter os dados através do Google Earth foi analisada a imagem fornecida pelo programa de onde foram coletadas as coordenadas totais UTM. Para tanto foi necessário configurar o modo de Navegação do sistema. Através da aba Ferramentas no “Menu principal”, seguido pelo ícone Opções. Na janela “Opções”

selecionou-se a aba Navegação, que no item Navegação deve estar marcada a ação “Não inclinar automaticamente ao aplicar zoom” desta maneira é possível se gerar uma imagem ortogonal da superfície. O cálculo da área do terreno para os pontos homólogos foi realizado pelo método analítico de Gauss.

A versão utilizada do Google Earth não disponibilizou a ferramenta para o cálculo de áreas. Assim para o cálculo da área a partir da imagem obtida no programa utilizou-se o AutoCAD.

Neste procedimento a área em questão foi salva no Google Earth no formato de Imagem na escala que possibilitou a melhor visualização dos marcos e vértices, posteriormente esta imagem foi inserida no software AutoCAD através da ferramenta “inserir imagem raster”, em seguida, configurada em escala real utilizando a ferramenta “escala na opção referência”. Após foi desenhado o polígono sobre a imagem contornando o limite da área objeto do estudo com a ferramenta “poli linhas” e calculada a área do desenho através do comando “Calculo de Área”.

3.2.4 Processamento e análise dos dados

Os dados obtidos a partir do equipamento receptor geodésico foram processados pelo sistema GNSS solution para as devidas correções do posicionamento e posteriormente processados pelo Sistema Topográfico DATAGEOSIS, obedecendo-se a característica dos dados básicos (coordenadas) quando de sua inserção no sistema. Os dados obtidos a partir da Estação Total foram processados pelo Sistema Topográfico DATAGEOSIS, obedecendo-se a característica dos dados básicos (planilha topográfica) quando de sua inserção no sistema. Considerando o receptor geodésico, a Estação Total e o traçado obtido a partir do Google Earth em cada uma das condições impostas foram geradas camadas independentes as quais permitiram a visualização de cada polígono, de um determinado conjunto de polígonos ou de todos os polígonos ao mesmo tempo, permitindo a obtenção das diferenças de traçado e posicionamento entre eles.

Foram avaliadas as diferenças de área entre cada polígono obtido pelo receptor geodésico, com os dados obtido no Google Earth com a área referência obtida com a Estação Total. Para tanto considerou-se pontos homólogos ao longo do perímetro para os três métodos, pontos que possuíam a nítida observação em todos os casos devida a inflexão do perímetro bem definida.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O levantamento com a Estação Total permitiu o processamento dos dados de maneira a se conhecer a precisão do procedimento. Os dados apresentados na Tabela 4 foram gerados pelo programa de computador DataGeosis.

Tabela 4. Características do Levantamento topográfico após o processamento dos dados pelo sistema topográfico DataGeosis.

Poligonal fechada com controle total.
Ajustada pelo método proporcional às projeções.
Ângulos compensados.
Cotas compensadas.
Nº de vértices: 16
Erro angular: 0°00'07,0" (Tolerância Angular = 0°00'33")
Erro linear: 0,180 m (Tolerância Linear = 0,523 m)
Delta E(X): -0,076 m
Delta N(Y): 0,163 m
Erro altimétrico: 0,507 m
Precisão relativa linear: 1:14445
Área sem ajuste: 317795,188 m ²
Perímetro sem ajuste: 2624,28 m
Área com ajuste: 317860,352 m ²
Perímetro com ajuste: 2624,53 m

Como pode ser constatado na Tabela 4, o levantamento resultou em um erro angular de fechamento de $0^{\circ} 00' 07''$ para um erro tolerável de $0^{\circ} 00' 33''$ e um erro linear de 0,180 m para um erro tolerável de 0,523 m. Esses dados automaticamente submetidos ao programa DataGeosis geram uma precisão relativa do levantamento e 1:14.445 m.

Corseuil e Robaina (2003), comparando diversos tempos de coleta de dados de receptores GPS utilizaram como referência a poligonal levantada por Estação Total com precisão angular de $1''$ obtendo um erro angular de $0^{\circ} 00' 32''$ para uma área de 16,915 ha e 5 vértices.

Santos(2006), propondo um ajustamento para melhoria da confiabilidade e precisão dos pontos de redes geodésicas para fins topográficos locais e Tonello e Bortoluzzi (2011), analisando a viabilidade técnica do uso de receptores GPS de navegação para fins de amostragem sistemática de solo, utilizaram como referência em seus trabalhos o instrumento Estação Total, porém não apresentam os valores dos erros angulares e lineares apenas citam que houve controle dos erros em razão do tipo de levantamento.

Para que o programa DataGeosis calcule estes parâmetros, este leva em consideração a NBR. 13.133/94. Conforme seu manual isso significa que os erros cometidos na leitura dos ângulos e distâncias lineares dentro dos limites definidos pela Norma, podem ser aceitos, segundo Borges (2014).

As precisões relativas nos Estados Unidos variam de 1: 5000 m em áreas rurais e 1:10000 m em áreas urbanas para um levantamento satisfatório. (MCCORMAC, 2014).

Com base no exposto, é seguro se afirmar que o levantamento efetuado no presente trabalho, pode ser tecnicamente admitido como referência.

Quando do processamento de uma planilha topográfica, há que se definir as coordenadas de latitude e longitude para um dado ponto que usualmente é o primeiro, sendo que essas coordenadas podem ser arbitrária e, independente do seu valor, o sistema acusará o resultado em coordenadas dos demais vértices, compatíveis com a definida para um dado ponto, não comprometendo contudo, os cálculos de erros angulares e lineares.

Considerou-se para o processamento dos dados do levantamento efetuado com a Estação Total, as coordenadas do ponto 1aquelascoletadas pelo receptor GPS, a fim de que o posicionamento dos traçados das poligonais obtidas por Estação Total e o Google Earth em posição que facilitasse a visualização conjunta das figuras obtidas.

Na Tabela 5 são apresentadas as coordenadas dos vértices conforme obtidos pelo receptor GPS e Google Earth, assim como as calculadas com base nos dados do levantamento pela Estação Total. Ressalta-se que são coordenadas de pontos homólogos.

Tabela5.Coordenadas dos vértices obtidas pelo receptor GPS, Estação Total e Google Earth.

Ponto	Estação Total		GPS		Google Earth	
1	635.653,352	7.534.084,973	635.653,579	7.534.087,127	635.658,000	7.534.088,000
2	635.901,373	7.534.046,186	635.905,596	7.534.084,254	635.862,160	7.534.090,140
3	636.170,385	7.534.003,605	636.177,956	7.534.081,267	636.191,220	7.534.081,800
4	636.341,965	7.533.914,320	636.345,458	7.534.024,930	636.362,410	7.534.021,520
5	636.414,101	7.533.821,227	636.444,456	7.533.936,212	636.456,220	7.533.933,770
6	636.510,872	7.533.721,778	636.546,315	7.533.861,438	636.559,680	7.533.854,870
7	636.602,048	7.533.555,976	636.668,805	7.533.704,035	636.678,270	7.533.699,030
8	636.613,614	7.533.422,925	636.701,707	7.533.572,517	636.706,760	7.533.574,670
9	636.287,350	7.533.376,313	636.387,193	7.533.479,958	636.396,030	7.533.470,760
10	636.287,235	7.533.455,347	636.373,757	7.533.557,696	636.384,660	7.533.548,470
11	636.228,496	7.533.446,447	636.316,502	7.533.539,872	636.320,710	7.533.538,810
12	636.209,747	7.533.465,472	636.294,975	7.533.555,355	636.297,620	7.533.555,240
13	636.136,090	7.533.539,100	636.211,665	7.533.618,239	636.223,620	7.533.613,400
14	635.934,196	7.533.741,805	635.982,582	7.533.787,999	635.977,760	7.533.796,470
15	635.796,902	7.533.909,198	635.822,125	7.533.933,731	635.827,900	7.533.933,720
16	635.677,961	7.534.054,614	635.683,867	7.534.060,647	635.680,910	7.534.057,630
	Área(ha)	31,786		31,624		32,150

Embora para o primeiro ponto da poligonal processada com base no levantamento pela Estação Total tenham sido consideradas as coordenadas lidas, nesse ponto, pelo receptor GPS, observa-se na Tabela 5 uma pequena diferença entre ambas. Essa diferença está associada à correção que o programa de computador DataGeosis faz em todos os pontos do polígono, com base nos erros angular e linear de fechamento.

Os dados de coordenadas, após processamento, permitem o cálculo das distâncias entre pontos, em cada polígono, o que pode ser observado na Tabela 6.

Tabela 6. Distâncias horizontais em metros entre os pontos do polígono segundo os dados obtidos por GPS, Estação Total, e Google Earth.

Alinhamento	Estação Total	GPS	Google Earth
1 2	251,04	252,03	204,17
2 3	272,36	272,38	329,17
3 4	193,42	176,72	181,49
4 5	117,77	132,93	128,45
5 6	138,76	126,36	130,11
6 7	189,22	199,45	195,83
7 8	133,55	135,57	127,58
8 9	329,58	327,85	327,64
9 10	79,03	78,89	78,54
10 11	59,41	59,97	64,68
11 12	26,71	26,52	28,34
12 13	104,15	104,38	94,12
13 14	286,10	285,13	306,53
14 15	216,49	216,76	203,21
15 16	187,86	187,68	192,25
16 1	39,08	40,23	38,04
Perímetro(m)	2.624,53	2.622,84	2.630,16

Verifica-se nessa Tabela 6 que as distâncias entre pontos homólogos não apresentam variações que à primeira vista permitem clara visualização de como foram as diferenças encontradas, o que pode ser constatado na Tabela 7 onde a raiz do valor quadrático (RMQ) acusa o polígono obtido pelo Google Earth, a maior variação em distâncias quando comparado com a referência Estação Total.

Conquanto, conforme Tabela 5, os valores de área tenham se apresentados muito próximos, não se pode afirmar que isso representa ter sido o levantamento pelo Google Earth bastante confiável, visto que a Tabela 7 acusa diferenças em distâncias comprometedoras, levando-se a inferir que a proximidade entre os valores de área podem estar associados à compensações entre valores à menor e à maior quando do processamento dos dados oriundos do Google Earth.

Tabela 7. Diferença das distâncias comparada com a referência Estação Total.

Alinhamento		Δ GPS	Δ Google Earth
1	2	-1,00	46,86
2	3	-0,02	-56,80
3	4	16,70	11,93
4	5	-15,16	-10,68
5	6	12,40	8,65
6	7	-10,23	-6,61
7	8	-2,02	5,97
8	9	1,73	1,93
9	10	0,14	0,50
10	11	-0,56	-5,27
11	12	0,19	-1,63
12	13	-0,23	10,03
13	14	0,97	-20,44
14	15	-0,26	13,28
15	16	0,19	-4,39
16	1	-1,15	1,04
Perímetro		1,69	-5,63
RMQ		6,78	19,73

Mohammed (2013), ao comparar coordenadas obtidas por GPS com as obtidas no Google Earth concluiu que apesar dos dados não serem exatos os valores são muito próximos o que nos leva a utilizar os dados do Google com certa precisão. Esta precisão foi obtida através da RMQ (Raiz da média do valor quadrático) que pode ser utilizada como indicador de acurácia, assim conclui em seu trabalho que a precisão do Google Earth pode ser empregada com sucesso para obter mapas planimétricos com médias e pequenas escalas. Para Hernandez (2013), comparando a acurácia presente nas imagens do Google Earth com o banco de dados de uma área rural no México sugere que as imagens do Google Earth devem ser utilizadas com cautela dependendo data em que foram obtida e de sua resolução. Nos dados obtidos no presente trabalho as distâncias encontrada através do Google Earth apresentam uma dispersão da diferença dos alinhamentos em metros quando comparada com a referência, maior que a dispersão das diferenças encontradas entre os dados levantados através da Estação Total e o GPS quando analisado o RMQ (Raiz do valor quadrático).

Dentro desse contexto, o presente trabalho corroborou com o exposto por Hernandez(2013) no que diz respeito a se utilizar imagens do Google Earth com cautela. De fato, na Figura 7, que apresenta os polígonos gerados a partir dos dados da

Tabela 5, observa-se que as áreas pouco se diferenciam, levando-se a inferir que os procedimentos, forneceram plantas confiáveis, o que, contudo não encontra respaldo na Tabela 6. Pela comparação das áreas na Figura 7 e diferenças na Tabela 6, deduz-se que houve compensação de valores de distâncias à menor e à maior, resultando em áreas pelo receptor GPS e Google Earth, bastante próxima àquela obtida pela referência.

Verifica-se na figura 7 que os polígonos representativos dos levantamentos feitos pelo receptor GPS e pelo Google Earth se aproximam enquanto que aquele oriundo do levantamento feito por Estação Total, se apresenta com deslocamentos tanto maiores quanto maior é a distância de um dado ponto à origem, sendo esses deslocamentos apresentados numericamente na Tabela 8 e expressos em eixos ortogonais na Figura 8.

Tabela 8. Deslocamento entre pontos dos polígonos em relação ao ponto 1 da referência Estação Total.

Do ponto	Ao Ponto	Distância	Deslocamento		
			Estação x GPS	Estação x GE	GPS x GE
1	1	0	2,17	5,55	4,51
1	2	251,04	38,30	58,90	43,83
1	3	523,40	78,03	80,92	13,27
1	4	709,44	110,67	109,13	17,29
1	5	805,17	118,92	120,17	12,01
1	6	931,26	144,09	141,76	14,89
1	7	1086,21	162,41	162,09	10,71
1	8	1166,37	173,60	178,05	5,49
1	9	950,87	143,91	143,98	12,76
1	10	893,44	134,02	134,77	14,28
1	11	859,36	128,35	130,52	4,34
1	12	832,68	123,87	125,62	2,65
1	13	728,71	109,43	114,81	12,90
1	14	443,44	66,90	69,90	9,75
1	15	226,94	35,19	39,52	5,78
1	16	39,08	8,44	4,22	4,22

Chamam a atenção os valores extremos obtidos, como exemplo o valor mínimo 2,17 m de deslocamento entre os pontos homólogos 1 da estação total e GPS, bem como o valor máximo de 178,05 m de deslocamento dos pontos homólogos número 8 da Estação Total e Google Earth, ponto esse o mais distante do ponto de origem 1.

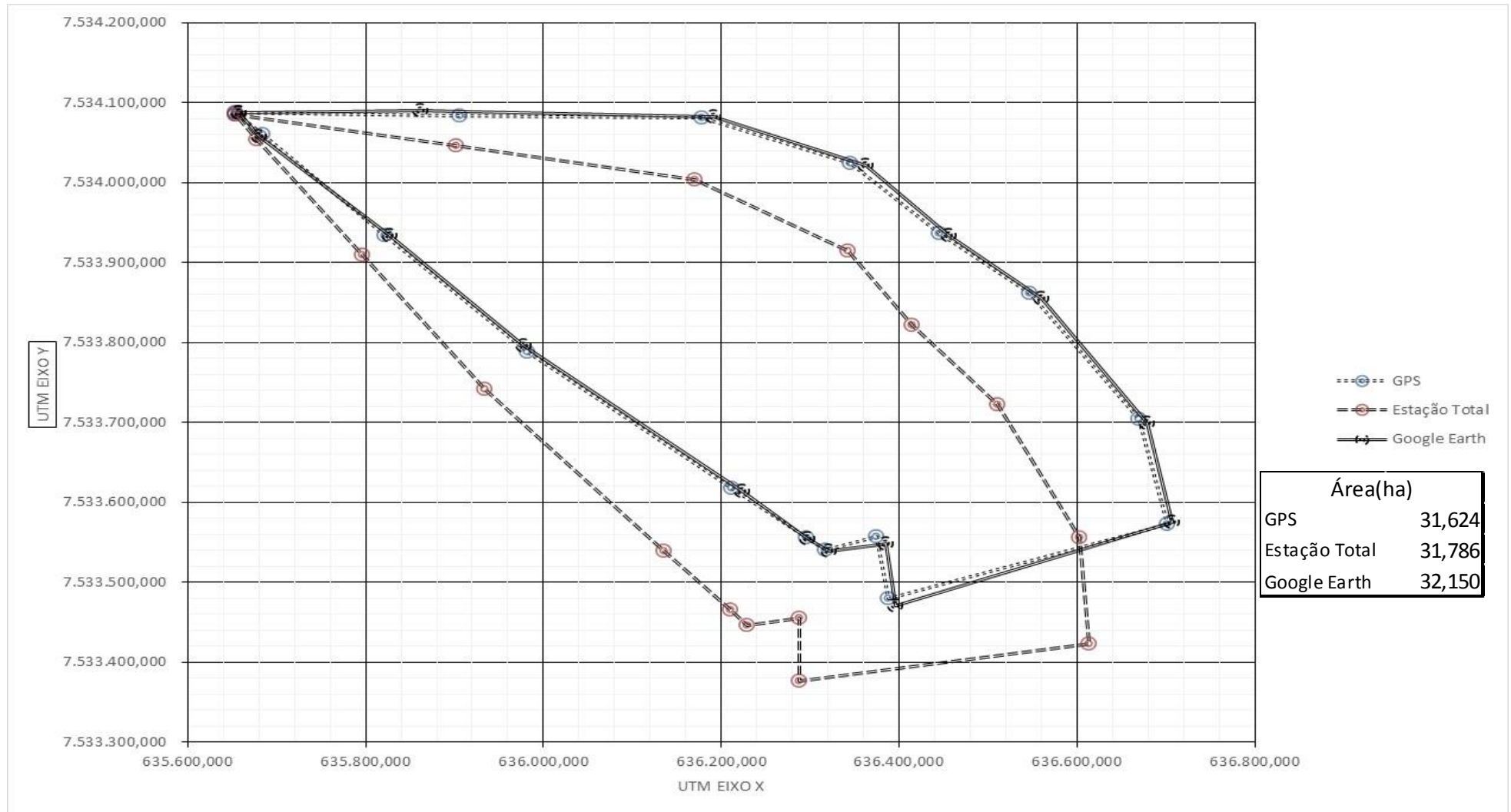


Figura 7. Representação gráfica do polígono obtido por GPS, Estação Total, e o Google Earth em coordenadas UTM.

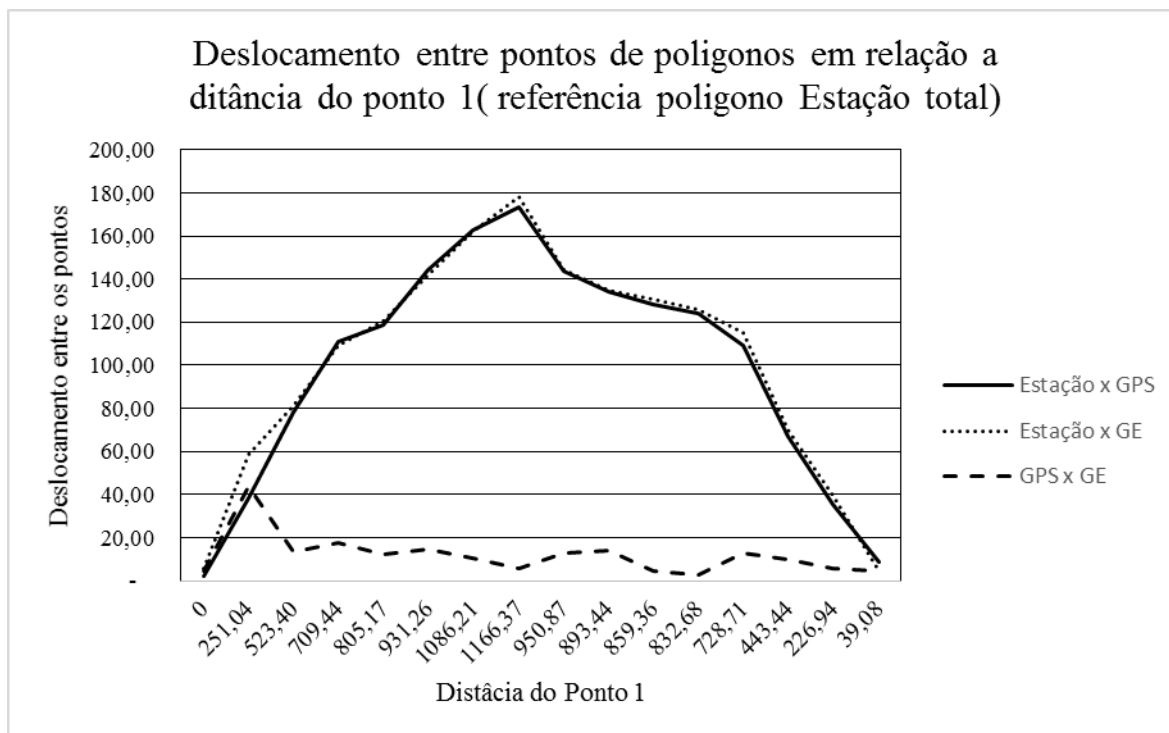


Figura 8. Deslocamento entre pontos de polígonos em relação a distância do ponto 1 (Referência polígono Estação Total)

Inicialmente julgou-se que o motivo desses deslocamentos pudesse estar associado à planos de projeção topográfico e UTM, uma vez que a literatura aborda aspectos dessa natureza, como DalPorno et al.(2009), que fizeram comparativo de resultados obtidos a partir de métodos geodésicos e topográficos e encontraram entre eles discrepâncias dos dados processados no plano topográfico e geodésico.

Também, contribuiu para aquele julgamento inicial a constatação de Oliveira e Silva (2012), quando compararam levantamentos realizados segundo diferentes projeções TM (transversa de Mercator) e encontraram diferenças de até 5000 m² entre levantamentos.

Com base nesses estudos e, considerando que no presente trabalho a área obtida pelos três métodos adotados sofreu pouca variação, havendo contudo as já citadas variações em ângulos e distâncias de alinhamento nas plantas obtidas, julgou-se que o motivo dos deslocamentos poderia estar associado a outro(s) fato(s).

Um fator que pode ser considerado como determinante no deslocamento de pontos é o fato de se utilizar bússola na definição do eixo Norte-Sul para o levantamento com Estação Total, que não possuía declinatória.

Tanto a planta proveniente do levantamento por receptor GPS quanto aquela obtida pelo Google Earth, estão orientadas segundo posição Norte-Sul verdadeira enquanto a planta gerada a partir os dados coletados com a Estação Total está orientada segundo posição Norte-Sul magnética da citada utilização de bússola.

Em que pese a possibilidade de se considerar a declinação magnética para cálculo de azimute verdadeiro para processamento inicial os dados da Estação Total, considerou se o fato de que a bússola pode estar sujeita a atrações outras além da proveniente dos polos magnéticos da terra.

Dentro desse contexto e consoante com os objetivos do trabalho, considerou se que o fato de haver deslocamento de polígonos, isso não interferiu na tomada de dados lineares de polígonos obtidos segundo os três procedimentos adotados.

A constatação de diferenças lineares, com maior comprometimento para a planta oriunda do Google Earth, não a habilitou como planta de precisão contudo não a desabilita para a utilização em planejamento rural generalizado, dada área bastante próxima o seu valor real bem como a similaridade do seu entorno.

Os deslocamentos ocorridos, vem reforçar a necessidade de que em levantamentos georreferenciados sejam evitados ao máximo se considerar a associação de pontos por topografia convencional, o que ocorre vezes de maneira necessária em locais onde não se é possível a obtenção de sinais de satélites compatíveis com a precisão requerida, como em vales profundos, no interior de matas fechadas e com elevado dossel. Ou quando o ponto a considerar está em local inacessível, utilizando se o procedimento de intersecção.

5 CONCLUSÕES

Valor de área obtida através do Google Earth, próximo do valor de referência não implica em precisão do polígono visto que comprometedoras diferenças em distâncias ora à maior ora à menor podem estar sendo compensadas;

valores de distância entre pontos, área e perímetro obtidos com o receptor GPS se apresentaram mais próximos da referência do que os obtidos pelo Google Earth;

a raiz do valor quadrático (RMQ) acusou o polígono obtido pelo Google Earth, com a maior variação em distâncias quando comparado com a referência Estação Total;

a utilização de coordenadas georreferenciadas em um de ponto de poligonal obtida por topografia convencional como referência inicial para processamento, não caracterizará o polígono resultante como georreferenciado, visto que o cálculo se processará no plano topográfico local;

a área levantada segundo o Google Earth, bem com seu contorno, bastante próximo à referência, permitem admitir esse procedimento para uso em planejamento rural generalizado.

6 REFERÊNCIAS

ALVES, D. B. M. **Posicionamento GPS** Utilizando o Conceito de Estação Virtual. 2008. 165f. Tese (Doutorado em Ciências Cartográficas) – Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, SP.

ALVES, D. B. M.; MÔNICO, J. F. G.; DALBELO, L. F. A. Geração De Vrs A Partir De Modelos Atmosféricos: Conceito, Implementação E Resultados. **Bol. Ciênc. Geod.**, sec. Artigos, Curitiba, v. 13, no 2, p.316-336, jul-dez, 2007. Disponível em: ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/bcg/article/download/10731/7130. Acesso em: 05/02/2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13.133. **Execução de levantamento topográfico**. Rio de Janeiro, 1994. 35 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14.166. **Rede de Referência Cadastral Municipal – Procedimento**. Rio de Janeiro, 1998. 23 p.

BORGES, A C. **Topografia**. Editora Edgard Blücher Ltda., 1977, 187p.

BORGES, P.A.F. **DATAGEOSIS- O Software da Topografia e Geodésia**. Alesiteodolini, 2014, 199p. Disponível em: http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/varella/Downloads/IT190_principios_em_agricultura_de_precisao/praticas/GEOSIS23/MANUAL_GEOSIS2.3.pdf. Acesso em: 05/02/2015.

CATEN et al. **Modelos para estimativa da acurácia e precisão em levantamentos com GPS**. R. Bras. Agrocência, Pelotas, v.17, n.1-4, p.133-141, jan-mar, 2011

CHINA. BEIDOU NAVIGATION SATELLITE SYSTEM. . **BeiDou navigation satellite system**. 2015. Disponível em: <http://www.beidou.gov.cn/2013/04/07/20130407d9c061373be54a928ba954b7f8d35485.html>. Acesso em: 10 ago. 2015.

CINTRA, J. P. **Automação da topografia:do campo ao projeto**. São Paulo, 1993. 120p. Tese (Livre Docência em Engenharia/Transportes) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - POLI/USP, Universidade de São Paulo.

CORSEUIL, C.W. e ROBAINA, A.D. **Determinação altimétrica através do sistema de posicionamento global**. *Cienc. Rural* [online]. 2003, vol.33, n.4, pp. 673-678. ISSN 0103-8478.

CORSEUIL, C.W. ROBAINA, A.D. **Reconstituição de uma poligonal topográfica pelo sistema de posicionamento global: planimetria**. *Cienc. Rural* [online]. 2003, vol.33, n.2, pp. 299-303. ISSN 0103-8478.

DIAS, A.L. et all. Utilização de estação total para a execução de levantamentos altimétricos compatíveis com a classe iin da nbr 13133. **III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação**. Jul. 2010 Recife - PE. p. 001-006. Disponível em:
https://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIII/IIISIMGEO_CD/artigos/Cad_Geod_Agrim/Geodesia%20e%20Agrimensura/A_45.pdf. Acesso em:15/11/2014.

DALFORNO, G. L. Levantamento planialtimétrico no plano topográfico local: estudo comparativo dos resultados obtidos a partir de métodos geodésicos e topográficos. **Journal of Geoscience**. 5(2):51-60, jul/dez 2009. Disponível em:
<http://revistas.unisinos.br/index.php/gaea/article/view/5063>. Acesso em :) 07/02/2013.

EL-RABBANY, A. **Introduction to GPS: the Global Positioning System**. 1ª ed. Norwood, MA. Artech House, 2002, 176 p.

ESTADOS UNIDOS. OFFICIAL U.S. GOVERNMENT INFORMATION ABOUT THE GLOBAL POSITIONING SYSTEM. . **Constellation Arrangement**. 2015. Disponível em: <<http://www.gps.gov/systems/gps/space/>>. Acesso em: 19 ago. 2015.

FAGGION,P.L et al.**Estudo da aplicação de estações totais para a determinação de deslocamentos relativos em laboratório**. *Bol. Ciênc. Geod.* [online]. 2013, vol.19, n.1, pp. 34-44. ISSN 1982-2170.

FARAH, T.T.Q.; DE SEIXAS, A. Automação do procedimento de campo com o emprego de Estação Total para o levantamento e locação de obras da construção civil. **III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação**. Jul. 2010. [online] Recife-PE. Disponível em:https://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIII/IIISIMGEO_CD/artigos/Cad_Geod_Agrim/Geodesia%20e%20Agrimensura/A_40.pdf. Acesso em: 15/11/2014.

GOMES, E.; PESSOA, L. M. C.; SILVA JR., L. B. S. **Medindo Imóveis Rurais com GPS**. Brasília: Editora e Comunicação Ltda, , 2001. 136p.

GUMUS, K; CELIK, C.T. e ERKAYA, H.. **Investigation of accurate method in 3-D position using Cors-Net in Istanbul**. *Bol. Ciênc. Geod.* [online]. 2012, vol.18, n.2, pp. 171-184. ISSN 1982-2170.

HERNÁNDEZ, C.U.P et al. Horizontal positional accuracy of google earth's imagery over rural areas: a study case in tamaulipas, mexico . *BCG - Boletim de Ciências Geodésicas - On-Line version, ISSN 1982-2170*

HOFMANN-WELLENHOF, B; LICHTENEGGER H E WASLE E. **GNSS – Global Navigation Satellite Systems**.GPS, GLONASS, Galileo,and more.1ª ed. Graz.SpringerWienNewYork.2008, 516p

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.**NOÇÕES BÁSICAS DE CARTOGRAFIA**. Rio de Janeiro. 1998. 128p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Geodésia**. 2014. Disponível em: http://ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/default_normas.shtm?c=14. Acesso em 12/10/13.

LANDAU, H. VOLLATH, U. CHEN, X.Virtual Reference Station Systems. **Journal of Global Positioning Systems** [online].2002 Vol. 1, No. 2: 137-143 . Disponível: em:www.scirp.org/Journal/PaperDownload.aspx.. Acesso em:05/01/2015.

MCCORMAC, J.C. **Topografia**. 5ª ed. Rio de Janeiro. LTC, 2014, 391p.

MEHDIYEV, A.;EMINOV, R. E ASADOV, H. Development of virtual reference station in kinematic schemes of geodetic gps network using the method of maximum informative zone.**Positioning**, 4, 267-270. Nov. 2013.Disponível em: (<http://dx.doi.org/10.4236/pos.2013.44026>). Acesso em: 05/01/2015.

MESQUITA, P. F. **Curso de Topografia**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – EPUSP, [19--], 446p.

MOHAMMED, N.Z.; GHAZI, A, E MUSTAFA,H.E. Positional Accuracy Testing of Google Earth. **International Journal Of Multidisciplinary Sciences And Engineering**,VOL. 4, NO. 6, JULY 2013. [ISSN: 2045-7057] Acesso em: 13/11/2014 . <http://www.ijmse.org/Volume4/Issue6.html>

NEWCOMER, J. GPS as Fast Surveying Tool. *Journal of Surveying Engineering* , Mai 1990, Vol. 116, No. 2 : pp. 75-81. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9453\(1990\)116:2\(75\)](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9453(1990)116:2(75)). Acesso em: 13/11/2013

KAPLAN, E. D. E HEGARTY, C. J Understanding GPS: principles and applications. 2ª ed. Norwood, MA. Artech House, 2006, 683p.

KAHMEN,H.;FAIG, W. **Survering**. New York, W. de Gruyter,1988. 578p.

KISSAM, P. **Survering Praticce**. The Fundamental of Survering. 3. Ed. New York. McGraw – Hill, 1993. 482p.

OCALAN, T; ERDOGAN, B. e TUNALIOGLU, N. Analysis of web-based online services for GPS relative and precise point positioning techniques. **Bol. Ciênc. Geod.** 2013, vol.19, n.2, pp. 191-207. ISSN 1982-2170.

OLIVEIRA, A.F; ALVES, D.B.M. e FERREIRA, L.D.D.. **Análise de modelos troposféricos no posicionamento baseado em redes usando o conceito de VRS.** *Bol. Ciênc. Geod.* [online]. 2014, vol.20, n.1, pp. 39-53. ISSN 1982-2170.

OLIVEIRA, R.N.Q.; SILVA, D.C. Sistemas de projeção transversa de mercator no georreferenciamento de imóveis rurais. IV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO. Recife - PE, 06- 09 de Maio de 2012.p. 001 – 007.

PORTUGAL. EUROPEAN SPACE AGENCY. . **DOIS NOVOS SATÉLITES JUNTAM-SE À CONSTELAÇÃO GALILEO.** 2015. Disponível em: <[http://www.esa.int/por/ESA_in_your_country/Portugal/Dois_novos_satelites_juntam-se_a_constelacao_Galileo/\(print\)](http://www.esa.int/por/ESA_in_your_country/Portugal/Dois_novos_satelites_juntam-se_a_constelacao_Galileo/(print))>. Acesso em: 10 ago. 2015.

RAMOS, D. **Geodésia na prática.** Araraquara: MDATA Informática Ltda., 1999. 231p.

RETSCHER, G. Accuracy Performance of Virtual Reference Station (VRS) Networks. **Journal of Global Positioning Systems.** [online]. 2002 Vol. 1, No. 1: 40-47. Disponível em: www.sage.unsw.edu.au/wang/jgps/v1n1/v1n1pE.pdf . Acesso em:05/01/2015.

RODRIGUES, R J.**Precisão de planta planialtimétrica gerada por modelagem numérica de superfície a partir de coordenadas UTM plano retangulares coletadas em receptor GPS topográfico** Botucatu : [s.n], 2006. 70 f. Dissertação de mestrado. - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu

RODRIGUES, V.A. **Uso do sistema de posicionamento global na caracterização planialtimétrica para projetos de irrigação e drenagem.** Botucatu : [s.n], 2003. 95f Dissertação de mestrado. -Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu,

RODRIGUES, V.A. et al. **Receptores GPS de três precisões e Estação Total na caracterização de cotas básicas para projetos rurais.** *Eng. Agríc.* [online]. 2006, vol.26, n.1, pp. 208-214. ISSN 0100-6916.

RUSSIA. FEDERAL SPACE AGENCY. . **Information-analytical centre: GLONASS constellation status.** 2015. Disponível em: <<https://www.glonass-iac.ru/en/>>. Acesso em: 10 ago. 2015.

SANTIAGO, A C. **Topografia.** Campinas: Boletim Técnico - SCR - n 41, 1969. Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, Coordenadoria de Assistência Técnica Integral – CATI.

SEGANTINI, P.C.L. **GPS Sistema de Posicionamento Global.** São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos - EESC/USP, Departamento de Transportes, 1999. 181p.

SEIXAS, A. et al. **O estabelecimento de padrões de referência altimétrica utilizando o nivelamento geométrico para a definição de alvos altos e inacessíveis.** *Bol. Ciênc. Geod.* [online]. 2014, vol.20, n.2, pp. 388-410. ISSN 1982-2170.

SILVA, I.; ERWES, H. **Curso de atualização e, topografia e GPS**. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos – EESC/USP, São Carlos, 1996.

SILVEIRA, L. C. **Fundamentos de Topografia**. Criciúma: Escola Brasileira de Agrimensura, Curso Técnico de Agrimensura a Distância, 2000.

Tang, M. QoS-Aware Reference Station Placement for Regional Network RTK. **J. Software Engineering & Applications**, 2: 44-49, abr, 2009. Disponível em: (www.SciRP.org/journal/jsea) acesso em 05/01/2015.

TONELLO, M. S. e BORTOLUZZI, E. C. Viabilidade técnica do uso de receptores GPS de navegação para fins de amostragem sistemática de solo. **Rev. Bras. Ciênc. Solo** [online]. 2011, vol.35, n.2, pp. 351-357. ISSN 0100-0683. Acesso em: 30/09/2013.

Universidade Federal do

Paraná **Fotointerpretação**. 2014. <http://people.ufpr.br/~felipe/fotointer.pdf> aceso em: 29/09/2014.

VEIGA, L. A. K.; ZANETTI, M. A. Z. e FAGGION, P. L. **Fundamentos de Topografia**. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Ed. UFPR 2012. 273pag.

XU, G. **GPS-Theory, Algorithms and Applications**. 2ª ed. Potsdam, Springer, 2007. 340p.