



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

MUNIR NASSER

**COMPARAÇÃO DE POLIGONAIS OBTIDAS POR GOOGLE
EARTH PRO E RECEPTOR GNSS DE NAVEGAÇÃO**

Londrina
2016

MUNIR NASSER

**COMPARAÇÃO DE POLIGONAIS OBTIDAS POR GOOGLE
EARTH PRO E RECEPTOR GNSS DE NAVEGAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de curso apresentado ao curso de Geografia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do Título de Bacharel em Geografia.

Orientadora:
Prof^a. Dr^a. Fernanda Leite Ribeiro

Londrina
2016

MUNIR NASSER

**COMPARAÇÃO DE POLIGONAIS OBTIDAS POR GOOGLE EARTH
PRO E RECEPTOR GNSS DE NAVEGAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de curso
apresentado ao curso de Geografia da
Universidade Estadual de Londrina, como
requisito parcial à obtenção do Título de
Bacharel em Geografia.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Orientadora
FERNANDA LEITE RIBEIRO
Universidade Estadual de Londrina

Prof^a. Dr^a. Componente da Banca
ELOIZA CRISTIANE TORRES
Universidade Estadual de Londrina

Prof. Dr. Componente da Banca
LUCIANO NARDINI GOMES
Universidade Estadual de Londrina

Londrina, ____ de _____ de ____.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais Fauzi e Soaud (in memoriam), que nunca deixaram que me perdesse no caminho, e sei o quanto me amaram. A meus irmãos Rachid e Lillian, que juntos, tentamos suprimir a falta que nossos pais nos fazem. A minha esposa Karina com quem já desfruto a minha vida há vinte e seis anos cheios de amor, e nossos filhos Danilo e Rafael, jóias preciosas que Deus nos deu, e para quem disponho a minha vida, obrigado meus queridos, amo muito vocês.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha orientadora, Fernanda que muito me encorajou, dando-me confiança nos momentos de dúvidas e incertezas, obrigado pelo carinho dispendido, uma pessoa ímpar, com sua capacidade e humildade pôs-me a ensinar, que o caminho poderia ser percorrido, ainda que com dificuldades, estas poderiam ser suprimidas diante da vontade do saber.

Ao professor Luciano, muito paciente, a atenção com que me ensinou, quase que me puxando pela mão para concluir este trabalho.

A professora Eloiza, pelo carinho, muito dedicada em suas aulas de Geomorfologia, sua tolerância, atenção e empenho no desenvolvimento do saber.

Aos demais professores, que durante anos pude compartilhar de seus virtuosos conhecimentos durante todo o curso, e sei, não mediram esforços para que me torna-se alguém ainda melhor, meu carinho especial a todos.

Aos colegas e amigos, com quem dividi os conhecimentos em sala, e fora dela, alguns momentos inesquecíveis em nossos trabalhos de campo, que tanto contribuíram para o aperfeiçoamento dos conteúdos nos ensinados.

Enfim a todos que direta ou indiretamente me ajudaram nesta jornada, e que tenho certeza não se esquecerão de mim, como jamais me esqueçerei deles. Obrigado a todos.

“O conhecimento é tudo aquilo que o homem precisa para viver, não pode ganhar nem comprar dos outros. Todo homem deve produzi-lo sempre no seu íntimo, deve preservá-lo, comprometer-se com ele e transmiti-lo, pois ainda que não lhe ouçam, sempre fará parte dele, e sem ele nada sobrar.”

NASSER, Munir. **COMPARAÇÃO DE POLIGONAIS OBTIDAS POR GOOGLE EARTH PRO E RECEPTOR GNSS DE NAVEGAÇÃO**. 2016. Número total de folhas, 44. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

RESUMO

Recentemente, houve um aumento significativo por métodos de posicionamentos baseados em Sistemas Globais de Navegação por Satélite “Global Navigation Satellite Systems” (GNSS), utilizados como referência para a navegação e essenciais, uma vez que todas as aplicações de GNSS são relacionadas com os sistemas de coordenadas usadas. O Google Earth, por sua vez, é um visualizador geoespacial gratuito baseado na web e mantido pelo Google Inc.. Essencialmente é um globo semelhante aos encontrados nas salas de aula, que além de dados gráficos, também é capaz de exibir características encontradas na superfície Terrestre através da esfera virtual disponibilizada no aplicativo em três dimensões, de modo que cada ponto terá três referências em coordenadas, X (Longitude) Y (Latitude) e Z (Altitude) em conformidade com uma escala universal. Neste trabalho, foram testados dois métodos para georreferenciamento rural, através de tecnologias distintas para obtenção de dados espaciais, e determinar as medidas de áreas poligonais fechadas, com o intuito de avaliar a precisão do geolevante consorciado entre um receptor de navegação GNSS Garmin, em relação às imagens orbitais enquadradas através do aplicativo Google Earth quanto à qualidade do posicionamento, bem como, com relação ao cálculo de áreas dos pontos navegados. O uso de tecnologias modernas não é garantia de precisão, mesmo porque, para os métodos e equipamentos aqui utilizados, o que se deseja, é viabilizar um método através de ferramentas simples que estejam ao alcance do produtor rural, para análise, planejamento e manejo da propriedade agrícola. Para avaliar os métodos de georreferenciamento, foram medidas quatro áreas da Fazenda Gralha Azul no Município de Ortigueira – Paraná, com equipamento Receptor GNSS Garmin® etrex 30x código “Coarse Acquisition Code” (C/A) e pelo aplicativo Google Earth Pro®. As imagens de alta resolução espacial disponibilizadas no Google Earth foram dados auxiliares importantes na geração do mapeamento e da distribuição espacial das áreas contidas nas imagens, e de fácil acesso, uma vez que os dados do Google Earth são gratuitos. Nas áreas georreferenciadas através do GNSS, navegadas pelo método Posicionamento por Ponto Simples (Absoluto), foram compilados os dados para o AutoCad® Maps 3D 2016, gerando mapas das áreas e realizando a comparação geométrica das poligonais do GNSS, com as imagens das áreas e poligonais obtidas no Google Earth. Os resultados obtidos através dos dados coletados para avaliações, dos dois métodos de captura de informações, demonstram serem métodos simples e fáceis de serem utilizados pelo produtor no planejamento rural, bem como economicamente viáveis, apresentando resultados muito aproximados.

Palavras-chave: GNSS. Google Earth Pro. Georreferenciamento rural. Diferenças. Planejamento.

NASSER, Munir. **COMPARISON POLYGONAL OBTAINED BY GOOGLE EARTH PRO AND RECEIVER NAVIGATION GNSS**. 2016. Número total de folhas, 44. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

ABSTRACT

Recently, there was a significant increase by methods placements based on Global Navigation Satellite Systems "Global Navigation Satellite Systems" (GNSS), used as a reference for navigation and essential, since all GNSS applications are related to systems of coordinates used. Google Earth, in turn, is a free web-based geospatial viewer and maintained by Google Inc.. Essentially it is a globe similar to those found in classrooms, which in addition to graphic data, is also able to display features found on the surface of Earth through the virtual sphere made available on application in three dimensions, so that each point will have three references coordinates, X (Longitude) Y (latitude) and Z (altitude) in accordance with a universal scale. In this paper, we tested two methods for rural georeferencing, through different technologies to obtain spatial data, and determine the measures closed polygonal areas, in order to assess the accuracy of the consortium geolevantamento between a GNSS Garmin navigation receiver, relative the orbital bracketed images through Google Earth application on the quality of positioning and, with respect to the calculation of areas of browsed points. The use of modern technologies is no guarantee of accuracy even as to the methods and equipment used herein, what you want, is to enable a method through simple tools that are affordable to the farmer, for analysis, planning and management of farm. To evaluate the geo-referencing methods were measured four areas of Farm Crow Blue in the municipality of Ortigueira - Paraná, with GNSS receiver equipment Garmin® eTrex 30x "Coarse Acquisition Code" (C/A) and Google Earth Pro® application. The high spatial resolution images available on Google Earth, were important in generating ancillary data mapping and spatial distribution of the areas contained in the images, and easily accessible, since the data from Google Earth are free. In areas georeferenced by GNSS Positioning navigated by a single point (absolute) method, data were collected for the 3D AutoCad® maps 2016 generates maps of the areas and performing geometric comparison of the GNSS polygonal, with the images of the areas and polygonal obtained from Google Earth. The results obtained from the data collected for evaluations of the two information capture methods, both GNSS as the Google Earth tool, shown to be simple methods and easy to use by the producer on rural planning as well as economically viable, with results far approximate.

Keywords: GNSS. Google Earth Pro. Georeferencing rural. Differences. Planning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01	– Receptor Garmin eTrex 30x e Aplicativo Google Earth Pro,.....	19
Figura 02	– Localização da área de estudo Município de Ortigueira, Paraná.....	19
Figura 03	– Áreas georreferenciadas Google Earth Pro.....	20
Figura 04	– Poligonais da Área 1 com GNSS e Google Earth.....	20
Figura 05	– Poligonais da Área 2 com GNSS e Google Earth.....	21
Figura 06	– Poligonais da Área 3 com GNSS e Google Earth.....	21
Figura 07	– Poligonais da Área 4 com GNSS e Google Earth.....	21
Figura 08	– Imagem aplicativo Google Earth Pro.....	23
Figura 09	– Constelação de Satélites GPS.....	26
Figura 10	– Posicionamento por Ponto Simples.....	30
Figura 11	– Diferenças dos PDOP (Pontos Diluição de Precisão).....	31
Figura 12	– Representação Geóide Elipsoidal Terrestre (Datum).....	36
Figura 13	– Universal Transversa de Mercator (UTM), fusos, faixas e graus.....	37
Figura 14	– Sistema de Coordenadas Terrestres (Sistema Geodésico Local).....	39

LISTA DE ABREVIATURAS

C/A	- Coarse Acquisition Code – Código de Aquisição de Percurso
CAD	- Computer Aided Design - Desenho assistido por computador
DGPS	- Differential GPS - GPS diferencial
DoD	- Department of Defense - Departamento de Defesa dos Estados Unidos
DOP	- Dilution of Precision – Diluição da Precisão.
Free Form	- Forma Livre
GNSS	- Global Navigation Satellite System – Sistema Global de Navegação por Satélite
GPS	- Global Positioning System – Sistema de posicionamento Global
IAU	- União Astronômica Internacional
IBGE	- Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGS	- International GPS Geodynamics Service - Serviço Internacional GPS Geodinâmica
IGR	- Efemérides IGS rápidas
IGP	- Efemérides órbitas preditas
ITRF	- International Terrestrial Reference Frame – Quadro de Referência Internacional Terrestre
NASA	- North American Space Agency - Agência Espacial Norte Americana
NAVSTAR	- NAVigation System with Timing And Ranging – Sistema Navegação Sincronizado e Variado
PDOP	- Positional Dilution of Precision – Diluição da precisão da posição
PPP	- Posicionamento por Ponto Preciso
PPS	- Posicionamento por Ponto Simples
RBMC	- Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas
RTK	- Real Time Kinematic - Cinemática em Tempo Real
SAD 69	- South American Datum 1969 - Sul Americano Datum 1969
SCA	- Sistemas de Controle Ativos
SGB	- Sistema Geodésico Brasileiro
SGR	- Sistemas Geodésicos de Referência
SIG	- Sistema de Informação Geográfica
SIRGAS	- Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
SRTM	- Shuttle Radar Topography Mission – Missão de Transporte Radar Topográfico
WGS84	- World Geodetic System/1984 – Sistema Geodésico Mundial 1984
Wireframe	- Desenho básico baixa resolução

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 JUSTIFICATIVA.....	16
3 OBJETIVO.....	17
3.1 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	17
4 METODOLOGIA	18
4.1 ÁREA DE ESTUDO.....	19
4.2 AQUISIÇÃO DE DADOS.....	20
5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	22
5.1 GOOGLE EARTH®.....	22
5.2 GNSS/GPS.....	25
5.3 DESENHO AUXILIADO POR COMPUTADOR (CAD).....	27
5.4 MÉTODOS E TÉCNICAS DE POSICIONAMENTOS.....	29
5.5 CONCEITOS BASICOS CARTOGRAFIA E GEODÉSIA	35
5.6 SUPERFÍCIE FÍSICA, ELIPSÓIDE E GEÓIDE	35
5.7 SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA DATUM.....	38
6 RESULTADOS.....	41
7 CONCLUSÃO.....	43
REFERÊNCIAS.....	44

1 INTRODUÇÃO

Os Sistemas Globais de Navegação por Satélite “*Global Navigation Satellite Systems*” GNSS são constituídos por constelações de satélites, as quais permitem, através da transmissão de sinais a um receptor, determinar as coordenadas do mesmo. O surgimento dos métodos de posicionamento por satélites possibilitaram a obtenção simultânea das três coordenadas que definem a posição de um ponto no espaço com grande precisão, e são dadas através de um sistema tridimensional de eixos ortogonais entre si, passando através de um ponto. A concepção do Sistema de Posicionamento Global (GPS) permite que um usuário, em qualquer ponto da superfície terrestre, ou próximo a ela, tenha sempre a disposição, no mínimo 4 satélites para serem rastreados, permitindo navegação em tempo real, sob quaisquer condições meteorológicas. O uso convencional de um receptor GPS de navegação possibilita obter posições com precisão métrica, no qual o receptor faz uso da pseudodistância “*Coarse Acquisition Code*” (C/A) para realizar o Posicionamento por Ponto Simples (PPS), também considerado posicionamento absoluto. O posicionamento por ponto necessita de apenas um receptor e é um método muito utilizado em navegação de baixa/média precisão e em levantamentos rápidos. Este tipo de posicionamento em tempo real, derivado da pseudodistância do código C/A presente na fase portadora L1, possuía uma precisão planimétrica melhor que 100 metros, 95% do tempo. Com a eliminação do SA (Acesso Selectivo) em 2 de Maio de 2000, a qualidade citada anteriormente melhorou algo em torno de 10 vezes. Contudo, o receptor não armazena as informações provenientes da pseudodistância e da fase da onda portadora em L1, impossibilitando um processamento posterior com métodos mais precisos, como é o caso do posicionamento relativo. Vários equipamentos GPS permitem coletar, não só o posicionamento e delimitação de regiões de interesse, mas também seus atributos (dados) pertinentes. Para o caso de uma propriedade rural, por exemplo, pode ser utilizado para o planejamento agropecuário, estocagem e escoamento da produção agrícola, classificação de solos, gerenciamento de bacias hidrográficas, planejamento de barragens, levantamento topográfico e planimétrico, mapeamento e manejo do uso da terra. Além das feições pontuais, lineares e das poligonais que delimitam as áreas da propriedade, certos modelos de GPS permitem ainda definir dados de interesse ao proprietário como, área total, área cultivada, tipos de lavouras,

área preservada, infraestrutura, etc. Nos últimos anos, com a disponibilização gratuita do Google Earth Pro®, surgiu uma alternativa bastante simples para obter levantamentos de coordenadas geográficas através das imagens disponibilizadas por este recurso. No entanto, ainda não se tem um consenso geral sobre a precisão das coordenadas obtidas via Google Earth Pro, e se essas informações podem ser utilizadas de forma confiável para o georreferenciamento, em escala. Esse é o ponto de partida desse trabalho, avaliar a precisão das coordenadas coletadas dos dados obtidos a partir de imagens do Google Earth Pro, quando comparados aos dados obtidos através de levantamentos em campo com aparelho GPS portátil. Para tanto, foi conduzida uma experiência na propriedade Fazenda Galha Azul no município de Ortigueira, Paraná, Brasil, onde foi gerado um mapa digital em AutoCad Maps 3D® 2016 contendo pontos coletados por um GPS Garmin® eTrex 30x, e confrontados com imagens obtidas do Google Earth Pro georreferenciadas.

2 JUSTIFICATIVA

O estudo de uma região por meio do uso de imagens de sensoriamento remoto é essencial para um prévio conhecimento e seu posterior planejamento, tornando-o um instrumento capaz de compor um mapeamento físico-territorial, levando-se em conta as necessidades da região estudada.

O uso de imagens do Google Earth associadas aos pontos coletados do GPS de navegação, proporcionam uma análise completa e detalhada da situação atual, permitindo o mapeamento das atividades predominantes, bem como sua distribuição espacial, gerando grande número de informações acerca da propriedade, proporcionando uma base para o planejamento de atividades as mais diversas, para uso e manejo do produtor rural em seu dia a dia com o intuito de melhorar suas práticas agrícolas e econômicas. A partir dos dados coletados será possível disponibilizar medidas de áreas, calcular aplicação de insumos, dando suporte à quantidade de animais em áreas de pastagens, mapear suas nascentes e cursos d'água, pontos que não são agricultáveis, como áreas de preservação permanente (APPs), áreas pedregosas, possibilitar implantação e adequação de estradas internas, pontes, silos, agricultura, turismo, recuperação ambiental, etc.

Na identificação das áreas da propriedade pode-se acompanhar a ocupação territorial através do mapeamento, com intuito de criar condições que apresentem uma melhor distribuição das atividades produtivas e de proteção ao meio ambiente.

Justifica-se assim o trabalho o qual descreve alguns aspectos da propriedade, visando mapeamentos para o conhecimento da mesma que poderão contribuir para estudos de impacto ambiental previstos na legislação, gerenciamento econômico, gerenciamento da água, e demais aplicações.

Neste trabalho, não há a intenção de informações com precisões absolutas para registro de imóvel rural, mas sim ferramentas simples que tornem as práticas de manejo mais adequadas às necessidades do produtor rural.

Nesta perspectiva, são relevantes os trabalhos de levantamento do uso da terra, visando o planejamento e monitoramento de dados relacionados as atividades agropecuárias pelo uso das técnicas de Sensoriamento Remoto e Georreferenciamento, propiciando um planejamento eficaz e economicamente viável.

3 OBJETIVO

Avaliar as diferenças obtidas em quatro áreas utilizando imagens orbitais através do Google Earth, sobre os pontos georreferenciados obtidos dos levantamentos em campo, com aparelho receptor GNSS, comparando as poligonais com os dados coletados entre os dois sistemas.

Calcular a medida de áreas específicas, atribuir através de dois métodos diferentes de posicionamento maior confiabilidade na composição deste estudo, comparar de forma mais adequada os valores das poligonais entre os dados obtidos e os valores observados nas imagens via Google e os referenciados no GNSS.

3.1 OBJETIVO ESPECÍFICO

Medir as diferenças obtidas entre dois métodos de coleta de informações em quatro áreas específicas da propriedade, através de um receptor GPS Garmin eTrex 30x, confrontar as informações dos dados coletados das áreas georreferenciadas com as imagens orbitais obtidas do aplicativo Google Earth Pro, e avaliar os resultados encontrados no trabalho, utilizando o *software* AutoCad Maps 3D 2016, possibilitando uma avaliação condizente com os padrões desejados pelo produtor.

4 METODOLOGIA

Foram medidas 4 áreas com o equipamento Garmin eTrex 30x através do método Posicionamento por Ponto, sendo representados da seguinte forma:

- a) Área 1 - 25 pontos;
- b) Área 2 - 39 pontos;
- c) Área 3 - 25 pontos e,
- d) Área 4 com 14 pontos amostrais.

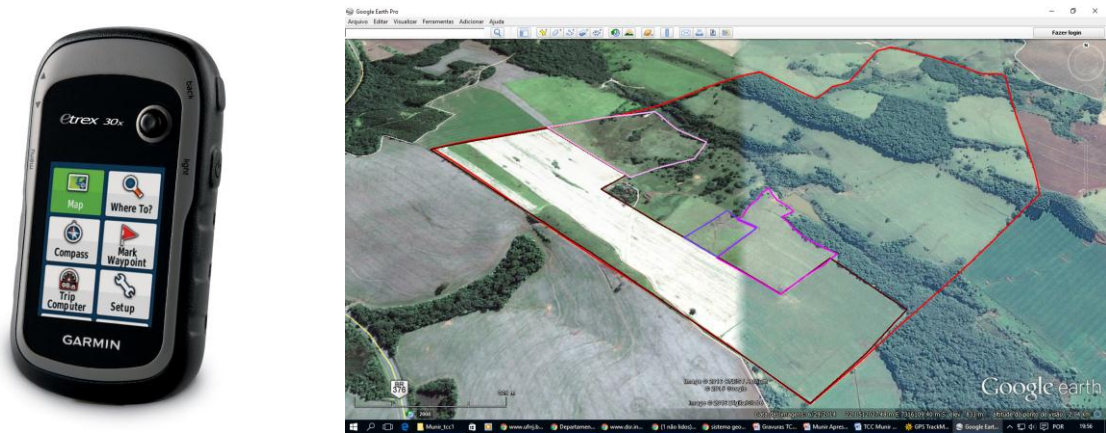
Os dados coletados, pelo GPS no Posicionamento por Ponto obtidos a partir do receptor foram processados pelo *software* AutoCad Maps 3D 2016 preservando as características dos dados das coordenadas quando de sua inserção no sistema. O traçado obtido a partir do Google Earth permitiu a visualização de cada polígono, ou de todos os polígonos ao mesmo tempo. Foram avaliadas as diferenças medidas de cada polígono obtido pelo receptor GNSS, com os obtidos através do Google Earth das áreas referenciadas, considerando os pontos homólogos ao longo do perímetro para os dois métodos, definindo suas respectivas poligonais.

O cálculo das áreas referenciadas foi realizado por dois métodos diferentes, através do Google Earth e através do AutoCad. Neste procedimento as áreas em questão foram salvas no Google Earth no formato de imagem, na escala que possibilitou a melhor visualização dos pontos coletados.

Posteriormente foram inseridos os pontos coletados pelo GNSS no *software* AutoCAD, em seguida foi desenhado o polígono de cada área contornando os limites das mesmas com a ferramenta “poli linhas” e calculadas através do comando “Cálculo de Área”.

Nos métodos do levantamento foram testados os dois tipos de informações com características distintas na obtenção dos dados, permitindo a integração e comparação dos resultados.

Figura 1 – Receptor Garmin eTrex 30x e Aplicativo Google Earth Pro.



Fontes: Google.

4.1 ÁREA DE ESTUDO

Localizada no Município de Ortigueira no Estado do Paraná, situada no Km 8, Rodovia do Café (BR 376), Coordenadas UTM 511996.39 m E e 7316339.92 m S, figura 2.

Figura 2 – Localização da área de estudo Município de Ortigueira, Paraná.



Fonte: Google.

A imagem de alta resolução espacial no Google Earth, contendo a

propriedade rural da área de estudo, é a Fazenda Gralha Azul, onde foram Georreferenciadas as áreas 1, 2, 3 e 4 conforme verificado a seguir na figura 03.

Figura 3 – Áreas georreferenciadas, Fazenda Gralha Azul – Ortigueira – PR.

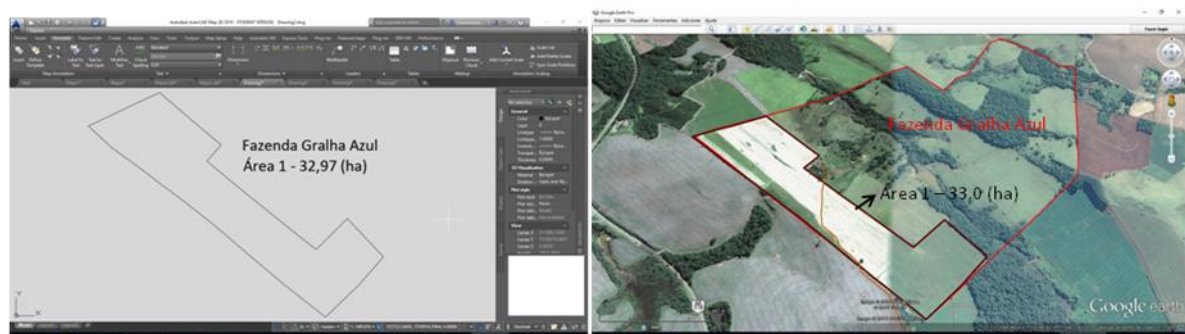


Fonte: Google Earth Pro.

4.2 AQUISIÇÃO DE DADOS

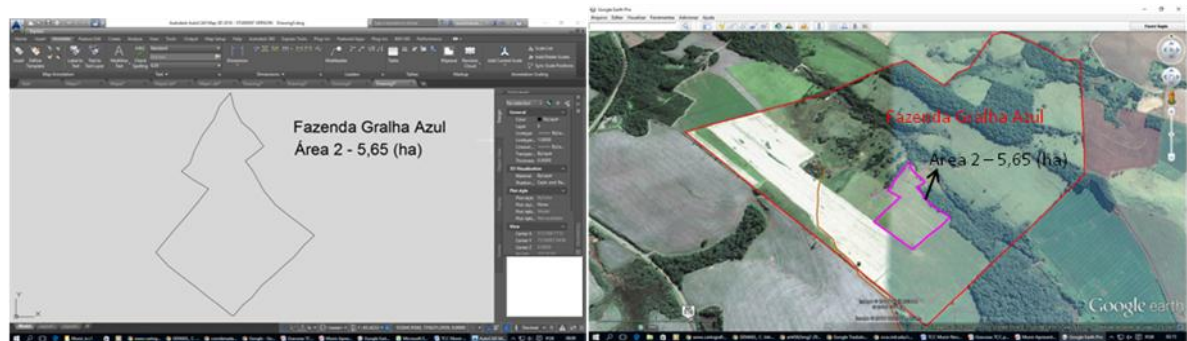
Na metodologia proposta, as informações foram obtidas com aquisição de dados das áreas empregando os métodos de Posicionamento Por Ponto com o receptor Garmin eTrex 30x utilizando os Sistemas (GNSS) *Global Navigation Satellite Systems* e o aplicativo Google Earth Pro conforme figura, 4, 5, 6 e 7 mostradas abaixo:

Figura 4 - Levantamentos poligonais da Área 1 com GNSS e Google Earth.



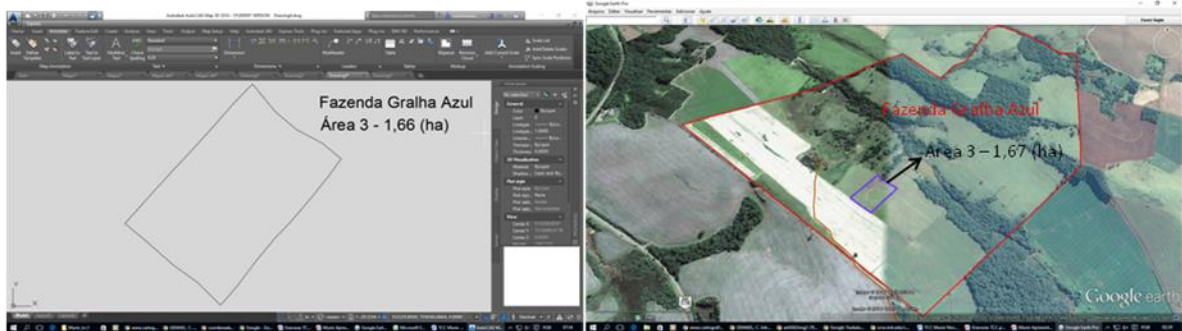
Fontes: AutoCad Maps 3D e Google Earth Pro

Figura 5 - Levantamentos poligonais da Área 2 com GNSS e Google Earth.



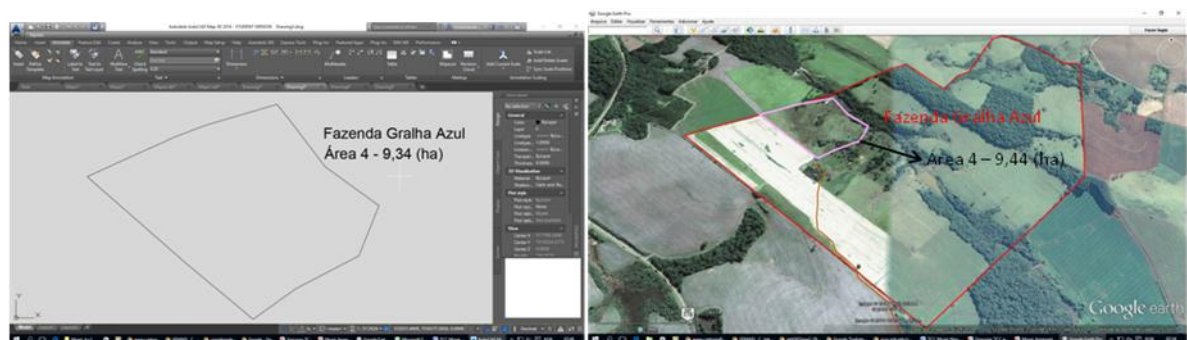
Fontes: AutoCad Maps 3D e Google Earth Pro

Figura 6 - Levantamentos poligonais da Área 3 com GNSS e Google Earth.



Fontes: AutoCad Maps 3D e Google Earth Pro

Figura 7 - Levantamentos poligonais da Área 4 com GNSS e Google Earth.



Fontes: AutoCad Maps 3D e Google Earth Pro

Através das imagens, foram atribuídos os cálculos das áreas para a avaliação dos resultados comparando as poligonais referenciadas obtidas entre os dois métodos.

5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Através da análise das imagens de satélites podemos obter informações sobre as características funcionais das áreas mapeadas e georreferenciadas, sendo estas informações de grande importância estratégica para a tomada de decisão pelo agricultor no planejamento rural.

5.1 GOOGLE EARTH®

A Google Inc., é a empresa que desenvolve e disponibiliza serviços online, cuja sede se situa nos Estados Unidos da América (EUA). Seu primeiro serviço foi um sistema de buscas denominado Google, que, na atualidade, é considerado o serviço de busca mais usado no mundo. O serviço de buscas Google foi criado a partir de um projeto de doutorado de Larry Page e Sergey Brin, desenvolvido na Universidade de Stanford em 1996. Atualmente, a Google, é uma empresa que fornece dezenas de outros serviços online, que são, na maioria das vezes, gratuitos aos usuários da internet. O software Google Earth pode ser adquirido gratuitamente pelo endereço eletrônico: <<http://earth.google.com/>>.

Conforme Neto (2009), o Google Earth é um aplicativo computacional desenvolvido e distribuído pela empresa americana Google, cuja função é apresentar um modelo tridimensional do globo terrestre, construído a partir de um mosaico de imagens de satélite obtidas de fontes diversas. Anteriormente conhecido como Earth Viewer, este programa foi desenvolvido pela companhia Keyhole, Inc. a qual foi adquirida pela empresa Google no ano de 2004.

Renomeado como Google Earth no ano seguinte, é amplamente utilizado, estando disponível para uso em computadores pessoais rodando nos mais diversos sistemas operacionais. Na versão gratuita o programa possui funções limitadas, já a versão paga, denominada Google Earth Pro, destinada a uso comercial, dispendo de recursos adicionais (PILLAR, 2006).

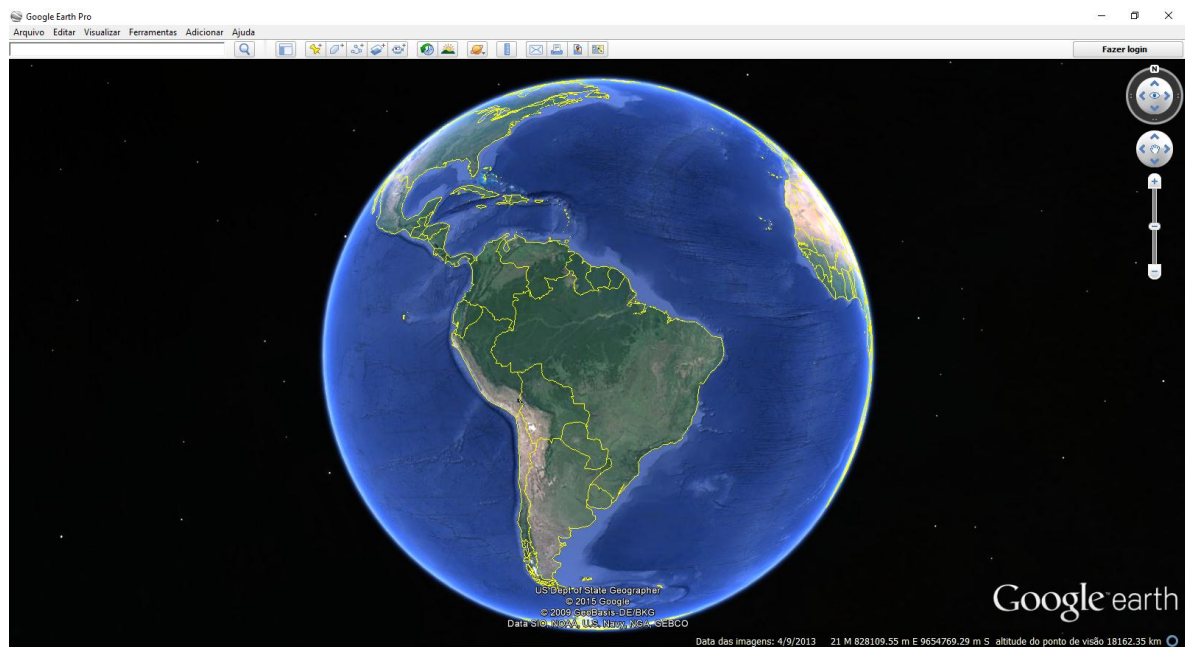
O programa pode ser usado como um simples gerador de mapas bidimensionais e imagens de satélite ou como um simulador das diversas paisagens presentes no Planeta Terra. Podendo assim, identificar lugares, disponíveis em imagens com resolução espacial suficiente para visualizar edifícios, casas ou até

mesmo detalhes no modo Street View com imagens em 360 graus com a cobertura de todo o globo terrestre (NETO, 2009).

Segundo Ribas (2007), o programa permite ainda girar uma imagem, marcar os locais que você conseguiu identificar para visitá-los posteriormente, medir a distância entre dois pontos e até mesmo ter uma visão tridimensional de uma determinada localidade. Camboim (2006) afirma que além da frequência de atualização das imagens fornecidas pelo Google Earth, os usuários também devem ter consciência dos limites de precisão e as aplicações possíveis, uma vez que por trás da nitidez da imagem podem estar ocultos erros que estão sendo desprezados por gerentes de projetos e usuários em geral, podendo trazer sérias consequências nas decisões apoiadas sobre estas bases.

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 em médias e pequenas escalas.

Figura 8 - Imagem aplicativo Google Earth Pro.



Fonte: Google Earth Pro

Uma vez instalado o programa, ele apresenta a tela mostrada na figura 8, onde o usuário deve, então, informar o nome ou as coordenadas geográficas da

localidade onde deseja navegar. O Google Earth é um programa que disponibiliza, desde 2005, várias funcionalidades de um Sistema de Informações Geográficas, onde o usuário pode navegar por imagens de satélite de todo o planeta, visualizar paisagens e cidades em três dimensões e acessar muitas outras informações sobre locais de interesse, sem que se necessite de treinamento específico para tal.

Apesar de ser uma aplicação desktop gratuita, é recomendado que se utilize uma conexão à internet de alta velocidade, pois uma vez executado, o programa entra em contato com os servidores da Google, os quais disponibilizam terabytes de dados geográficos para todo o planeta (CAMBOIM e SANTOS, 2008).

As procedências dos dados são de companhias comerciais de compilação de dados, sendo de diversas fontes, motivo pelo qual as imagens têm resoluções variadas e podem apresentar falhas de junção nas bordas. As imagens de satélites e de aviões são muito parecidas, porque as resoluções de ambas as formas de obtenção têm sido cada vez melhores.

Atualmente existem satélites que captam detalhes de até meio metro no terreno, no entanto, imagens aéreas ainda são mais detalhadas, com precisão de alguns centímetros. Segundo o Google, as imagens têm, no máximo, três anos desde a data de sua aquisição, e não existem imagens adquiridas em tempo real (CAMBOIM e SANTOS, 2008); (OLIVEIRA, 2008).

Segundo Oliveira (2008) as imagens que vemos no Google Earth e em outros visualizadores 3D são classificadas de acordo com vários critérios, sendo um deles a resolução espacial, que é o valor correspondente ao tamanho do terreno que um pixel consegue representar. Esta resolução espacial pode ser baixa (em torno de 100 metros), média (em torno de 30 metros) ou alta (menor que 5 metros). Em geral, a resolução do programa é de 15 metros, mas já existem locais com resolução de um metro ou melhor.

A fonte da base altimétrica do Google Earth é a Missão SRTM “*Shuttle Radar Topography Mission*”, da Agencia Espacial Americana (NASA), formada por uma grade quadriculada com 90 metros de lado, e erro médio das altitudes de cinco a dez metros. A altimetria permite visualizar os acidentes naturais em perspectiva.

O Google Earth é o programa mais popular para visualização da Terra em 3D, sendo utilizado atualmente por empresas, universidades, órgãos governamentais e mesmo em casa, para as mais diversas finalidades. Essa

popularização é considerada pelos especialistas em geotecnologias como o principal acontecimento da área nos últimos anos (Oliveira, 2008).

Os sistemas de mapas “*online*” como o Google Earth™ e similares podem ser considerados Sistema de Informação Geográfica (SIG), apesar de não possuir todas as funcionalidades dos SIGs mais complexos, esses aplicativos podem ser considerados como sistemas de informações geográficas de fácil utilização e que contribuem na popularização das ferramentas de geoprocessamento. Permite ainda a representação, o armazenamento e a distribuição de dados espaciais, além de possibilitar algumas análises como medidas de distância e cálculo de rotas (EMBRAPA, 2014).

5.2 GNSS/GPS

Os Sistemas Globais de Navegação por Satélite “*Global Navigation Satellite Systems*” GNSS GPS são constituídos por constelações de satélites, que permitem, através da transmissão de sinais de rádio a um receptor aos usuários que possuam equipamento apropriado, coordenadas precisas de posicionamento tridimensional e informação sobre a navegação e o tempo, determinando as coordenadas do mesmo. Foi desenvolvido pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América DoD “*Department of Defense*”, com o propósito de ser o principal sistema de navegação das forças armadas americanas. Em razão da alta acurácia proporcionada e do alto nível tecnológico embutido nos aparelhos receptores GPS, uma grande comunidade de usuários do sistema, surgiu dos mais variados segmentos do meio civil, entre eles, navegação, posicionamento geodésico, agricultura, meio ambiente, controle de frotas, etc.

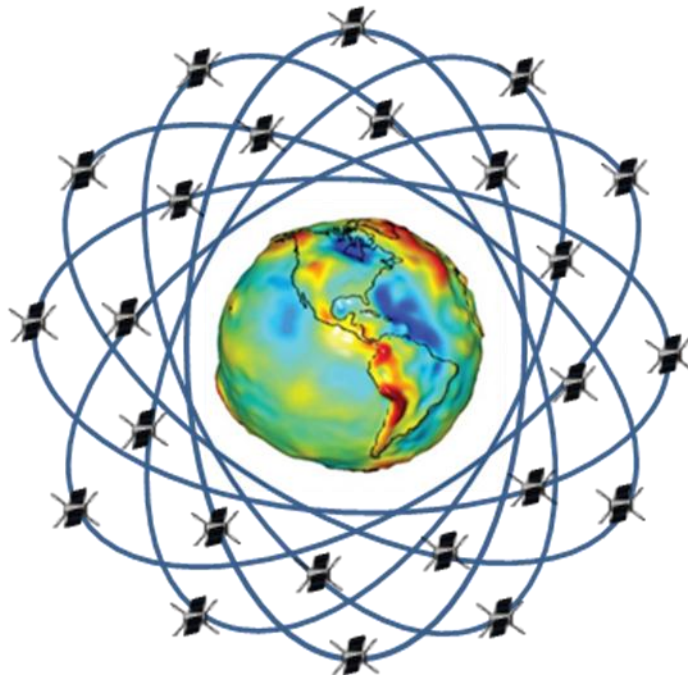
Como o nome sugere, o GPS é um sistema de abrangência global, e tem facilitado todas atividades que necessitam de posicionamento, permitindo que outras concepções práticas de posicionamento e levantamentos topográficos que, de certa forma haviam ficado estagnadas no tempo, pudessem ser colocadas em prática graças à integração de várias geotecnologias, ligadas ao GPS.

A concepção do sistema GPS permite que um usuário, em qualquer ponto da superfície terrestre, ou próximo a ela, tenha sempre a disposição, no mínimo 4 satélites para serem rastreados, permitindo navegação em tempo real, sob quaisquer condições meteorológicas. O princípio básico de navegação pelo GPS é

relativamente simples, e consiste na medida das distâncias entre o usuário a cada um dos satélites rastreados a partir da constelação de satélites disponíveis.

O Segmento Espacial consiste de 24 satélites ativos, distribuídos em 6 órbitas elípticas, cujos planos orbitais são inclinados 55° em relação ao equador e espaçados longitudinalmente em 60° . Em cada órbita viajam 4 satélites, com defasagem de 90° ao longo da órbita, a uma altitude de 20.200 km e período orbital de 12 horas siderais, que corresponde a aproximadamente 11h:58 minutos do tempo solar médio. A velocidade tangencial do satélite é de aproximadamente 14.000 km/h. Neste movimento a posição dos satélites se repete a cada dia, 4 minutos antes da passagem do dia anterior. Essa configuração da constelação dos satélites garante que, no mínimo 4 satélites sejam visíveis, 24 horas por dia, em qualquer ponto da superfície terrestre.

Figura 9 - Constelação de Satélites GPS.



Fonte: Do próprio autor.

Conhecendo-se as coordenadas dos satélites em um sistema de referência apropriado, é possível calcular as coordenadas da antena do receptor em terra, no mesmo sistema de referência dos satélites. Do ponto de vista geométrico, apenas três distâncias, determinadas pelas coordenadas cartesianas não

pertencentes ao mesmo plano, seriam suficientes para se determinar o posicionamento do usuário.

O Posicionamento por Ponto Simples (absoluto) é o método de posicionamento GNSS em que se obtêm as coordenadas de um ponto utilizando apenas um receptor. Nesse método a posição é determinada de forma instantânea através de observações da pseudodistância, derivada do código C/A – “*Coarse Acquisition Code*” presente na portadora L1, das posições dos satélites e do sistema de tempo contidos nas efemérides transmitidas.

Com o posicionamento absoluto ou isolado, o GPS tem sua utilização básica, e pressupõe a utilização de um único receptor. Pode-se afirmar que se trata do método mais utilizado nas observáveis de pseudodistância derivadas do código C/A, bem como efemérides transmitidas para determinação das coordenadas dos satélites, juntamente com modelos de ionosfera e da troposfera. Tais observáveis são medidas das distâncias entre o satélite e o receptor, as quais são determinadas pelos receptores ao escalar o tempo de propagação do sinal pela velocidade de propagação. e pode estar associado a dois tipos de referenciais geodésicos (WGS84) e “*International Terrestrial Reference Frame*” (ITRF) dependendo do tipo das efemérides transmitidas e precisas a serem utilizadas para determinação das coordenadas (MONICO, 2013).

Segundo Monico (2002) no posicionamento GNSS, dois métodos se destacam: o Posicionamento Relativo mais eficaz e o Posicionamento por Ponto que apresenta menor acurácia, mas o mesmo pode se tornar eficiente quando a ele forem empregadas efemérides e correções dos relógios dos satélites com alta precisão, caracterizando assim o Posicionamento por Ponto Preciso (PPP).

Apesar de o método Relativo ser mais confiável, ele também se torna mais oneroso em consequência da utilização de dois receptores, a licença de software de processamento e tempo de processamento dos dados GPS.

Embora o Posicionamento por Ponto apresente menor acurácia, o mesmo pode se tornar mais eficiente quando a ele forem empregadas efemérides e correções dos relógios dos satélites com alta precisão (IBGE 2008), caracterizando assim o Posicionamento por Ponto Preciso (PPP), que antigamente se limitava apenas a trabalhos de cunho científico, e hoje vem merecendo destaque devido a sua popularização (MATSUOKA, 2009).

5.3 DESENHO AUXILIADO POR COMPUTADOR (CAD) AUTOCAD MAPS 3D® 2016

Conforme Rocha (2000), os sistemas CAD “*Computer Aided Design*” ou Projeto Auxiliado pelo Computador, armazenam dados espaciais como entidades gráficas. Esses sistemas, apesar de terem sido criados para facilitar a criação de projetos de engenharia e arquitetura, são frequentemente utilizados em cartografia digital.

Os sistemas CAD geralmente acessam suas informações de modo sequencial, forçando a fragmentação das informações geográficas em diversos arquivos. Segundo o autor, estes sistemas lidam com mapas independentemente de continuidade de uma folha para outra, e pode-se colocar uma folha ao lado da outra, mas não existe a preocupação do sistema de entender os objetos na divisa como um único objeto. Entretanto, muitas das características desses sistemas são importantes para os mapeamentos digitais, com seus sofisticados recursos de representação gráfica, edição e exibição em tela e impressão.

Para Rechiuti (1996), estes sistemas fornecem uma série de ferramentas para construção de entidades geométricas planas (como linhas, curvas, polígonos) ou mesmo objetos tridimensionais (cubos, esferas, etc.). Também disponibilizam ferramentas para relacionar essas entidades ou esses objetos, como por exemplo, criar um arredondamento (filete) entre duas linhas ou subtrair as formas de dois objetos tridimensionais para obter um terceiro.

Segundo o autor, uma divisão básica entre os softwares CAD é feita com base na capacidade do programa em desenhar em duas dimensões e ainda, criar modelos tridimensionais, sendo estes últimos subdivididos em relação a qual tecnologia usar com o modelador 3D.

A maioria dos sistemas CAD modernos, são capazes de criar uma geometria em “*wireframe*” (desenho básico, de baixa resolução), além de possuírem funções paramétricas 3D para modelação de sólidos; realizar modelagem de superfícies “*free form*” (forma livre); desenhar automaticamente conjuntos de peças; gerar automaticamente desenhos 2D a partir dos modelos sólidos 3D; reutilizar design de componentes; gerar automaticamente componentes de “*design standard*” (desenho padrão); validar/verificar designs de encontro as especificações e regras determinadas; simular “*designs*” sem a necessidade do protótipo físico, criar documentação de engenharia, tal como desenhos para maquinação, listas de

materiais, importar/exportar dados com outros formatos de diferentes programas, manter as livrarias de peças e conjuntos criados, calcular as propriedades de massa de peças e conjuntos, etc.

A disponibilidade de sistemas CAD, baseada em microcomputadores aliada ao barateamento de “*hardware*” incentivou sua utilização em aplicações diferentes daquelas para as quais foi projetado, (CÂMARA, 1995).

Apesar de serem concebidos originalmente para engenharia e arquitetura são frequentemente utilizados em cartografia digital. Constituindo-se atualmente no principal recurso para criação e manipulação de informações gráficas vetoriais. Se no passado estes softwares eram objetos de pesquisas e restritos às empresas do setor aeroespacial e pelas grandes montadoras automobilísticas, hoje estes programas são altamente comercializados, até mesmo gratuitamente, para os mais diversos fins. Atualmente o desenvolvimento de *softwares* de CAD ocorre de forma generalizada, com ofertas feitas por diversas empresas do ramo. A tecnologia vem sendo aprimorada a cada dia e com a crescente difusão da internet, tais sistemas tornam-se muito mais acessíveis ao redor do mundo, (AMARAL e FILHO, 2010).

5.4 MÉTODOS E TÉCNICAS DE POSICIONAMENTOS

Neste trabalho foi utilizado o método de Posicionamento por Ponto Simples (PPS), porém, justifica-se conveniente aqui, expandir esta revisão para os principais métodos de posicionamento GNSS.

a) Posicionamento Por Ponto

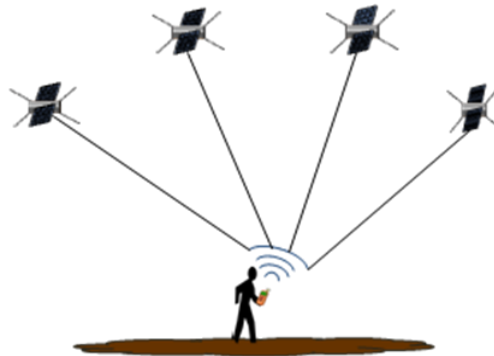
O posicionamento por ponto, também conhecido como posicionamento absoluto ou isolado, requer a utilização de apenas um receptor. Neste caso, o referencial geodésico das coordenadas determinadas é definido a partir das efemérides dos satélites. No caso das efemérides transmitidas, o referencial é o WGS84, enquanto que o das efemérides produzidas pelo IGS é o ITRF. Este tipo de posicionamento pode ser subdividido em dois: posicionamento por ponto e posicionamento por ponto preciso (PPP). O Posicionamento por Ponto a partir do código C/A, proporciona precisão inferior àquelas fornecidas por outras técnicas, pois apenas os erros do relógio do satélite e do receptor são modelados na solução.

Nenhuma estrutura adicional é necessária para sua realização, bastando o usuário dispor de apenas um receptor (MONICO, 2008).

As coordenadas e os erros dos relógios dos satélites são determinadas através das efemérides transmitidas, enquanto que o erro do relógio e as coordenadas do receptor são calculados em um ajustamento onde as observações são pseudodistâncias derivadas do código C/A de pelo menos quatro satélites, a configuração mínima de satélites para que seja possível obter coordenadas tridimensionais a partir desta técnica conforme figura abaixo.

O posicionamento por ponto requer a utilização de apenas um receptor, e neste caso, o referencial geodésico das coordenadas determinadas é definido a partir das efemérides dos satélites. Este tipo de posicionamento proporciona precisão inferior àquelas fornecidas por outras técnicas, pois apenas os erros do relógio do satélite e do receptor são modelados na solução. Nenhuma estrutura adicional é necessária para sua realização, bastando o usuário dispor de apenas um receptor.

Figura 10 - Posicionamento por Ponto Simples.

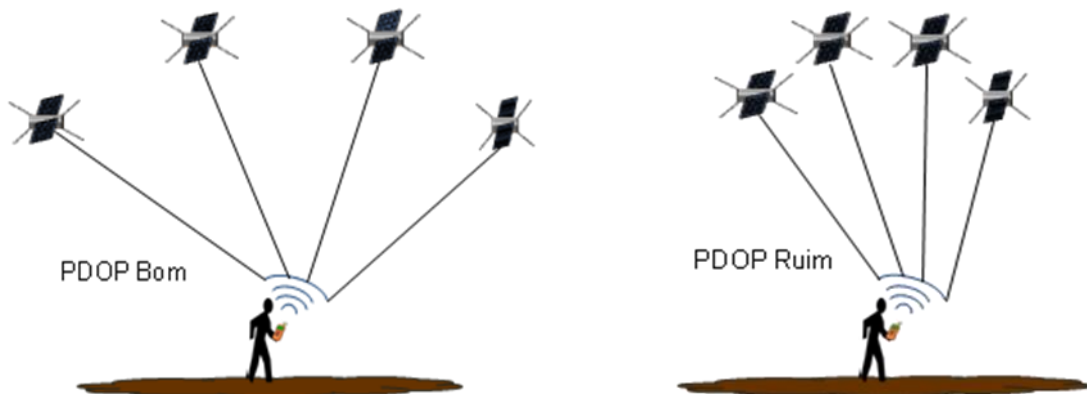


Fonte: Do próprio autor.

Um fator que exerce influência importante na qualidade do posicionamento é a geometria dos satélites, sendo comum a sua representação através do DOP "*Dilution Of Precision*", (diluição da precisão). Monico, (2008) relata diversos tipos de DOP, porém o mais significativo para o posicionamento por ponto é o PDOP. O PDOP é o DOP para o posicionamento tridimensional. Vale ressaltar que, todos os receptores GPS são projetados para selecionar uma configuração de satélites que proporcione a melhor geometria na captação do sinal, que deve ser

usado como um indicador da qualidade da informação obtida. Os fatores PDOP são números relativos; quanto menor o fator PDOP, melhor a precisão da posição. Inversamente, quanto maior o valor do fator, pior a qualidade da determinação correspondente, ou seja, maior a influência dos erros de observação nos resultados do posicionamento, (IBGE, 2008).

Figura 11 – Diferenças dos PDOP (Diluição de Precisão).



Fonte: Do próprio autor.

A Figura 11 ilustra duas situações de PDOP, na obtenção dos sinais de satélites que podem ser bons ou ruins. O GNSS foi desenvolvido para ser executado em tempo real, sendo o posicionamento por ponto utilizado para navegação em levantamentos que requerem precisão métrica.

Assim, o posicionamento por ponto (PP) pode ser dividido em dois grupos, Posicionamento por Ponto Simples (PPS) que utilizam efemérides transmitidas da pseudodistância através do código C/A com precisão inferior como observável e o Posicionamento por Ponto Preciso (PPP) que está associado ao uso das efemérides precisas com as observáveis pseudodistância e a fase da onda portadora. O PPP é na atualidade, um método de posicionamento, que vislumbra como uma grande potencialidade para obtenção de coordenadas com alto nível de qualidade utilizando apenas um receptor.

b) Posicionamento Por Ponto Preciso

Segundo Prates (2000), neste tipo de posicionamento, podem-se diminuir consideravelmente os efeitos da refração ionosférica. Para usuários com receptores

de apenas uma frequência, há duas possibilidades no que se refere à refração atmosférica: negligenciá-la, ou utilizar algum modelo disponível. Vale ressaltar que desde maio de 1998, o IGS está produzindo um modelo global para a ionosfera. Este método não utiliza correções das efemérides e do relógio contidos na mensagem de navegação, mas sim correções produzidas pelo “*International GPS Geodynamics Service*” (IGS), IGR e IGU, apresentando precisão da ordem de 5, 10 e 50 cm, respectivamente. Atualmente, o IGS produz três tipos de efemérides e correções para o relógio dos satélites:

- IGS, a qual resulta da combinação das órbitas produzidas pelos centros de análises do IGS, e fica disponível com um período de 7 a 10 dias de atraso;
- IGR, efemérides IGS rápidas resultante da combinação das órbitas rápidas produzidas pelos centros de análise, ficando disponível com 24 horas de atraso e
- IGP, que se trata das órbitas preditas, disponível com uma hora de antecedência do seu período de validade.

c) Posicionamento por Ponto de Alta Precisão

Para Monico (2002), neste método é imprescindível a utilização de dados de receptores de dupla frequência, isto é, com pseudodistância e fase da onda portadora nas duas portadoras. Trata-se de um processamento que envolve quatro “observáveis” para cada um dos satélites visíveis em cada época. As duas de fase de batimento da onda portadora podem ser combinadas linearmente.

d) Posicionamento Relativo

O conceito fundamental do posicionamento relativo é que os dois ou mais receptores envolvidos rastreiam, simultaneamente, um grupo de pelo menos dois satélites comuns. Conforme Silva (1997) para a realização do posicionamento relativo, o usuário deve dispor de dois ou mais receptores. No entanto com a criação dos chamados Sistemas de Controle Ativos (SCA), tal afirmativa não é mais verdadeira. O usuário que dispor de apenas um receptor poderá efetuar posicionamento relativo. Deverá, para tal, acessar os dados de uma ou mais estações pertencentes ao SCA; no caso do Brasil, a Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC). Nesse caso, o sistema de referência do SCA será introduzido na solução do usuário via as coordenadas das estações utilizadas como

estações de referência. Dentro do contexto de posicionamento relativo, utilizam-se em geral as duplas diferenças como observáveis fundamentais.

e) Posicionamento Relativo Estático

Para Briceno (2001) a observável normalmente adotada no posicionamento relativo estático é a dupla diferença da fase de batimento da onda portadora, podendo também ser utilizado a dupla diferença da pseudodistância ou ambas.

Os melhores resultados em termos de acurácia ocorrem quando se tem duas observáveis. Neste tipo de posicionamento, dois ou mais receptores rastreiam, simultaneamente, os satélites visíveis por um período de tempo que pode variar de dezenas de minutos (20 minutos no mínimo) até algumas horas. Devido ao longo período de ocupação das estações este método utiliza mais a fase de onda portadora cuja precisão é superior ao da pseudodistância, que só é utilizada no pré-processamento. Este método é o mais preciso e mais adequado para levantamentos geodésicos e geodinâmicos.

f) Posicionamento Relativo Estático Rápido

Conforme Costa (2002), o posicionamento relativo estático rápido difere do estático somente pelo tempo durante o período de ocupação da estação, que neste caso não passa de 20 minutos. A utilização deste método é propícia para levantamentos em que se deseja alta produtividade. Neste método podem-se utilizar receptores simples (L1) ou dupla frequência (L1 e L2). No campo deve-se ter um receptor fixo servindo de base, coletando dados continuamente, enquanto o outro receptor percorre as áreas e pontos de interesse, permanecendo cerca de 5 a 20 minutos para cada coleta de dados. Não há necessidade da continuidade de rastreamento durante as mudanças de pontos de interesses nem do receptor permanecer ligado durante o percurso. Os dados coletados da estação base e do receptor de caminhada são processados para que se solucione o vetor de ambiguidade e se consiga uma melhor precisão. Este método é adequado para levantamentos em torno de dez quilômetros de raio da estação base.

g) Posicionamento Relativo Semicinemático

Segundo Monico (2000), o posicionamento relativo semicinemático baseia-se no fato de que a solução do vetor de ambiguidades, presente numa linha base a determinar, requer que a geometria envolvida entre as estações e os satélites se altere. Devem-se então coletar os dados pelo menos duas vezes em curtos períodos na mesma estação. As duas coletas devem estar separadas por um intervalo de tempo em torno de 20 a 30 minutos para proporcionar a alteração na geometria dos satélites. De acordo com Monico (2000), durante este intervalo outras estações podem ser ocupadas por períodos de tempo relativamente curto. Este método requer que os receptores fiquem continuamente rastreando os mesmos satélites durante as visitas às estações, embora a trajetória não seja de interesse. Quando se utiliza receptor de frequência simples, as distâncias do ponto a base não deve ultrapassar de 10 Km. Este método é também chamado de pseudo-estático ou ainda stop and go, ou seja, para no ponto desejado para a marcação e depois avança para a ocupação de outro ponto, sem perder a sintonia com o grupo de satélites rastreados.

h) Posicionamento Relativo Cinemático

De acordo com Monico (2000), o posicionamento relativo cinemático tem-se como observável fundamental à fase da onda portadora, muito embora o uso da pseudodistância seja muito importante na solução do vetor de ambiguidades. Os dados obtidos deste método podem ser processados em tempo real ou pós-processados depois no laboratório.

i) Posicionamento Relativo Cinemático em tempo real (RTK – Real Time Kinematic)

Para que os dados possam ser processados em tempo real, é necessário que os dados coletados na estação de referência sejam transmitidos para o receptor móvel ou de caminhamento, necessitando de um link de rádio. Trata-se de um método similar ao DGPS em tempo real, só que neste caso utiliza-se à fase de onda portadora e no DGPS as pseudodistâncias. Resumidamente este sistema consiste de dois receptores de dupla ou simples frequência com as respectivas antenas de link de radio para transmitir as correções e/ou observações da estação de referência. Uma das limitações desta técnica diz respeito à utilização de link de rádio na transmissão dos dados para as correções, (MONICO, 2000).

j) DGPS

Além da aplicação básica para fins de navegação, os receptores DGPS permitem também a utilização em GIS móvel, através da coleta de dados com acompanhamento em tempo real das feições levantadas, para serviços de batimetria (navegação e coleta em tempo real), dentre outras aplicações. Neste método se a localização de um receptor for conhecida, podem-se comparar os valores obtidos com os valores teóricos e deste modo calcular correções às medições, as quais podem ser usadas para corrigir as medições dos outros receptores que estão em pontos desconhecidos.

5.5 – CONCEITOS BÁSICOS CARTOGRAFIA E GEODÉSIA

O GPS é um sistema de navegação e posicionamento sobre a superfície da Terra, ele depende fortemente da forma geométrica do Globo terrestre e da forma de representação cartográfica dos dados. Assim, alguns conceitos básicos da cartografia e geodésia estão relacionados direta ou indiretamente a operacionalidade do Sistema. Preliminarmente, as definições, segundo o Aurélio: Cartografia - Arte ou ciência de compor cartas geográficas, tratando sobre mapas e Geodésia - Ciência que se ocupa da forma e da grandeza da Terra, ou de parte de sua superfície.

5.6 – SUPERFÍCIE FÍSICA, ELIPSÓIDE E GEÓIDE

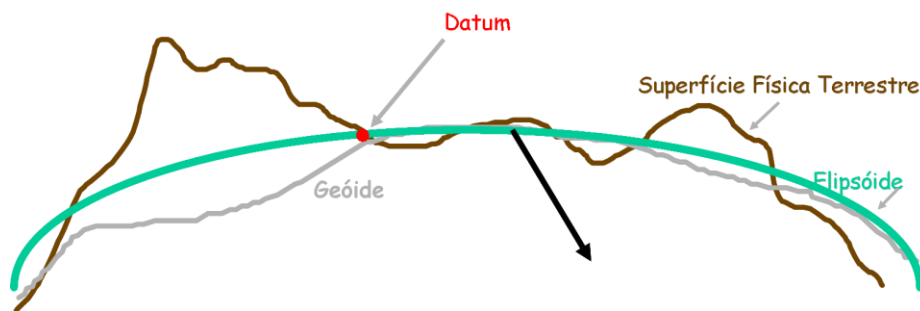
A superfície real terrestre, formada pelas montanhas, vales, rios, oceanos, etc., é totalmente disforme, o que inviabiliza a utilização de modelos matemáticos nos processos do geoposicionamento. Para contornar este problema alguns modelos representativos da superfície terrestre foram definidos. As superfícies de referência utilizadas no posicionamento por satélite são, Superfície física, que é a superfície da vida real. É sobre ela que são efetuadas medidas topográficas, nivelamentos e onde estarão posicionados os receptores GPS. Corresponde ao solo, ruas, montanhas, oceanos, etc., onde estará o observador na tentativa de determinar o seu posicionamento.

Elipsóide, é a aproximação geométrica mais utilizada para a representação da superfície física terrestre. Também definida por elipsóide de

revolução bi-axial (2 eixos). Sua finalidade é possibilitar cálculos que seriam impossíveis para a superfície disforme do globo terrestre. Geóide, é a representação mais próxima da realidade física expressa pelo campo gravitacional terrestre. Por se tratar de uma superfície equipotencial, fundamental do campo de gravidade, coincide muito proximamente com a superfície dos oceanos em estado de equilíbrio. Sendo uma superfície definida a partir do campo de gravidade, o geóide tem intrínseca relação com a determinação de altitudes. As altitudes determinadas com base nesta superfície, denominadas de altitudes ortométricas, são utilizadas nas curvas de nível do mapeamento sistemático brasileiro, (ZANETTI, 2004).

O Datum é uma superfície de referência elipsoidal posicionada em certa região e sobre esta superfície realizam-se as medições geodésicas que dão vida à rede geodésica planimétrica da região, conforme figura 12.

Figura 12 - Representação Geóide Elipsoidal Terrestre (Datum).



Fonte: Google 2015.

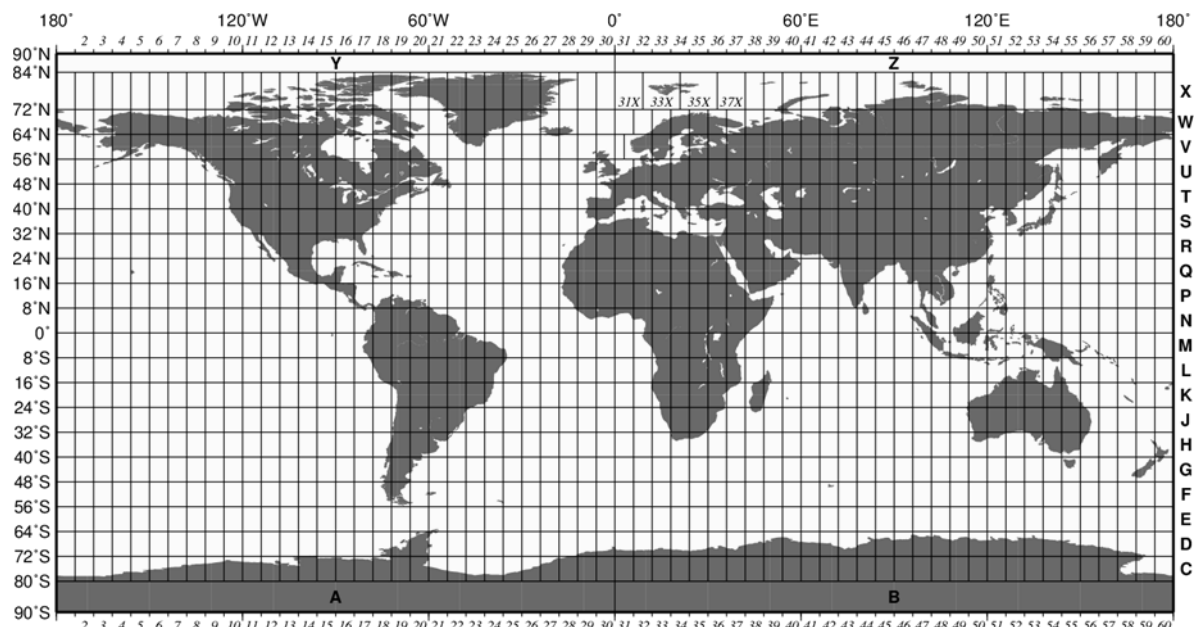
Para identificar a posição de uma determinada informação na superfície da Terra, utilizam-se os sistemas de referência terrestres ou geodésicos, os quais estão associados a uma superfície que mais se aproxima da forma da Terra, e sobre a qual são desenvolvidos todos os cálculos das suas coordenadas que podem ser representadas de tal forma que, em uma superfície esférica recebem a denominação de coordenadas geográficas e em uma superfície plana, são denominadas de acordo com a projeção às quais estão associadas.

Assim, é oportuno colocar o conceito de datum planimétrico onde um certo elipsóide de referência, projeta um corpo curvo de três dimensões (a Terra), num plano em duas dimensões mantendo no entanto os cruzamentos em ângulos retos dos meridianos e paralelos (o mapa), que é escolhido a partir de critérios

geodésicos de adequação e conformidade com a região da superfície terrestre a ser mapeada utilizando o datum planimétrico brasileiro de referência no caso o SAD-69, que é o atual datum planimétrico. O Datum SAD-69 utiliza o elipsóide da União Astronômica Internacional (IAU), ficando definida então a estrutura básica para o sistema geodésico do país ou região.

Um sistema de projeção frequentemente utilizado nos posicionamentos por GPS, é o sistema de coordenadas planas Universal Transversa de Mercator (UTM). Esse sistema é também utilizado no mapeamento sistemático do Brasil que compreende a elaboração de cartas topográficas, representada na figura 13.

Figura 13 - Universal Transversa de Mercator (UTM), fusos, faixas e graus.



Fonte: Google 2015.

A UTM divide a Terra em 60 fusos de 6°, que são projetados, a partir do centro da Terra, sobre uma superfície plana, através de sua projeção sobre um cilindro secante (quase tangente) a superfície terrestre. Os meridianos são representados por retas verticais e eqüidistantes e os paralelos por retas horizontais. Os meridianos são numerados de 1 a 60 a partir do antimeridiano de Greenwich.

Verticalmente as latitudes são divididas de 8° em 8°, a partir do equador, para Norte e para Sul, sendo a última divisão de 12°. Estas divisões de latitude são identificadas por letras, iniciando-se pela letra C, no extremo Sul e finalizando pela

letra X no extremo Norte. Quanto mais distantes do equador, mais exageradas são as distâncias entre os paralelos e maior a distorção verificada em relação à superfície real representada, o que limita sua utilização prática para latitudes entre 60° e -60° .

5.7 SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA DATUM

Conjunto dos parâmetros que constituem a referência de um determinado sistema de coordenadas geográficas, e que inclui a especificação do elipsóide de referência, bem como a sua posição e orientação relativamente ao globo terrestre.

Num Datum geodésico faz-se coincidir o elipsoide de referência, num ponto, com o geóide. No Datum local esse ponto de fixação, constitui a origem do sistema de coordenadas geográficas, Latitudes, Longitudes e Altitudes geodésicas. Nos Datum globais o centro de massa da Terra coincide com o centro do elipsóide de referência e o eixo da Terra com o eixo menor do elipsóide.

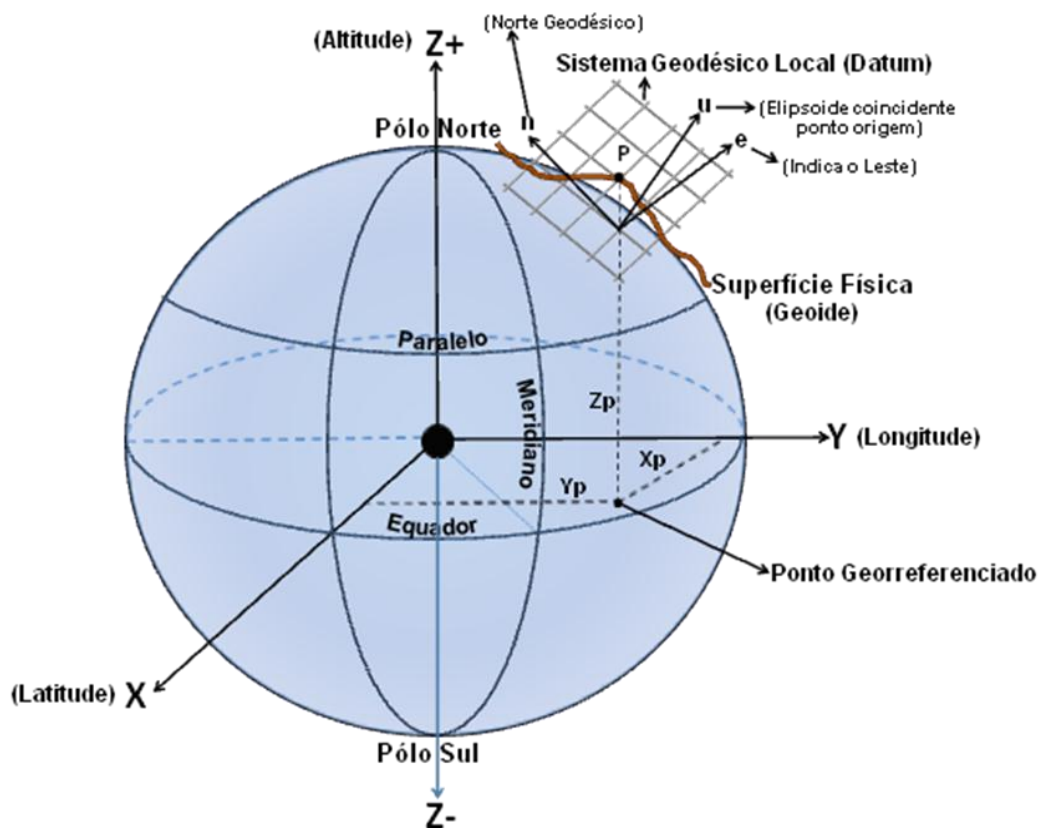
O *South American Datum* (SAD) foi estabelecido como o sistema geodésico regional para a América do Sul, desde 1969. O Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) integra o SAD-69, no entanto o Projeto Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS), esta sendo desenvolvido com a participação de diversos países sul americanos, sob coordenação do IBGE. No contexto deste projeto foi determinada em 1997 uma rede geodésica continental de precisão científica, a partir da qual estarão apoiadas as redes nacionais sul-americanas. A integração entre a rede de referência SIRGAS com as redes existentes em outras regiões do planeta está garantida pela existência no continente de estações de operação contínua pertencentes à Rede Global do “*International GPS Service for Geodynamics*” (IGS) (SILVEIRA, 2004).

Segundo Silveira (2004), a adoção de um referencial geocêntrico no Brasil se constitui em uma necessidade, objetivando o atendimento dos padrões globais de posicionamento. Outro fator determinante diz respeito à necessidade de se buscar uma compatibilidade com os demais países sul-americanos, adotando-se no continente um referencial único para as atividades cartográficas.

O projeto SIRGAS foi criado na Conferência Internacional para Definição de um Datum Geocêntrico para a América do Sul, realizada em outubro de 1993, e deverá substituir o SAD 69 a partir de 2015. É necessário estabelecer um Datum

para definir os parâmetros do sistema cartesiano composto de três eixos mutuamente ortogonais (e, n, u), e são designados de tal forma que o eixo “n” aponte em direção ao Norte Geodésico, o eixo “e” aponte para a direção Leste e é perpendicular ao eixo “n”, ambos contidos no plano topográfico, e o eixo “u” coincida com a normal ao elipsoide que passa pelo vértice escolhido como a origem do sistema para que as coordenadas possam ser exatas.

Figura 14 - Sistema de Coordenadas Terrestre Local (Sistema Geodésico Local).



Fonte: Do próprio autor.

O WGS 84 “*World Geodetic System*”, Sistema Geodésico Mundial é uma norma usada em cartografia de origem geocêntrica utilizado pelo GNSS do Departamento de Defesa dos Estados Unidos (DoD), e pelo Sistema de Posicionamento Global (GPS), definida em 1984. É composta por um sistema de coordenadas para a Terra, através de uma superfície de referência esferoidal padrão ou elipsóide de referência para dados de altitude, e uma superfície gravitacional equipotencial, o geóide, que define o nível médio do mar, permitindo 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 fornecendo também um componente relativo a medida de tempo.

Um Sistema Geodésico de Referência (SGR), permite a localização espacial de qualquer feição sobre a superfície terrestre, definido a partir da adoção de um elipsóide de referência, posicionado e orientado sobre a superfície do planeta, viabilizando à produção cartográfica quando são utilizados dados georeferenciados e informações baseadas no Datum utilizado no Brasil. Logo, é de extrema importância o conhecimento das características e restrições de cada um dos sistemas utilizados de acordo com sistemas.

Apesar do geoide ser o modelo mais próximo do verdadeiro formado da Terra, na geodésia utiliza-se um elipsoide de referência para representar matematicamente a superfície terrestre este modelo é denominado "datum". O elipsoide de referência torna bem mais simples a execução dos cálculos e definição das coordenadas e elevação. Atualmente, um dos elipsoides de referência, ou datum, mais usados é o "*World Geodetic System/1984*" (WGS84), servindo como base ao Sistema de Posicionamento Global (GPS).

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 posicionamento de qualquer objeto sobre ou próximo da superfície terrestre (SEGANTINI, 1999).

6 RESULTADOS

Avaliando os resultados deste trabalho, realizado na Fazenda Gralha Azul, verifica-se que com a utilização da geotecnologia, o produtor rural utilizando métodos e ferramentas simples, pode fazer uso das informações que são determinantes para a tomada de decisões e a realização das atividades agropecuárias que necessitem de um planejamento rural.

Foram observadas as Poligonais das áreas, para determinar as diferenças obtidas nos cálculos das áreas através dos métodos de Georreferenciamento GNSS e Imagens Orbitais utilizados como referencial neste trabalho, onde puderam ser observadas as diferenças, comparando os resultados, e avaliando-os paralelamente.

A partir das informações coletadas, obteve-se uma tabela, onde foram auferidos os resultados das diferenças percentuais aproximadas entre os métodos utilizados, conforme observado abaixo:

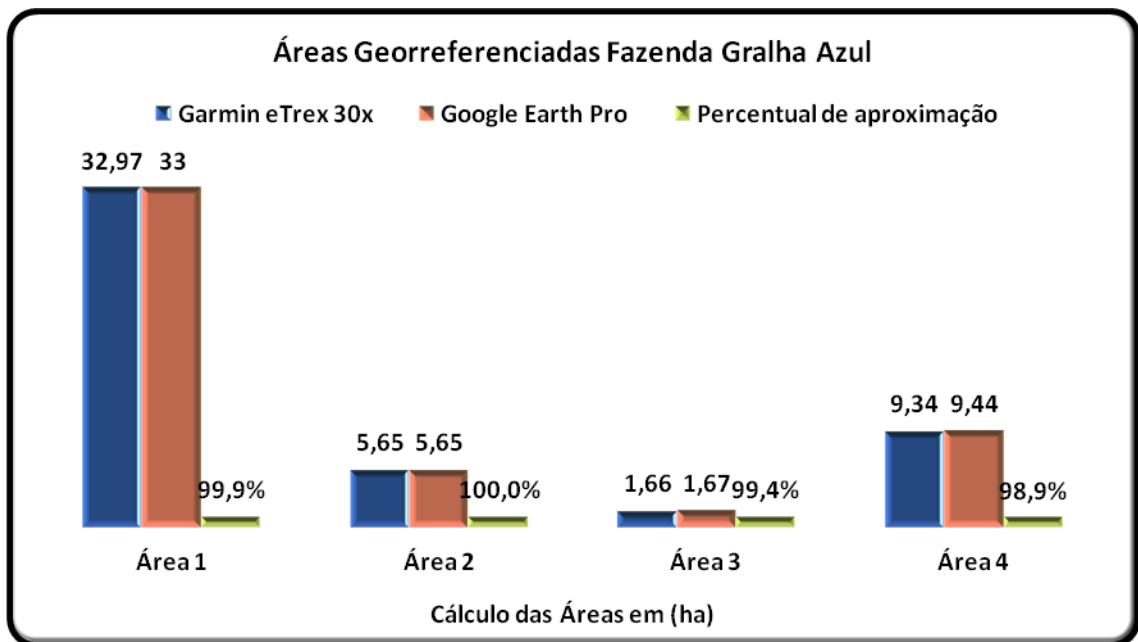
Tabela 1 – Percentual de aproximação das áreas georreferenciadas.

	Área 1 (hectares)	Área 2 (hectares)	Área 3 (hectares)	Área 4 (hectares)
Garmin eTrex 30x	32,97	5,65	1,66	9,34
Google Earth Pro	33	5,65	1,67	9,44
Percentual Aproximação	99,9	100,0	99,4	98,9

Fonte e organização: Próprio autor.

Foi elaborado o gráfico a seguir onde são representadas as informações das respectivas diferenças das medidas nos cálculos das áreas, através do georreferenciamento GNSS, e das imagens orbitais obtidas com o aplicativo Google Earth Pro, possibilitando a interação e a avaliação dos métodos avaliados neste trabalho

Gráfico 1 - Cálculo das áreas georreferenciadas e percentual de aproximação.



Organização: Próprio autor

7 CONCLUSÃO

Os valores dos cálculos das áreas georreferenciadas, obtidos das poligonais com o uso de GNSS de navegação Garmin eTrex 30x, foram muito próximos dos valores das poligonais obtidas através do aplicativo Google Earth Pro, e verificam-se que os resultados obtidos convergem com informações encontrados na literatura, mesmo assim, seu uso deve ser cauteloso com restrições, e somente ser utilizados nas atividades que não necessitem de um posicionamento de ordem submétrica.

Nesta perspectiva, são relevantes os trabalhos de levantamento do uso da terra, visando o mapeamento para um planejamento e monitoramento de dados relacionados as atividades agropecuárias pelo uso das técnicas de Sensoriamento Remoto e Georreferenciamento.

As informações decorrentes propiciam um planejamento eficaz e economicamente viável, podendo suprir as necessidades do produtor quanto a sua utilização, para as atividades corriqueiras de planejamento rural na propriedade, por se tratarem de ferramentas simples e economicamente viáveis para estas atribuições.

REFERÊNCIAS

AMARAL, R. D. C; PINA FILHO, A. C. A evolução do CAD e sua aplicação em projetos de engenharia. In: SIMPÓSIO DE MECÂNICA COMPUTACIONAL DA UFSJ, 9., São João Del Rei, 2010. **Anais...** São João Del Rey: UFSJ. p.1-8.

BORGES, A.C. **Topografia**. São Paulo: E. Blucher, 1977.

BRICENO, J. G. Avaliação do posicionamento para distâncias médias. **Boletim de Ciências Geodésicas**, Curitiba, v. 7, n. 2, p. 79-88, 2001.

CAMARA, G; DAVIS, C. **Fundamentos de geoprocessamento**. 2006. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap1-introducao.pdf>> acesso em: 11 jan. 2016.

CAMBOIM, S. P.; SANTOS, R. O. Explorando el Google Earth. **Revista InfoGEO**, São Paulo, ano 2, n. 4, abr./jun. 2006.

COSTA, M. F. Análise do processamento de dados GPS em função das diferentes condições de rastreamento. **Boletim das Ciências Geodésicas**, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 17-24, 2002.

GOMES, S. T. et al. **Geotecnologias e geoinformação**: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília: Embrapa, 2014.

IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Recomendações para levantamentos relativos estáticos GPS**. Rio de Janeiro, 2008.

IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual do usuário posicionamento por ponto preciso**. Rio de Janeiro, 2009.

INCRA. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Manual técnico de posicionamento**: georreferenciamento de imóveis rurais. Brasília, 2013.

MATSUOKA, M. T. Potencialidades do serviço on-line de posicionamento por ponto preciso (CSRS-PPP) em aplicações geodésicas. **Gaea: Journal of Geoscience**, v. 5, n. 1, jan./jun. p. 42-49, 2009.

MOHAMMED, N. Z. Positional accuracy testing of Google Earth. **International Journal of Multidisciplinary Sciences and Engineering**, v. 4, n. 6, 2013. Disponível em <<http://www.ijmse.org/Volume4/Issue6.html>> Acesso em: 8 jan. 2016.

MONICO, J. F. G. Monitoramento do posicionamento por ponto simples com dados GPS no Brasil. In: COLÓQUIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS, 8, 2013, Curitiba. **Anais do 8º Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas**, Curitiba: UFPR, 2013.

MONICO, J. F. G. **Posicionamento pelo GNSS**: descrição, fundamentos e aplicações. 2. ed. São Paulo: Ed. UNESP, 2008.

MONICO, J. F. G. **Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS**: descrição, fundamentos e aplicações. São Paulo: Ed. UNESP, 2000.

MONICO, J. F. G. Posicionamento por ponto de alta precisão utilizando o GPS: uma solução para a geodinâmica. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 18, n. 1, p.39-48, 2000.

PILLAR, G. G. **Cidades híbridas**: um estudo sobre o Google Earth como ferramenta de escrita virtual sobre a cidade. 83 f. Monografia (Conclusão de Curso em Comunicação Social) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

PRATES, G. **Navstar**: GPS Sistema de Posicionamento Global. Lisboa: Escola Superior de Tecnologia Universidade do Algarve, 2004.

RECHIUTI, L. V. **Processamento de imagens digitais**. São José dos Campos: INPE/CTA, 1996.

RIBAS, W. K. **Os limites posicionais do Google Earth**. 2007. Disponível em: <http://www.esteio.com.br/downloads/pdf/precisao_Google-Earth.pdf>. Acesso em: 8 jan. 2016.

ROCHA, C. H. B. **Geoprocessamento**: tecnologia transdisciplinar. Juiz de Fora: Ed. do Autor, 2000.

SEEBER, G. **Satellite geodesy**: foundations, methods and applications. New York: Walter de Gruyter, 1993.

SEGANTINE, P. C. L. **GPS Sistema de posicionamento global**. São Carlos: Escola de Engenharia, Departamento de transportes, Universidade de São Paulo, 1999. Apostila.

SILVA, A. S. **Global positioning system**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997.

SILVEIRA, A. C.; **Geodésia aplicada ao georreferenciamento**. Curso de Formação continuada em Georreferenciamento de imóveis rurais. CTET. mar. 2005.

SOUZA NETO, W. P. **Usando api do Google Maps para criar um mapa interativo**. Estudo de caso: Viçosa. 72 f. Monografia (Graduação de Engenharia de Agrimensura) – Universidade Federal de Viçosa, 2009.

ZANETTI, M. A. Z. **Geodésia básica**. Curitiba: Departamento de Geomática, Geodésia, Universidade Federal do Paraná, 2004. Módulo 2. Apostila.