

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

CÂMPUS DOIS VIZINHOS

STHIVE ALISSON DA SILVA E SILVA

**ELABORAÇÃO DE UM MODELO DIGITAL DE TERRENO DO CÂMPUS DA
UTFPR – DV A PARTIR DE CARTA TOPOGRÁFICA E PONTOS
GEODÉSICOS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

DOIS VIZINHOS/PR

2016

STHIVE ALISSON DA SILVA E SILVA

**ELABORAÇÃO DE UM MODELO DIGITAL DE TERRENO DO CÂMPUS DA
UTFPR – DV A PARTIR DE CARTA TOPOGRÁFICA E PONTOS
GEODÉSICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso Superior de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Orientador: Prof. MSc. Raoni Wainer Duarte Bosquilia

Co-Orientadora: Prof. Dra. Maria Madalena Santos da Silva

DOIS VIZINHOS/PR

2016

S586e Silva, Sthive Alisson da Silva e.
Elaboração de um modelo digital de terreno do
câmpus da UTFPR- DV a partir de carta topográfica e
pontos geodésicos – Dois Vizinhos: [s.n], 2016.
31f.:il.

Orientador: Raoni Wainer Duarte Bosquilia
Coorientadora: Maria Madalena Santos da Silva
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de
Engenharia Florestal, Dois Vizinhos, 2016.
Bibliografia p.30-31

1. Cartografia – Processamento de dados 2.
Geodésia I. Bosquilia, Raoni Wainer Duarte, orient. II.
Silva, Maria Madalena Santos da, coorient. III.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Dois
Vizinhos. IV. Título

CDD: 526.0285

Ficha catalográfica elaborada por Rosana Oliveira da Silva CRB: 9/1745

Biblioteca da UTFPR-Dois Vizinhos



TERMO DE APROVAÇÃO

ELABORAÇÃO DE UM MODELO DIGITAL DE TERRENO DO CÂMPUS DA UTFPR – DV A PARTIR DE CARTA TOPOGRÁFICA E PONTOS GEODÉSICOS

por

STHIVE ALISSON DA SILVA E SILVA

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 15 de junho de 2016 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Raoni Wainer Duarte Bosquilia
Orientador

Prof^a. Dr^a. Jairo Calderari de Oliveira Junior
Membro titular (UTFPR)

Prof. Maurício de Souza
Membro titular (UTFPR)

RESUMO

SILVA E SILVA, Sthive Alisson da. **Elaboração de um Modelo Digital de Terreno do Câmpus da UTFPR – DV a partir de carta topográfica e pontos geodésicos**. 32f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos/PR, 2016.

O geoprocessamento é uma parte da área do conhecimento identificada como geomática e incorpora o conjunto total de técnicas relativas à informação espacial, desde a sua coleta, armazenamento, tratamento e análise, até no uso integrado desses dados geográficos. Este conjunto de técnicas, também conhecido como geotecnologias, correspondem aos segmentos utilizados no geoprocessamento. As geotecnologias, tais como cartografia, SIG, e GPS, associados por intermédio do geoprocessamento, no auxílio para gerar Modelo Digital de Terrenos (MDTs), representam um importante instrumento para o planejamento e administração do mesmo. Nesse sentido o presente trabalho tem como objetivo Gerar um Modelo Digital de Terreno (MDT), de toda a área do Campus da Universidade Tecnológica Federal do Paraná de Dois Vizinhos/PR a partir da digitalização da carta topográfica IBGE escala 1:50.000, coleta dos pontos geodésicos a campo com a utilização de GPS topográfico e geodésico, Processamento GPS dos pontos geodésicos, e a manipulação dos dados coletados em ambiente SIG.

Palavras-chave: SIG, geotecnologias, GPS, MDT.

ABSTRACT

SILVA E SILVA, Sthive Alisson da. **Mapping of land use and occupation of UTFPR-DV Câmpus**. 32f. Work of Course Conclusion (Graduate in Forestry) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos/PR, 2016.

Geoprocessing is a part of the knowledge's area identified as geomatics. It incorporates the full set of techniques related to spatial information, since its collection, storage, processing and analysis until the integrated use of these geographical data. This set of techniques, also known as geotechnology, correspond to segments used in geoprocessing. Geotechnologies such as mapping, GIS, and GPS, associated through the geoprocessing, in helping to generate Digital Terrain Model (DTM), represent an important tool for planning and management of it. Therefore, the present work aims to generate a Terrain Digital Model (DTM) in the whole area of the of the UTFPR – Dois Vizinhos campus, from the digitization of topographic IBGE map 1: 50,000 scale, collection of geodesic points in the field using topographic and geodetic GPS, GPS Processing of geodesic points, and manipulation of data collected in GIS.

Key words: GIS, geotechnologies, GPS, DTM

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. OBJETIVOS..... | 2 |
| 2.1 OBJETIVO GERAL | 2 |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 2 |
| 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 3 |
| 3.1 GEODÉSIA | 3 |
| 3.1.1 SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA | 3 |
| 3.1.1.1 Córrego Alegre..... | 4 |
| 3.1.1.2 Astro Datum Chuá | 4 |
| 3.1.1.3 SAD 69 | 5 |
| 3.1.1.4 SIRGAS 2000 | 5 |
| 3.1.2 SISTEMA GLOBAL DE NAVEGAÇÃO POR SATÉLITES (GNSS) | 6 |
| 3.1.2.1 Sistema de Posicionamento Global (NAVSTAR - GPS) | 6 |
| 3.1.2.2 Sistema de Posicionamento GLONASS | 7 |
| 3.1.3 MÉTODOS DE POSICIONAMENTO UTILIZANDO GNSS | 8 |
| 3.1.3.1 Método Relativo Estático | 8 |
| 3.1.3.2 Método Relativo Estático Rápido..... | 8 |
| 3.1.3.3 Método Relativo Cinemático | 9 |
| 3.2 MODELO DIGITAL DE TERRENO | 9 |
| 3.3 CARTOGRAFIA | 9 |
| 3.4 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)..... | 10 |
| 3.5 GEOPROCESSAMENTO | 12 |
| 4. MATERIAL E MÉTODOS | 14 |
| 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA | 14 |
| 4.1.1 Localização..... | 14 |
| 4.2 FLUXOGRAMA DAS ETAPAS REALIZADAS | 16 |

| | |
|--|-----------|
| 4.3 CARTA TOPOGRÁFICA..... | 16 |
| 4.4. DIGITALIZAÇÃO DA CARTA..... | 16 |
| 4.5 LEVANTAMENTO A CAMPO | 17 |
| 4.6 MANIPULAÇÃO DOS DADOS EM AMBIENTE SIG..... | 17 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES..... | 18 |
| 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 22 |
| 7. CRONOGRAMA | 23 |
| 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 24 |

1. INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico tem causado uma maior influência nas pesquisas geográficas e em especial podemos dar destaque para os Sistemas de informações Geográficas (SIG). Os SIG's possuem como principais características a inserção e a integração, em apenas uma única base de dados, informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados censitários e cadastro urbano e rural, imagens de satélite, entre outros.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015), a geodésia é a ciência que vem proporcionando uma revolução na cartografia com a implantação do Sistema de Posicionamento Global (GPS). Através deste sistema é possível obter informações mais precisas da determinação de posições, estáticas ou cinemáticas, aliando rapidez e precisão muito superiores aos métodos clássicos.

De acordo com IBGE (1996, p. 10), a cartografia apresenta-se como o conjunto de estudos e operações científicas, técnicas e artísticas que, tendo por base os resultados de observações diretas ou da análise de documentação, se voltam para a elaboração de mapas, cartas e outras formas de expressão ou representação de objetos, elementos, fenômenos e ambientes físicos e socioeconômicos, bem como a sua utilização.

Um dos produtos que podem ser realizados utilizando as ferramentas citadas acima é o Modelo Digital de Terreno (MDT), que se apresenta como uma representação digital do relevo e, atualmente, é uma das representações temáticas mais utilizadas no ramo das geotecnologias, procurando representar digitalmente a superfície da terra.

Desta maneira, o presente trabalho tem como objetivo gerar um Modelo Digital de Terreno (MDT), de toda a área do Câmpus da Universidade Tecnológica Federal do Paraná de Dois Vizinhos/PR a partir de carta topográfica e pontos geodésicos, para servir como base de dados para trabalhos futuros.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Gerar um Modelo Digital de Terreno (MDT), de toda a área do Câmpus da Universidade Tecnológica Federal no Paraná de Dois Vizinhos/PR a partir de carta topográfica e pontos geodésicos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Digitalizar carta topográfica IBGE escala 1:50.000;
- Coletar pontos geodésicos a campo com a utilização de GPS topográfico e geodésico;
- Processamento GPS dos pontos geodésicos;
- Manipulação dos dados coletados em ambiente SIG;
- Gerar um mapa topográfico, com curvas de nível e pontos cotados, de toda extensão do terreno da UTFPR-DV;
- Fazer com que o presente trabalho possa servir como base de dados para trabalhos futuros.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 GEODÉSIA

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015), a geodesia é a ciência que analisa a determinação da forma, das dimensões e do campo de gravidade da Terra. E essas atividades geodésicas, proporcionaram uma revolução na cartografia com a implantação do Sistema de Posicionamento Global (GPS). Através deste sistema é possível obter informações mais precisas da determinação de posições, estáticas ou cinemáticas, aliando rapidez e precisão muito superiores aos métodos clássicos. A geodesia é considerada ao mesmo tempo um ramo da Engenharia e das Geociências, que trata do levantamento e da representação da forma e da superfície terrestre.

3.1.1 SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA

O sistema geodésico de referência pode ser definido a partir do conjunto de pontos geodésicos implantados em uma determinada área da superfície terrestre delimitadas pelas fronteiras do país. E estes pontos são determinados por procedimentos operacionais e coordenadas calculadas, segundo modelos geodésicos de precisão compatíveis com as finalidades a que se destinam (ROCHA et al 1997 apud SILVA, 2004, p.12).

Como referencial geodésico para seu território, historicamente o Brasil adotou os seguintes data:

- Córrego Alegre
- Astro Datum Chuá
- SAD 69
- SIRGAS 2000

3.1.1.1 Córrego Alegre

Para se estabelecer um SGR, no Brasil, vários ajustes foram necessários e estabelecidos, para se definir um sistema geodésico. Antes do advento tecnológico da computação, estes ajustes eram feitos com calculadoras mecânicas e com o uso das tábuas de logaritmo. Com essa tecnologia, estabeleceu-se o Datum Córrego Alegre de 1949. A escolha do vértice Córrego para ponto datum, bem como, do elipsóide internacional de Hayford para superfície matemática de referência, foram baseadas em determinações astronômicas realizadas na implantação da cadeia de triangulação em Santa Catarina (IBGE, 2015).

- Superfície de referência:

Elipsóide Internacional de Hayford 1924.

Semi-eixo maior: 6378388 metros.

Achatamento: 1/297

- Ponto Datum: Vértice Córrego Alegre.

- Coordenadas: latitude = $19^{\circ} 50' 15,14''$ S e longitude = $48^{\circ} 57' 42,75''$ W.

Estas coordenadas foram revisadas posteriormente para:

Latitude = $19^{\circ} 50' 14,91''$ S e longitude = $48^{\circ} 57' 41,98''$ W.

Está localizado próximo à cidade de Frutal, MG, a direita da BR-153, que liga Frutal a Prata, MG (IBGE, 2015).

3.1.1.2 Astro Datum Chuá

As redes geodésicas vinculadas ao SAD 69 compreendem a rede clássica de triangulação e poligonação, a rede de estações Doppler e as redes GPS de alta precisão. Historicamente existiu um sistema de referência provisório entre Córrego Alegre e SAD 69, que foi o Datum Astro Chuá, e algumas cartas foram editadas neste sistema. O Datum Astro Chuá tinha como origem o vértice Chuá, com elipsoide de referência o de Hayford e foi estabelecido com o propósito de ser um ensaio ou referência para a definição do SAD 69 (IBGE, 2015).

3.1.1.3 SAD 69

Segundo IBGE (2015):

O SAD 69 é um sistema geodésico regional de concepção clássica. A sua utilização pelos países Sul-americanos foi recomendada em 1969 através da aprovação do relatório final do Grupo de Trabalho sobre o Datum Sul-americano, pelo Comitê de Geodésia reunido na XI Reunião Pan-americana de Consulta sobre Cartografia, recomendação não seguida pela totalidade dos países do continente. Apenas em 1979 ele foi oficialmente adotado como sistema de referência para trabalhos geodésicos e cartográficos desenvolvidos em território brasileiro.

Suas especificações foram definidas (IBGE, 2015):

- Superfície de referência: Elipsoide Internacional de 1967 (UGGI/67).

Semi-Eixo maior: 6378160 metros.

Achatamento: 1/298,25

- Ponto Datum:

Vértice Chuá.

- Coordenadas:

Latitude = 19° 45' 41,6527" S e

Longitude = 48° 06' 04,0639" W,

Está localizado próximo à cidade de Uberaba, MG, a direita da BR-262.

3.1.1.4 SIRGAS 2000

É um sistema geocêntrico, onde não existe a monumentação de um ponto datum, e sim várias estações distribuídas pelo continente Sul Americano, em que algumas coincidem com estações da RBMC (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo). As coordenadas das estações SIRGAS foram determinadas, através de uma campanha GPS, realizada em 1995 (IBGE, 2015).

Atualmente é adotado pelo Brasil, após o término da transição entre dois data (SAD-69 e SIRGAS 2000). O SIRGAS 2000 é hoje único sistema geodésico de referência legalizado no país. Ele é a nova base para o Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) e para o Sistema Cartográfico Nacional (SCN), (IBGE, 2015).

3.1.2 SISTEMA GLOBAL DE NAVEGAÇÃO POR SATÉLITES (GNSS)

3.1.2.1 Sistema de Posicionamento Global (NAVSTAR - GPS)

O Sistema de Posicionamento Global (GPS) ou NAVSTAR-GPS consiste em um sistema de rádio navegação desenvolvido pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América, tendo como objetivo essencial ser o principal sistema de navegação do exército norte americano. Porém, devido ao sucesso do sistema, atualmente ele serve para inúmeras utilidades civis.

Pode-se dizer que o posicionamento por meio do GPS baseia-se na triangulação a partir de satélites (da série NAVSTAR). Para essa triangulação o sistema determina a distância receptor satélite, através do tempo que um sinal de rádio leva, a partir de sua saída do satélite, para chegar ao receptor, o que é feito através de uma correlação dos códigos gerados e recebidos. Para completar o cálculo da posição do receptor são necessários, ainda, o conhecimento da posição no espaço de cada satélite usado na triangulação e também a correção dos efeitos provocados sobre os sinais, tanto por sutis diferenças no fator tempo, quanto pela atmosfera terrestre. Para a determinação da posição tridimensional do receptor (sobre o ponto de interesse) é necessária a captação dos sinais de no mínimo quatro satélites (VETTORAZZI, 1996, p. 46).

Para Bernardi et al. (2002, p. 4), este sistema consiste de três segmentos distintos, são eles: sistema espacial (satélites), sistema de controle (estações de rastreamento na Terra) e o sistema receptor (receptores GPS e da comunidade de usuários), como podemos ver na Figura 1.

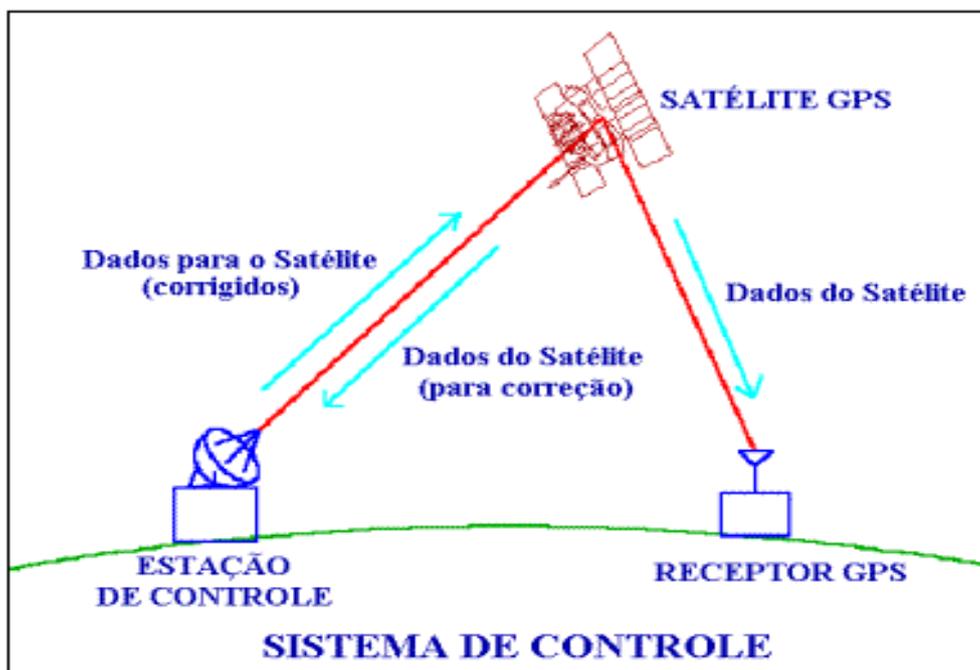


Figura 1: Interação entre os sistemas de controle do GPS.
Fonte: Brandalize (2008).

3.1.2.2 Sistema de Posicionamento GLONASS

O Sistema de Navegação Global por Satélite (GLONASS) é o sistema de localização por satélite que vem sendo desenvolvido pela Rússia desde o ano de 1976. Ao lado do sistema norte-americano NAVSTAR GPS, o GLONASS é o único sistema de navegação global por satélite completamente operacional do mundo.

A princípio, o sistema russo foi desenvolvido única e exclusivamente para fins militares, sendo que o primeiro satélite entrou em órbita no ano de 1982, ficando operável apenas 11 anos depois quando, aos poucos, o número de satélites no espaço passou para 10 ou 12. Porém, apesar de utilizável, naquela época ele não possuía amplitude mundial, ficando restrito apenas a alguns pontos.

Tybusch et al. (2013, p. 43), acredita que a difusão do sistema GPS foi maior na comunidade usuária internacional, devido à disponibilidade de informações, enquanto que as informações sobre o GLONASS se tornaram acessíveis apenas após a dissolução da União Soviética, de modo que os dois sistemas passaram a ser considerados como complementares atualmente.

Segundo o GLONASS ICD (2008, p. 8), tal sistema de navegação possui três componentes, algo semelhante ao GPS, que são: segmento espacial, o segmento de controle e o segmento usuário.

O segmento espacial corresponde à uma constelação de 24 satélites em Média Órbita Terrestre (MOT), distribuídos em três planos orbitais distintos. Em cada plano orbital há um conjunto de 8 satélites, igualmente espaçados, onde 7 satélites estão operacionais e um satélite é sobressalente. Já o segmento de controle localiza-se em território russo e é composto por um Sistema de Controle Central (SCC), uma Central de Sincronização (CS) que é responsável pelo sistema de tempo GLONASS e as estações de comando e rastreamento (ECR). E, finalmente, o segmento usuário, que é composto pelos receptores GLONASS que calculam sua posição, tempo e velocidade na superfície terrestre através do rastreamento de satélites GLONASS (VAZ et al. 2013, p. 532).

3.1.3 MÉTODOS DE POSICIONAMENTO UTILIZANDO GNSS

3.1.3.1 Método Relativo Estático

Processamento relativo à coordenada conhecida. Este método envolve dois ou mais receptores em uso simultâneo. Um deles permanece fixo na estação de coordenadas conhecidas, e o(s) outro(s) ocupa(m) o(s) ponto(s) de interesse (coordenadas desconhecidas), realizando observações simultâneas dos sinais dos satélites. Com relação a este posicionamento as coordenadas são determinadas com relação a um ou mais vértices com coordenadas conhecidas (SILVA, 2004, p. 26)

3.1.3.2 Método Relativo Estático Rápido

A característica deste método é utilizar dois ou mais receptores rastreando simultaneamente os satélites por um determinado tempo com intervalo médio de gravação de dados de 15 segundos. Tempo este é função do comprimento de linha de base. Em curtas distâncias pode-se trabalhar só com uma frequência em longas

distancias deve-se utilizar duas devido á influência da ionosfera (BRICEÑO, 1997 apud SILVA, 2004, p.26).

3.1.3.3 Método Relativo Cinemático

Neste método de posicionamento, enquanto um ou mais receptores estão estacionados no (s) vértice (s) de referência, o (s) receptor (es) que coleta (m) dados dos vértices de interesse permanece (m) em movimento. A cada momento de observação, que coincide com o intervalo de gravação, é determinado um conjunto de coordenadas (INCRA, 2013, p. 9).

3.2 MODELO DIGITAL DE TERRENO

O Modelo Digital de Terreno (MDT), nada mais é que, uma representação digital do terreno. Fitz (2008, p. 73) diz que umas das modelagens mais utilizadas com geotecnologias é a elaboração de MDTs. Essa nomenclatura tem a ideia de que esse tipo de modelagem procura representar digitalmente a superfície do planeta, essa visão tornou-se mais abrangente, podendo esse modelo ser considerado como a representação digital da variação contínua de qualquer fenômeno geográfico que ocorre na superfície ou na atmosfera terrestre.

No geral, pode-se afirmar que os MDTs podem ser matematicamente representados por pontos e linhas (no plano) e grades de pontos e polígonos (para superfícies tridimensionais). Tal modelos proporcionam a possibilidade de construção de uma superfície tridimensional a partir de atributos de dados dispostos no sistema (FITZ, 2008, p. 73).

3.3 CARTOGRAFIA

De acordo com dados do IBGE (1996, p. 10), o conceito da cartografia, atualmente aceito sem nenhuma contrariedade, foi estabelecido em 1966 pela Associação Cartográfica Internacional (ACI), e posteriormente, ratificado pela

UNESCO, no mesmo ano: "A Cartografia apresenta-se como o conjunto de estudos e operações científicas, técnicas e artísticas que, tendo por base os resultados de observações diretas ou da análise de documentação, se voltam para a elaboração de mapas, cartas e outras formas de expressão ou representação de objetos, elementos, fenômenos e ambientes físicos e socioeconômicos, bem como a sua utilização."

O processo cartográfico, partindo da coleta de dados, envolve estudo, análise, composição e representação de observações, de fatos, fenômenos e dados pertinentes a diversos campos científicos associados a superfície terrestre.

Segundo o Natural Resources Canada (2004), um mapa é "uma representação gráfica, na maioria das vezes sobre uma superfície, da organização espacial de qualquer parte do universo físico em qualquer escala, que simboliza uma variedade de informações, tanto estáticas quanto dinâmicas".

Sendo o produto final da cartografia, um mapa necessita de alguns elementos para o seu entendimento, tais como: título, convenções (legenda, símbolos), norte, escala, sistema de projeção, datum, entre outros elementos.

3.4 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) são sistemas de informações baseados em computador que permite capturar, modelar, manipular, recuperar, consultar, analisar e apresentar dados geograficamente referenciados (CÂMARA NETO, 1995, p. 38).

O termo SIG, portanto, é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e recuperam informações, não apenas com base em suas características alfanuméricas, mas também através de sua localização espacial. A contextualização de um SIG, de maneira geral, pode ser verificada na Figura 2.

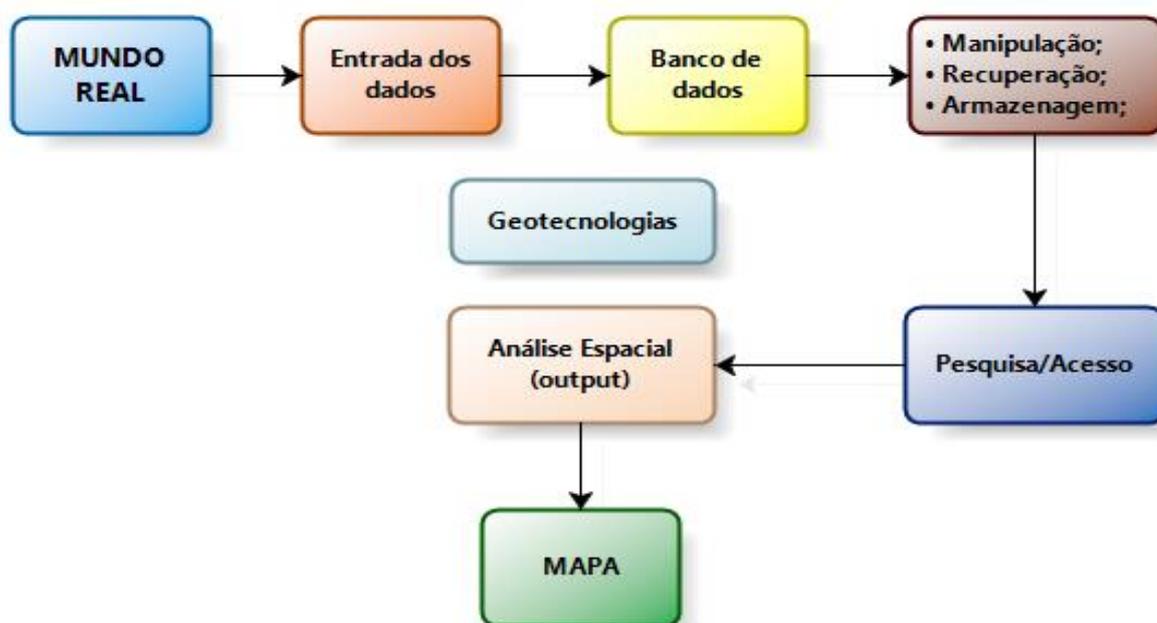


Figura 2: Fluxograma da contextualização de um SIG.
Fonte: O autor (2015), adaptado de Antunes (2002).

Os SIG's possuem como principais características a inserção e a integração, em apenas uma única base de dados, informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados censitários e cadastro urbano e rural, imagens de satélite, entre outros. Também pode oferecer mecanismos para combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação e análise, tanto para consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo da base de dados georreferenciados. Um esquema básico da estruturação de um SIG pode ser visto na Figura 3.



Figura 3: Fluxograma básico da estruturação de um SIG.
Fonte: O autor (2015).

Vettorazzi (1996, p. 48) afirma que a diferença entre um SIG e um sistema automatizado de cartografia acoplado a um banco de dados se encontra justamente pela capacidade de manipulação e principalmente análise dos dados de um SIG, e é essa característica que o torna de grande utilidade no monitoramento ambiental.

3.5 GEOPROCESSAMENTO

Para Medeiros (2012, p. 4), o geoprocessamento é uma parte da área do conhecimento identificada como geomática e incorpora o conjunto total de técnicas relativas à informação espacial, desde a sua coleta, armazenamento, tratamento e análise, até no uso integrado desses dados geográficos. Este conjunto de técnicas, também conhecido como geotecnologias, correspondem aos segmentos utilizados no geoprocessamento, como podemos ver de maneira resumida na Figura 4.

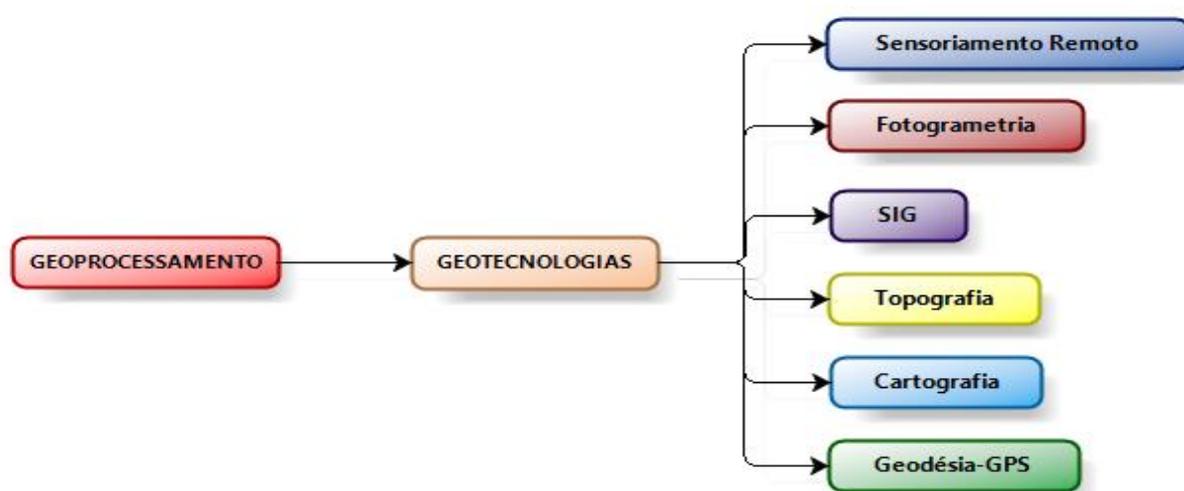


Figura 4: Relação entre o geoprocessamento e as geotecnologias.
Fonte: O autor (2015), adaptado de Medeiros (2012).

De acordo com Transversal (2013, p. 29), o geoprocessamento pode ser definido como um conjunto de tecnologias voltado à coleta e tratamento de informações espaciais para um objetivo específico. Assim, as atividades que o envolvem são executadas por sistemas específicos para cada aplicação. Esses sistemas são mais comumente tratados como Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

Como decorrência, o termo geoprocessamento, que à princípio teria surgido com o sentido do processamento de dados georreferenciados, ganhou o significado de estabelecer um processo que ocasione um avanço na representação da Terra.

No geoprocessamento existe uma diversidade de usos e aplicações, fato devido ao mesmo ser uma técnica de caráter multidisciplinar, além da integração de diferentes temas e abordagens. Portanto, na maioria das vezes, é um instrumento utilizado em situações estratégicas, visto que o interesse cada vez mais progressivo

de se conhecer o território e os fenômenos que ali se desenvolvem sob diferentes aspectos.

Assim, o geoprocessamento contribui, de maneira importante, no planejamento e na gestão dos processos por permitir uma visão globalizante da realidade de forma sistematizada, considerando as inter-relações dos diferentes componentes e entidades que a constitui.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

4.1.1 Localização

O trabalho foi realizado no Câmpus da Universidade Tecnológica Federal do Paraná da cidade de Dois Vizinhos/PR. A região está situada geomorfologicamente no terceiro planalto paranaense ou planalto de Guarapuava na região sudoeste do estado do Paraná, com altitude média de 520 m, latitude de 25°44" Sul e longitude de 53°04" Oeste. A cidade de Dois Vizinhos está localizada na 16ª Microrregião de Francisco Beltrão. A localização da área em estudo fica bem evidenciada na Figura 5.

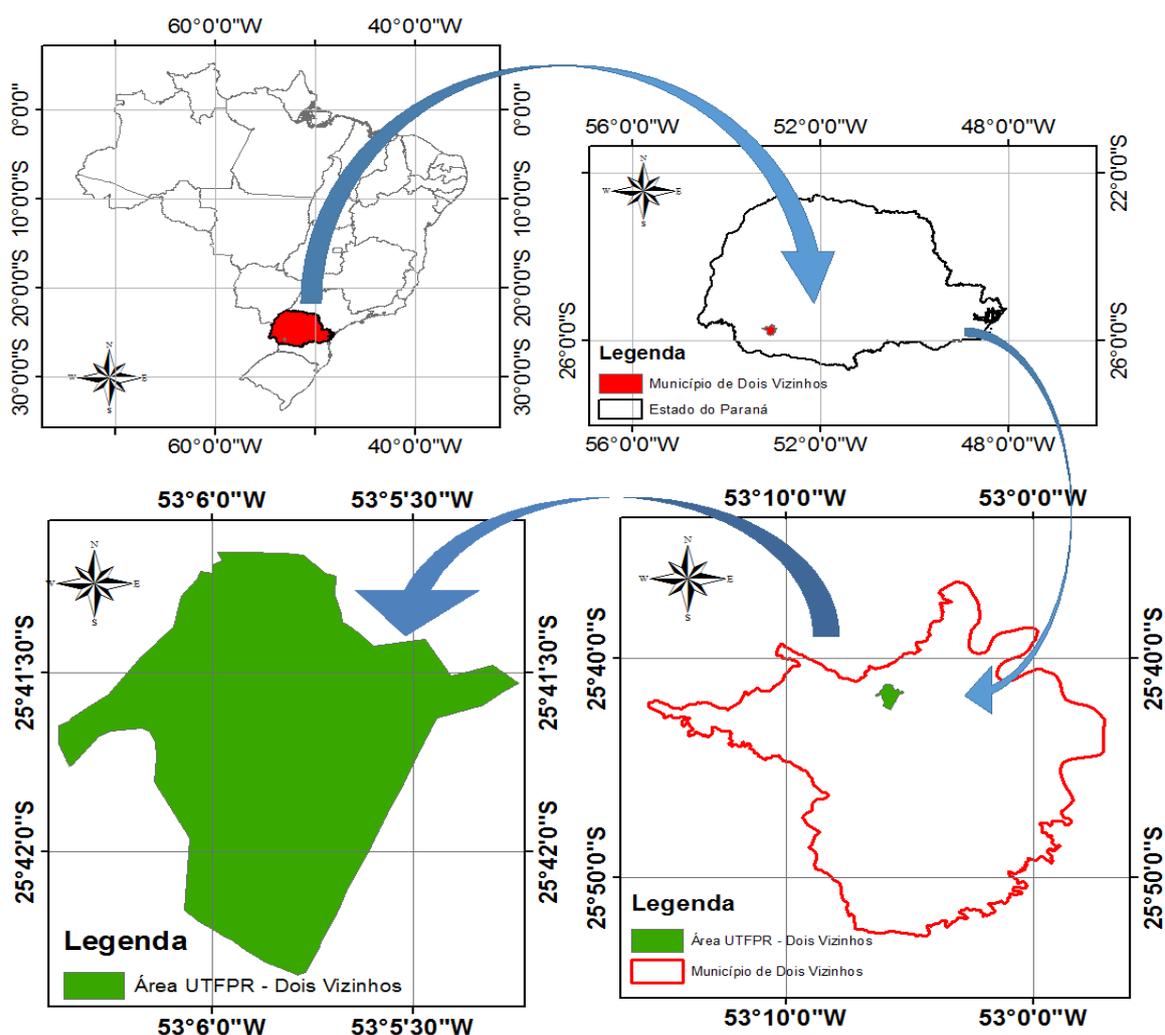


Figura 5: Localização da área em estudo.
Fonte: O autor (2015).

O Câmpus da Universidade Tecnológica Federal do Paraná possui aproximadamente 193 hectares, sendo divididos entre a sede, localizada na parte inferior da Figura 6, caracterizada pelos blocos contendo salas de aula, laboratórios, refeitório, entre outras instalações urbanizadas, e as UNEPE's, que são as unidades de pesquisa e extensão situadas por todo o Câmpus.

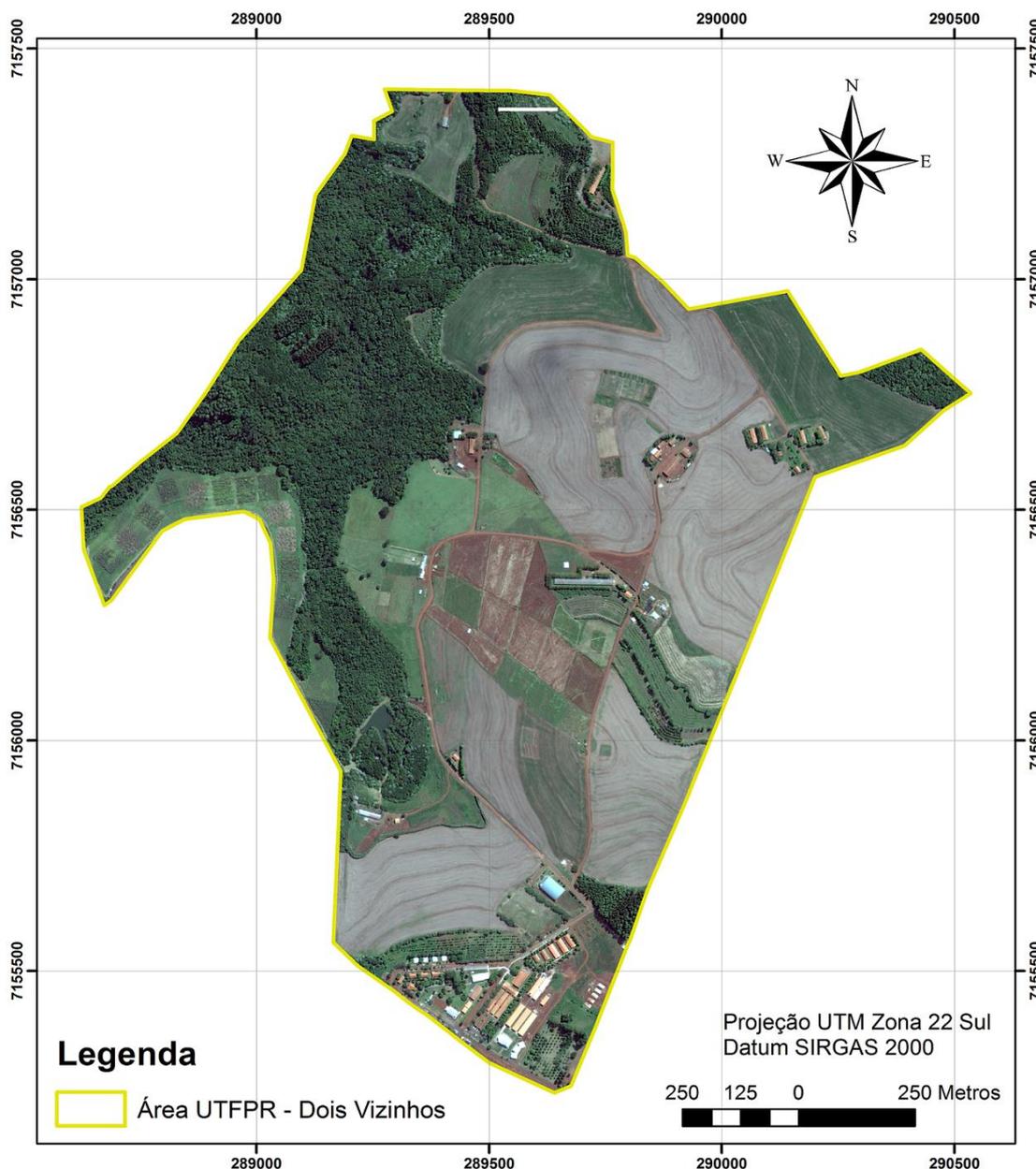


Figura 6: Área do Campus da UTFPR-DV.
Fonte: O autor (2015).

4.2 FLUXOGRAMA DAS ETAPAS REALIZADAS

Todas as etapas pertinentes à realização do trabalho estão dispostas em forma de um fluxograma (Figura 7), de maneira sequenciada, a fim de mostrar de maneira resumida e simplificada, o passo a passo das metodologias empregadas até a obtenção dos resultados esperados.

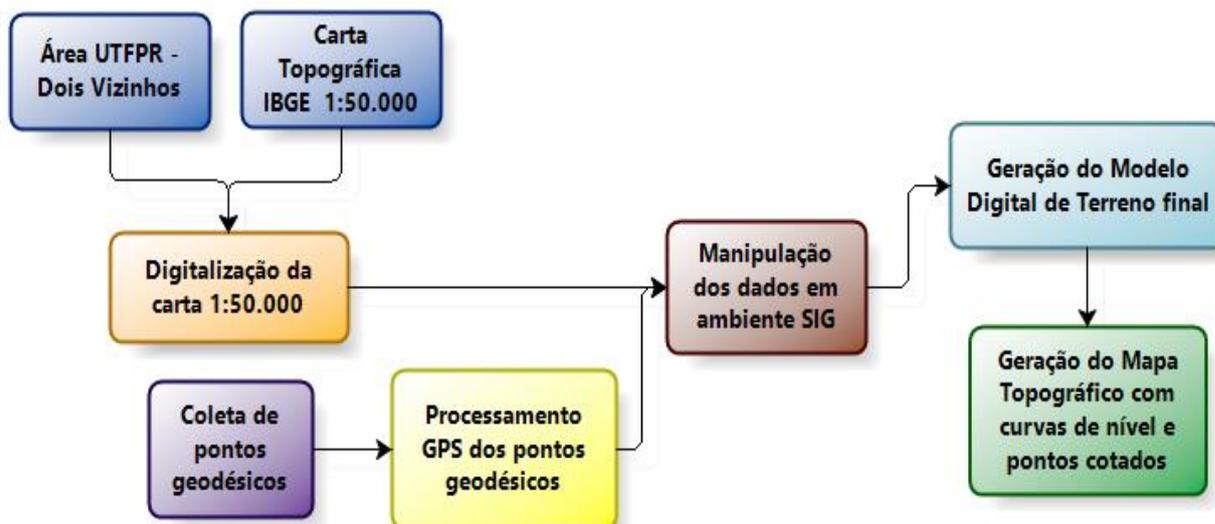


Figura 7: Fluxograma das etapas realizadas.
Fonte: O autor (2016).

4.3 CARTA TOPOGRÁFICA

Foi utilizado, como base cartográfica para a obtenção do produto final pretendido pelo projeto, a carta Escala 1:50.000 do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) com o título DOIS VIZINHOS, folha SG.22-V-C-V-2 e articulação MI 2849/2.

4.4. DIGITALIZAÇÃO DA CARTA

A referida carta teve suas curvas de nível, seus pontos cotados e hidrografia digitalizados em ambiente SIG, para servir como base cartográfica ao Modelo Digital de Terreno gerado, já que esses dados foram unidos aos pontos coletados em campo na geração de um modelo mais consistente e mais detalhado à realidade.

4.5 LEVANTAMENTO A CAMPO

Foram coletados a campo pontos cotados de controle utilizando-se de GPS topográfico e geodésico com uma base previamente instalada para correção pós-processada das coordenadas com altitude.

Os pontos cotados foram levantados utilizando o método de posicionamento relativo estático e cinemático (caminhamento), ou seja, as coordenadas foram determinadas em relação a um referencial materializado através de uma ou mais estações com coordenadas conhecidas. Neste caso, foi necessário que pelo menos dois receptores coletem dados de, no mínimo, quatro satélites simultaneamente, onde um dos receptores ocupou a estação com coordenadas conhecidas, denominada de estação de referência ou estação base.

Para os pontos principais foi utilizado o posicionamento relativo estático, onde tanto o receptor da estação referência quanto o da estação com coordenadas a determinar permaneceram estacionados por, pelo menos, 20 minutos em cada ponto.

Para os pontos secundários foi utilizado o posicionamento cinemático, onde o procedimento realizado é semelhante ao estático, porém o(s) receptor(es) que coleta(m) dados dos pontos de interesse permanece(m) em movimento. A cada instante de observação, que coincide com o intervalo de gravação, é determinado um conjunto de coordenadas x,y e z.

4.6 MANIPULAÇÃO DOS DADOS EM AMBIENTE SIG

Todos os dados coletados, tanto da carta topográfica do IBGE com escala 1:50.000 quanto os dados de campo, foram adicionados a um ambiente SIG para organização e utilizado como entrada para a geração do MDT atualizado.

A partir do novo MDT gerado, foram extraídas as novas curvas de nível para se gerar a nova carta topográfica da área da UTFPR-Dois Vizinhos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o presente trabalho, foi possível obter uma representação mais detalhada do relevo do Câmpus da UTFPR-DV, em relação a carta topográfica existente do IBGE escala 1:50.000, tendo-se gerado um Modelo Digital de Terreno (MDT) mais detalhado e com melhor resolução espacial quando comparado ao MDT original gerado apenas com os pontos cotados, curvas de nível de 20 em 20 metros e hidrografia existentes na carta Escala 1:50.000 do IBGE da região de estudo. Para isso, utilizou-se os pontos coletados pelo GPS de precisão (topográfico e geodésico) a campo, sendo um total de 27.444 pontos, os quais aparecem representados na Figura 8 conforme caminhamento realizado em campo, visando preencher as regiões dentro da área do campus onde observou-se grande variação de relevo.

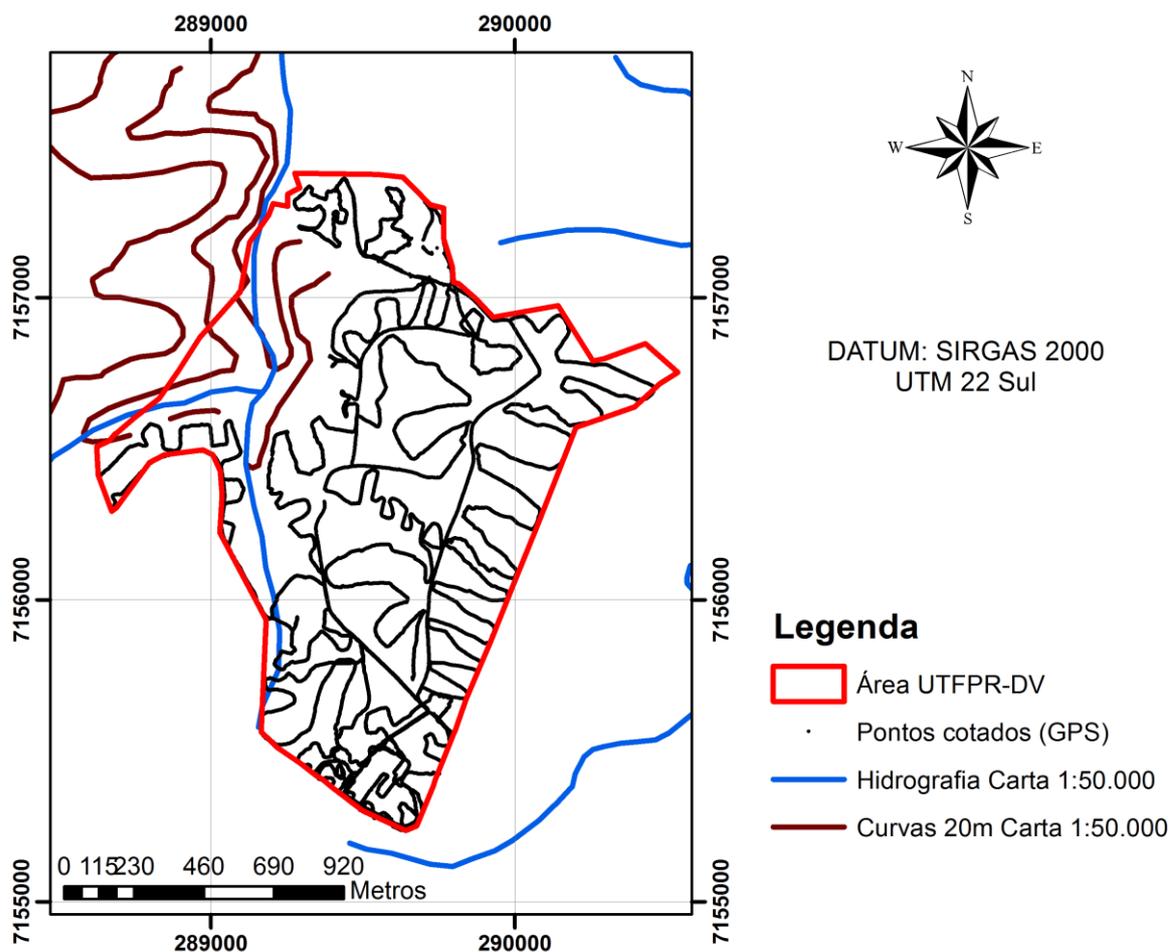


Figura 8: Mapa com dados extraídos da carta topográfica e os pontos coletados.

Fonte: O autor (2016).

Como observa-se na Figura 8, utilizou-se as curvas de nível existentes na carta topográfica escala 1:50.000 para recobrir a região do campus onde não foi possível serem obtidos pontos de GPS, já que nessa região existe uma vegetação densa e, embaixo desse dossel, é impossível serem obtidas coordenadas precisas utilizando os receptores de GPS existentes. Adicionalmente, utilizou-se os dados de hidrografia extraídos da mesma carta topográfica na geração do MDT do campus a partir de ferramenta que transforma dados topográficos em raster, dentro de ambiente SIG.

Desta forma, obteve-se o MDT do campus, gerado com resolução espacial de 5 metros, apresentado da Figura 9.

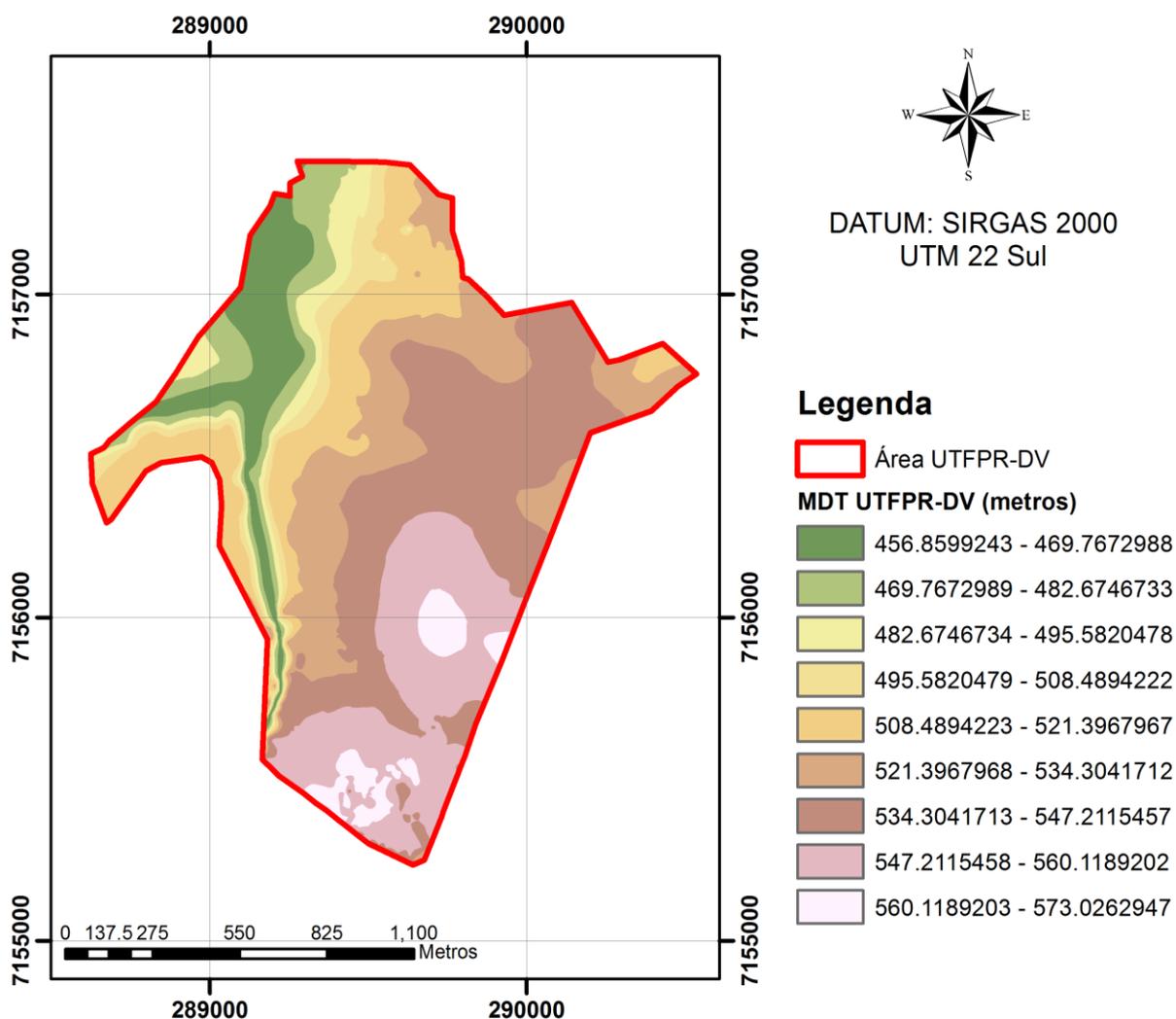


Figura 9: Mapa com MDT novo.

Fonte: O autor (2016).

Com o objetivo de comparar a qualidade dos MDTs gerados a partir dos dados existentes na carta topográfica 1:50.000 (que apresenta isolinhas de altimetria de 20 em 20 metros) e a partir dos dados dos GPS de precisão coletados a campo, apresenta-se a Figura 10.

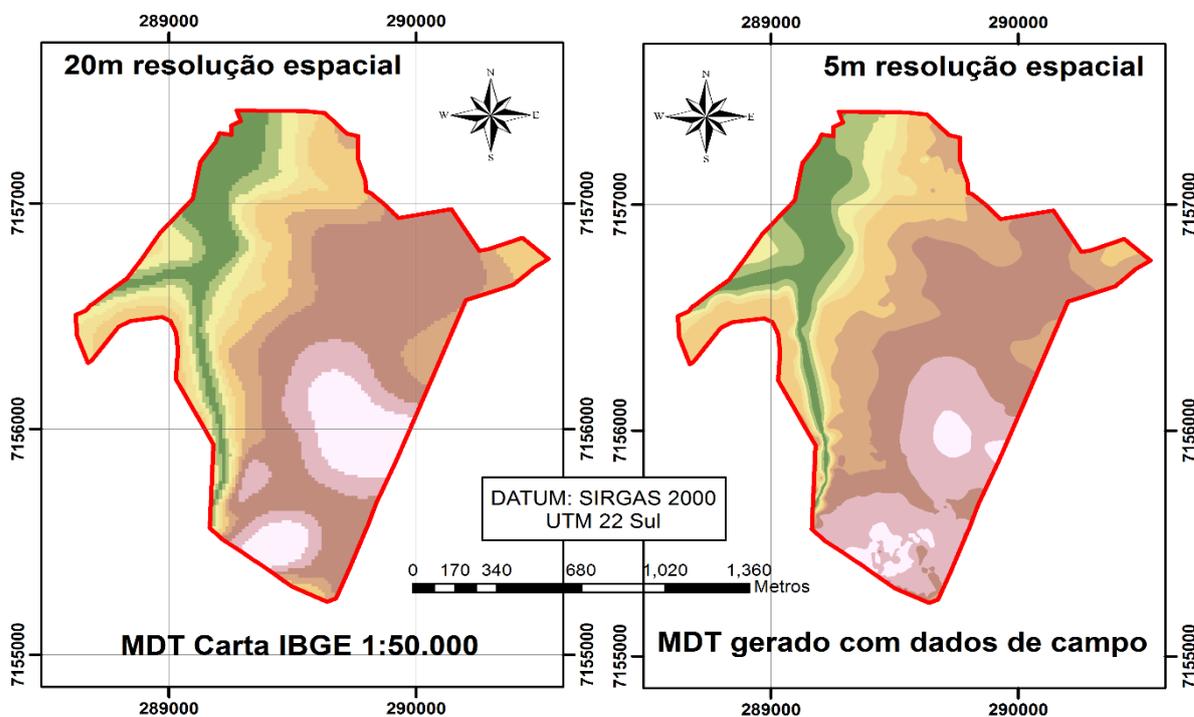


Figura 10: Mapa com MTD gerado a partir da carta IBGE 1:50.000 e o MDT gerado com dados de campo.

Fonte: O autor (2016).

Como pode ser observado na Figura 10, o MDT gerado com os dados de campo se mostrou bem mais detalhado e apresentou melhores definições entre os níveis de altitude do relevo na área, já que foram utilizados 27.444 pontos cotados com coordenada geográfica de precisão, além da altitude de cada ponto detalhada nas áreas cobertas pelo mapa, possibilitando, assim, que o MDT final pudesse ser gerado com seus pixels representando 5 metros no terreno, o que pode ser considerado equivalente à uma carta topográfica de escala 1:10.000, já que esta apresenta curvas equidistantes de 5 metros.

Assim, a partir do MDT final, foram geradas novas curvas de nível, de 5 em 5 metros, para ser apresentada uma nova carta topográfica da região estudada, a qual está representada na Figura 11.

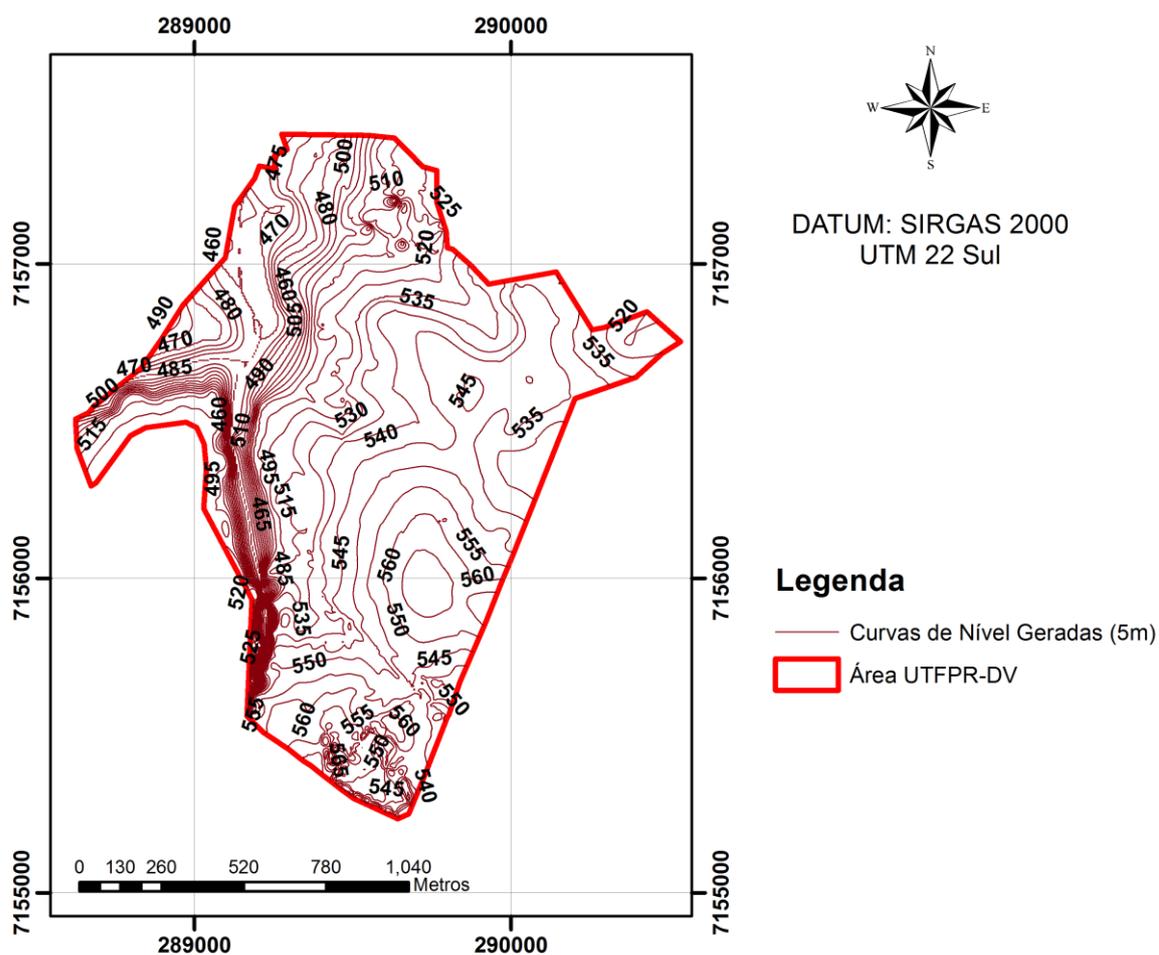


Figura 11: Nova carta topográfica do campus da UTFPR-DV.

Fonte: O autor (2016).

Desta forma, espera-se que o presente trabalho tenha servido à comunidade do campus que se utilizará dos mapas gerados, além da comunidade científica que poderá utilizar a metodologia proposta para a geração de um Modelo Digital de Terreno de precisão que, também, serviu como base para a geração de uma nova carta topográfica da área.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o desenvolvimento do trabalho, conclui-se que a utilização de MDT é de suma importância para as áreas da ciência que trabalham com o solo, independentemente do local da aplicação, já que o mesmo pode reunir informações relevantes da superfície e relevo de uma região, contribuindo de maneira eficaz para a tomada de decisões a respeito do armazenamento de dados de altimetria para gerar mapas topográficos, análises de corte e aterro, elaboração de mapas de declividade, predição e mapeamento do risco de erosão do solo, em escala de bacias hidrográficas, classificação de paisagens, dentre outros.

É possível afirmar que este trabalho serviu, com sucesso, como uma forma de atualização da carta existente do IBGE para o Câmpus UTFPR-DV, visto que essa é a versão mais atualizada desta representação temática, feita com base em pontos cotados a campo e dados da carta antiga.

Os resultados obtidos neste trabalho poderão servir de base subsídio para gestão pública e ambiental dentro da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, auxiliando os gestores nas tomadas de decisão. A metodologia aplicada neste trabalho se mostrou muito eficaz, atendendo as necessidades impostas desde o primeiro momento, de maneira simples e direta, sem maiores dificuldades com o manuseio dos *softwares*.

De maneira geral, essa metodologia pode ser aplicada nos mais diversos estudos, principalmente naqueles que envolvem de maneira direta e indireta a superfície e relevo do solo, tanto de áreas rurais, urbanas e bacias hidrográficas.

Por fim, todos os dados obtidos no trabalho são materiais potenciais para uma ampla gama de estudos futuros e a metodologia proposta também pode ser importante ao servir de base para a realização de futuros trabalhos com objetivos semelhantes.

7. CRONOGRAMA

Apresenta-se na Tabela 1, o cronograma geral do trabalho, sendo composto por todas as atividades realizadas durante o tempo utilizado para a elaboração do mesmo.

Tabela 1: Cronograma das atividades do trabalho.

| Atividades | A | S | O | N | D | J | F | M | A | M | J | J |
|--|------|---|---|---|---|------|---|---|---|---|---|---|
| | 2015 | | | | | 2016 | | | | | | |
| Definição do tema do trabalho | X | | | | | | | | | | | |
| Elaboração do pré-projeto | X | X | | | | | | | | | | |
| Introdução | | X | X | | | | | | | | | |
| Entrega da versão definitiva para banca e orientador | | | | X | | | | | | | | |
| Ajustes metodológicos, conceituais e de formatação | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | | |
| Apresentação e defesa do TCC I | | | | X | | | | | | | | |
| Correções e entrega do TCC I | | | | | X | | | | | | | |
| Digitalização da carta topográfica | | | | | | | | X | | | | |
| Obtenção dos pontos geodésicos a campo | | | | | | | | X | X | X | | |
| Manipulação dos dados em ambiente SIG | | | | | | | | | X | X | | |
| Edições finais e correção dos mapas | | | | | | | | | X | | | |
| Redação final do TCC II | | | | | | | | | | X | | |
| Apresentação e defesa do TCC II | | | | | | | | | | | X | |
| Correções e entrega do TCC II | | | | | | | | | | | | X |

Fonte: O autor (2016).

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, Alzir F.B. **Elementos de Geoprocessamento: Nível básico** Apostila IEP & Universidade Federal do Paraná, 15 p., Curitiba/PR, 2002.

BERNARDI, José V. E.; LANDIM, Paulo M. B. **Aplicação do sistema de posicionamento global (GPS) na coleta de dados**. DGA, IGCE, UNESP/Rio Claro, Lab. Geomatématica, Texto Didático 10, 31p. Rio Claro/SP, 2002.

CÂMARA NETO, Gilberto. **Modelos, Linguagens e Arquiteturas para Bancos de Dados Geográficos**. Tese de Doutorado em Computação Aplicada - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, (INPE-TDI), 282 p. São José dos Campos/SP, 1995.

FITZ, Paulo Roberto. **Geoprocessamento sem Complicação**. Paulo Roberto Fitz. Oficina de Textos, p. 73, São Paulo/SP, 2008.

GLONASS ICD. **Technical report**.v.5.1.p. 8-65, Moscow/Russia, 2008.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Noções básicas de Cartografia**. Ministério do Planejamento e Orçamento. Diretoria de Geociências (DGC), 127 p., Rio de Janeiro/RJ, 1996.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2015. Disponível em <http://ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/default.shtm>. Acessado em 30/10/2015.

IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistemas de Referência FTP do IBGE**. 2015. Disponível em: ftp://geofp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/sisref_2.pdf >. Acessado em 17/10/2015.

INCRA. **Manual Técnico de Posicionamento**. 2013. Disponível em <http://www.incra.gov.br/sites/default/files/uploads/estrutura-fundiaria/regularizacao-fundiaria>. Acessado em 27/05/2016.

MEDEIROS, Anderson M. L. de. **Artigos sobre conceitos em geoprocessamento**. Consultor em Geoprocessamento. E-book, 34.p. 2012. Disponível em <http://andersonmedeiros.com/>>. Acessado em 24/10/2015.

NRC, **Natural Resources Canada**. Disponível em atlas.gc.ca/site/english/index.html#>. Acessado em 25/10/2015.

SILVA, Maria M. S. da. **Avaliação das recomendações da NBR 14.166 com ênfase posicionamento com NAVISTAR-GPS**. UFPR, p. 12-26, Curitiba/PR, 2004.

TRANSVERSAL. **Princípios básicos de geoprocessamento para seu uso em saneamento**. Disponível em: <http://nucase.desa.ufmg.br/wp-content/uploads/2013/07/principios-basicos-de-geoprocessamento.pdf>>. 80p. Acessado em: 10/10/ 2015.

TYBUSCH, Jerônimo S.; SOUZA, Alfeu de A. **As tecnologias de comunicação do século XXI e o meio ambiente: a utilização dos satélites orbitais como instrumentos probatórios na violação do meio ambiente**. Revista Eletrônica do Curso de Direito - UFSM, p. 40-50, Santa Maria/RS, 2013.

VAZ, Jhonnes A.; PISSARDINI, Rodrigo de S.; JUNIOR, Edvaldo S. da F. **Comparação da cobertura e acurácia entre os sistemas GLONASS e GPS obtidas dos dados de observação de uma estação da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo**. Revista Brasileira de Cartografia, Nº 65/3, p. 529-539, São Paulo/SP, 2013.

VETTORAZZI, Carlos A. **Técnicas de geoprocessamento no monitoramento de áreas florestadas**. Série Técnica IPEF, v.10, n.29, p.45 – 51. Piracicaba/SP, 1996.