



**ESPECIFICAÇÕES PARA PRODUÇÃO DE DADOS
GEOGRÁFICOS**



FUNDAÇÃO
renova

Outubro/2018

INTRODUÇÃO

Esse item faz referência à descrição do processo aquisição e conversão de dados geográficos para uso em sistemas de geoprocessamento e está dividido em duas estruturas centrais:

- a) Requisitos para produção de dados geográficos
- b) Conceitos e orientações para construção de bases cartográficas.

1. Objetivo

Este documento tem como objetivo, descrever os procedimentos, etapas e entregas mínimas e desejáveis para cada tipo de solicitação que envolva a produção de dados geográficos, tendo em vista o cumprimento dos requisitos que possam garantir a qualidade e replicação do uso dos dados gerados.

2. Público alvo

Empresas fornecedoras de dados geográficos e produtores de dados geográficos da Fundação Renova.

3. Documentos complementares

Em cada item deste documento, será direcionado a consulta para temas descritos na estrutura de orientação para construção de bases cartográficas.

4. Requisitos para produção de dados geográficos

4.1. Nomenclatura padrão

Os arquivos devem seguir uma regra de nomenclatura para facilitar a identificação do dado nele contido. O nome deve conter:

- Número do Programa: ex PG01
- Referência: Nome sucinto do conteúdo do dado, sem acento ou caractere especial, separado por “_”.
- Data: Data de criação/atualização do dado

Exemplo:

- *PG01_Cadastrros_propriedades_20112017*
- *PG23_Trechos_manejo_rejeito_15062016*

4.2. Coleta de dados em campo utilizando GPS de navegação, GPS geodésico ou Estação Total

O sistema GPS foi definido para fornecer coordenadas bi ou tridimensionais de um determinado ponto no terreno, sendo o objetivo do sistema, auxiliar nas atividades de navegação e realização de levantamentos topográficos e geodésicos.

A medida que se popularizou o uso do GPS, foi possível identificar que do ponto de vista da navegação obtinham-se ótimos resultados, porém no ponto de vista dos levantamentos topográficos, que requer um maior nível de entendimento por parte dos usuários, quando realizados de forma que desconsideram as técnicas de levantamento necessárias, são geradas grandes incertezas ao levantamento devido as limitações de usos, as precisões requeridas e aos diversos fatores que influenciam na imprecisão dos resultados.

Tendo em vista os cuidados necessários para se iniciar a coleta de dados em campo por meio do uso de GPS, deve-se ter claro o objetivo do trabalho e a escala necessária para sua execução. De posse destas informações é possível realizar a escolha do receptor que será utilizado, considerando a precisão necessária para o cumprimento dos objetivos.

Como atualmente estão disponíveis diversas opções em relação aos tipos de receptores GPS, considerando-se o objetivo, o prazo e os custos disponíveis para execução de levantamentos de campo, tem-se a possibilidade de reduzir as opções oferecidas pelo mercado e assim delimitar da melhor forma o equipamento que atenda as especificações do trabalho. Existe uma relação direta que varia de acordo com a precisão do equipamento, ou seja, quanto maior a precisão oferecida, maior o custo e o tempo de levantamento. A precisão de uma medida GPS está diretamente ligada as especificações e características do receptor, além das condições operacionais, escala e objetivos do levantamento.

A Tabela 1 demonstra, de forma resumida, a relação entre precisão e escala de trabalho que se pode alcançar, dependendo do receptor escolhido.

GPS - Comparativo entre precisão e escala		
Equipamento	Melhor precisão alcançada	Escala
Estação total*	0,7 cm	Trabalhos para engenharia e arquitetura, atende todas as escalas piores que 1/50.
GPS Geodésico**	2 cm	Apoio e mapeamentos de precisão. Atende todas as escalas piores que 1/100.
GPS Omnistar	1 m	Levantamentos de média precisão, atende todas as

		escalas piores que 1/5000.
GPS de navegação	3,6 m	Levantamentos de reconhecimento e navegação, atende escalas piores que 1/20000.

Tabela 1 - GPS Precisão e escala

*Precisões Estação total calibrada TopCON 102N

**Precisões GPS Geodésico JAVAD no modo RTK

Esses valores não podem ser considerados como absolutos, sendo assim uma ordem de grandeza em condições médias, pois se torna impossível levar em conta todos os fatores que afetam a precisão (multicaminhamento, problemas na atmosfera, número e condições de satélites, etc.). Para se chegar a tais valores foram consultadas as especificações técnicas de cada tipo de aparelho citado na tabela acima. É importante ressaltar que para mapeamentos de dados cadastrais a escala é de até 1/100.

Uma vez definidos os objetivos, métodos e aparelhagem para o levantamento, se faz necessário a utilização de um sistema de coordenadas, seja ele plano ou geográfico. Na Fundação Renova, utiliza-se o Datum SIRGAS2000, coordenadas geográficas decimais para latitude e longitude, além de coordenada altimétrica em metros. Para levantamentos topográficos relacionados à projetos de engenharia é possível utilizar coordenadas planas no sistema UTM, Datum SIRGAS2000, sendo necessário a indicação do fuso de coleta dos dados.

Os sistemas GPS e GNSS utilizam o Datum WGS-84(G1150) e segundo o IBGE não existem diferenças relevantes para o SIRGAS2000. Sendo assim, é recomendado o WGS-84(G1150) ao utilizar estes sistemas de navegação globais.

Para a realização do levantamento com receptores GPS e GNSS deve-se tomar algumas medidas de controle, tais como:

- Definição das unidades onde serão expressas as coordenadas;
- Definição do Datum de referência (WGS-84);
- Definição da hora da medição e o tempo de coleta:
 - Para o levantamento topográfico é importante a definição do horário que possibilite a visibilidade do maior número de satélites, melhor constelação e baixo valor de DOP (*Dilution of precision*);
 - A duração do tempo de coleta é definida a partir da precisão exigida e da distância entre os pontos (base e móveis);
- Localização dos pontos:
 - Os pontos devem ser escolhidos em locais que não façam sombra ou possuam obstáculos que impeçam aquisição dos sinais transmitidos pelos satélites (limitada e/ ou baixa visibilidade do céu);
 - Os pontos escolhidos devem estar longe de estruturas que reflitam o sinal (prédios, paredes, etc.);
 - Sempre que possível realizar a materialização dos pontos no terreno, para possibilitar a conferência e reutilização;
 - Não realizar aquisições de dados com céu encoberto por nuvens carregadas, tipo Cumulus Nimbus.

4.2.1 Tratamento dos dados

De posse dos dados coletados em campo, deve-se aferir os resultados com a aplicação de métodos específicos para validação da base amostrada. Em termos de acurácia posicional tem-se a necessidade de se levantar as coordenadas ao menos três vezes mais precisa que o erro padrão estabelecido por norma, consultar NBR 13133/1994.

Segundo a NBR 13133/1984, execução de levantamento topográfico, os levantamentos topográficos, em quaisquer de suas finalidades, devem atender no mínimo, seis fases para sua execução:

a) Apoio Topográfico

Todos os levantamentos deverão ser apoiados em referências conhecidas e bem definidas pela Fundação Renova ou IBGE.

Caso exista a necessidade de implantação de novos pontos de apoio topográfico e Geodésico, estes deverão ser definidos pelo método relativo estático utilizando receptores GNSS de dupla frequência tendo como bases à RBMC (Rede Brasileira de monitoramento contínuo) do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).

b) Levantamento de detalhes

Ao utilizar Estação Total deverão ser utilizadas poligonais fechadas e os demais pontos cadastrais serem levantados pelo método das irradiações.

Ao utilizar GPS Geodésico os pontos cadastrais poderão ser levantados pelo método RTK, desde que a solução de coleta do ponto seja “fixa”, e as altitudes corrigidas pelo modelo geoidal da região.

Deverão haver pontos suficientes para gerar curvas de nível de metro em metro. Onde houver bermas discretizar as linhas de pé e crista.

c) Cálculos e ajustes

Deverão ser apresentados os relatórios de ajustamento e processamento das poligonais e pontos irradiados.

No caso de pontos levantados por receptores GNSS, deverá ser apresentado o relatório de ajustamento das bases e solução dos pontos levantados pelo método RTK.

d) Original Topográfico

Os dados coletados em campo deverão ser entregues:

Dos levantamentos com estação total a planilha contendo: Nome do ponto ocupado, altura do equipamento em cada ponto, ponto visado como ré, Ponto visado como vante, irradiações, altura do bastão, ângulos horizontais, verticais e distância inclinada;

Dos levantamentos com receptores GNSS modo RTK: Arquivo Rinex, Nome, Altura da base utilizada, Delta X, Delta Y, Delta Z da base para o ponto levantado, tipo de solução e altura do bastão do ponto levantado;

Dos levantamentos com receptores GNSS no modo relativo estático: Arquivo Rinex, nome e altura das bases utilizadas e arquivo Rinex, nome, altura dos pontos levantados;

Dos levantamentos com ecobatímetros: Arquivo Rinex, nome e altura das bases utilizadas, relatórios de navegação, tabela com as profundidades e coordenadas planimétricas e nível d'água.

Os processos e instrumentos utilizados na elaboração do original topográfico devem estar de acordo com a escala adotada e não devem conduzir erros de graficismo que prejudiquem a exatidão conseguida nas operações de campo.

e) Desenho topográfico final

No desenho final também devem ser registradas as origens planimétrica e altimétrica, bem como a finalidade do levantamento.

O desenho topográfico final do levantamento topográfico deve ser obtido por copiagem do original topográfico, de forma permanente sobre base dimensionalmente estável, e deve utilizar as convenções topográficas. Alternativamente, pode ser substituído por mesa de desenho automático.

No desenho final também devem ser registradas as origens planimétrica e altimétrica, bem como a finalidade do levantamento.

f) Relatório Técnico

Relatório técnico especificando os materiais, métodos e resultados alcançados nos levantamentos de campo.

4.2.2 Pacote de entregas

- Desenho topográfico final;
- Dados coletados em formato shapefile, metadados e dicionário de dados;
- Relatório técnico.

4.2.3 Premissas

Os levantamentos GPS devem ter o planejamento, objetivos e métodos, validados pela Fundação Renova.

4.2.4 Itens de referência

Nesse documento:

- Validação e Controle de Qualidade
- Metadados e Dicionário de Dados

Externo:

- <http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/jeferson/2003/06.02.09.16/doc/publicacao.pdf>
- http://www.dsr.inpe.br/vcsr/files/Apresentacao_GPS.pdf
- http://www.inde.gov.br/images/inde/normas_gps.pdf
- Links visitados em 17/08/2018.

4.3. Elaboração de mapas temáticos

Na elaboração de relatórios técnicos está cada vez mais presente a necessidade de utilização de mapas e análises derivadas deles. Esses mapas devem conter informações claras e utilizar arquivos, sejam eles matriciais ou vetoriais, elaborados de maneira correta, de acordo com as regras e padrões cartográficos.

4.3.1 Tratamento dos dados

A produção dos mapas deve ser realizada em sistema de coordenadas geográficas, datum SIRGAS2000 e deve utilizar os elementos cartográficos essenciais da elaboração de mapas como: escala (numérica e gráfica), legenda, fonte dos dados, sistema de coordenadas, grid de coordenadas, norte, data de elaboração, autor, entre outras que fazem parte das regras de boas práticas de criação de mapas.

4.3.2 Pacote de entregas

- Dados em formato shapefile, metadados e dicionário de dados
- Arquivo em formato .mpk contendo o projeto dos mapas e shapefiles utilizados para criar o projeto de mapeamento (.mpk contendo o .mxd e os shapefiles);
- Listagem com o nome e descrição de cada um dos mapas criados.
- Os mapas contidos dentro de relatórios devem ser entregues em meio digital em formato .pdf e .jpg;

4.3.3 Itens de referência

Nesse documento:

- Validação e Controle de Qualidade

4.4. Produção de dados vetoriais

Os dados vetoriais são utilizados para representação cartográfica da localização de determinados elementos como: hidrografia, nascentes, uso do solo, distritos, limites municipais, localidades, entre outros. Quando se trabalha com dados em ambiente GIS, informações diferentes são tratadas em camadas separadas, sendo assim, a forma correta de construção é

utilizando um arquivo para representar cada tema separadamente. Por exemplo, não se deve representar em um mesmo arquivo, os temas de Geologia e Cobertura vegetal, ou Hidrografia e Rodovias.

4.4.1 Tratamento dos dados

A produção desses dados deve ser realizada em formato shapefile considerando o cumprimento das regras topológicas para cada tipo de feição (ponto, linha e polígono), utilização de sistema de coordenadas geográficas, datum SIRGAS2000 e a presença dos campos mínimos exigidos pelo padrão da Fundação Renova, são eles:

- Nome/Código: Denominação ou código da feição;
- Fonte: Origem do dado;
- Programa: Nome e número do Programa relacionado ao dado;
- Data: Data de criação ou atualização do dado;
- Responsável: Nome da pessoa responsável pela criação do dado.

É importante ressaltar que para os dados que necessitem de um relacionamento com uma tabela externa, exemplo: pontos de monitoramento de água e os resultados das análises, é necessário que o shapefile e a tabela externa tenham um campo em que os valores (numéricos ou textuais) sejam idênticos, respeitando até mesmo acentuação ou caixa alta e baixa garantindo que o vínculo entre as duas seja mantido (ID).

Além disso, é necessário que a elaboração de dicionário de dados, metadados e arquivo .lyr para cada shapefile. A especificação desses itens está descrita no tópico 16 desse documento e os modelos estão em anexo.

4.4.2 Pacote de entregas

- Dados em formato shapefile, metadados e dicionário de dados
- Arquivo no formato .lyr contendo a simbologia
- Relatório técnico com as especificações da forma de criação dos dados incluindo parâmetros utilizados na realização de cruzamentos entre dados e análises realizadas para gerar as informações contidas nesses shapefiles;

4.4.3 Itens de referência

Nesse documento:

- Glossário
- Conceitos
- Produção de dados geográficos
- Validação e Controle de Qualidade
- Metadados e Dicionário de Dados

4.5. Produção de dados raster

Dados rasters são formados por uma matriz de pixels (também chamados de células) contendo em cada uma um valor que representa uma condição da área coberta por esse pixel. Esse tipo de dado é muito utilizado em: análises com sobreposição de camadas onde seja necessário a abstração do dado vetorial, índices calculados a partir de imagens de satélite ou tabelas alfa numéricas em outros.

4.5.1 Tratamento dos dados

Os dados devem ser produzidos utilizando o sistema de coordenadas geográficas, datum SIRGAS2000 se forem criados, ou seja, nas imagens de satélite devem considerar a escala dos dados de origem para definição da resolução espacial, ou seja, do tamanho do pixel do raster. Quando houver cruzamento de dados raster a escala final do mapa deverá corresponder ao dado de pior resolução, conforme regras cartográficas para produção de análises geográficas.

4.5.2 Pacote de entregas

- Arquivo raster (.tiff) de cada camada utilizada e ou produzida;
- Relatório técnico com as especificações da forma de criação dos dados incluindo parâmetros utilizados na realização de cruzamentos entre dados e análises realizadas para gerar as informações
- Dicionário de dados, quando o raster for composto por tabela de atributos e metadados para todos os arquivos elaborados.

4.5.3 Itens de referência

Nesse documento:

- Glossário
- Conceitos
- Produção de dados geográficos
- Validação e Controle de Qualidade
- Metadados e Dicionário de Dados

4.6. Aquisição de imagens de satélite

Os arquivos obtidos por sensoriamento remoto a partir de um satélite artificial é denominado imagens de satélite. Essas imagens apresentam diferentes resoluções espaciais, temporais, espectrais e radiométricas, sendo utilizadas para fins específicos dependendo de cada uma das características citadas.

Além da resolução descrita é muito importante saber o intervalo revisita do satélite (resolução temporal) pois, esse dado indica o intervalo de tempo que será necessário para fazer o recobrimento da área de aquisição solicitada, além de indicar quanto tempo será necessário para aquisição da mesma cena, no caso de a cena inicial ter algum tipo de problema como por exemplo, nuvens ou falha do satélite. A resolução espectral envolve três parâmetros de medida,

são eles: número de bandas, largura e comprimento de onda e posição da banda no espectro. Quanto maior a resolução espectral maior a possibilidade de identificar mais claramente diferentes elementos da superfície terrestre, por exemplo, para mapeamentos que envolvem a discriminação de vegetação e ou melhor identificação de corpos d'água é de extrema importância a existência de bandas na faixa do infravermelho. A resolução radiométrica também está relacionada com a distinção de alvos na superfície, sendo assim quanto maior for essa resolução maior será a possibilidade de diferenciar elementos da paisagem.

A associação dos tipos de resolução caracterizam os vários satélites disponíveis para aquisição de imagens, sendo que é necessário a avaliação do objetivo do mapeamento e das características descritas para garantir o melhor custo benefício na aquisição das imagens.

4.6.1 Produção de dados

Coleta de dados por meio de sensoriamento remoto de satélites artificiais. As imagens devem vir georreferenciadas e ortorretificadas, além disso, no momento da aquisição das imagens é possível que alguns procedimentos de tratamento sejam oferecidos, como por exemplo: mosaico, equalização, realce, composição de bandas, dentre outras.

4.6.2 Pacote de entregas

- Imagens brutas em formato;
- Imagens tratadas em formato .tiff;
- Articulação das imagens para a área de aquisição em formato shapefile;
- Relatório com as características do satélite, data de aquisição das imagens, descrição detalhada dos procedimentos de tratamento das imagens, quando contratado, e detalhamento do processo de ortorretificação, principalmente a indicação de qual base de dados foi utilizada como referência.

4.6.3 Itens de referência

- Glossário
- Conceitos
- Produção de dados geográficos
- Validação e Controle de Qualidade
- Metadados e Dicionário de Dados

4.7. Levantamento de dados com veículos aéreos não tripulados (Drones ou VANTs)

Os Drones e VANTS (Veículo aéreo não tripulados) são objetos voadores projetados para serem controlados remotamente. As principais diferenças entre os dois modelos é o tamanho equipamento e principalmente autonomia de voo (tempo de duração do voo do veículo sem necessidade de troca de bateria). Esses equipamentos podem ser utilizados em monitoramentos, acompanhamento de obras, levantamento planialtimétricos, captar fotos aéreas, entre outras finalidades.

4.7.1 Produção de dados

Os dados devem ser levantados com percentual máximo de 10% de área de cobertura por nuvens. Para levantamentos com a finalidade de produzir ortofotos é necessário ter recobrimento mínimo de 60% frontal e 40% lateral entre as imagens coletadas, para fins planialtimétricos deverão ter recobrimento mínimo de 80% frontal e 60% lateral entre as imagens. Deverá ser coletado no mínimo 01(um) ponto de controle por hectare sobre as áreas a serem levantadas. Estes pontos devem estar bem distribuídos e de fácil identificação nas imagens, além disso deverão ser levantados com precisão melhor do que quatro centímetros podendo ser utilizado receptor GNSS no modo RTK ou relativo estático e estação total.

Quando o levantamento dos pontos for realizado com receptores GNSS (Global Navigation System of Systems) no modo RTK ou relativo estático, o ponto base deverá ser processado em relação à RBMC (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo) ou ocupar um marco homologado do SGB (Sistema Geodésico Brasileiro). Já para levantamento com estação total deverão ser informados os pontos da poligonal, dos quais, pelo menos dois deverão estar vinculados à RBMC (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo) ou serem marcos homologados ao SGB (Sistema Geodésico Brasileiro).

Em relação aos levantamentos planialtimétricos as altitudes dos pontos de controle deverão ser corrigidos pelo software MAPGEO2015, disponibilizado pelo IBGE (Instituto de Geografia e estatística).

As ortofotos devem estar georreferenciadas e ortorretificadas, já as fotografias devem ser tiradas com identificação do par de coordenadas e do ângulo (azimute) da foto. No caso de fotografias para monitoramento essas devem ser tiradas considerando sempre a mesma localização (par de coordenadas) e ângulo, de forma, que as mesmas possam ser comparadas para haja o monitoramento efetivo dessas áreas.

As fotografias panorâmicas também devem seguir essa mesma regra, sendo coletado o par de coordenadas inicial e final e considerando o ângulo em que as fotos são produzidas de forma que esse procedimento possa ser repetido, tirando as fotos exatamente dos mesmos lugares.

4.7.2 Pacote de entregas

- O arquivo de ocupação do ponto base coletado com receptores GNSS deverá ser em formato RINEX, quando for o caso;
- Ortofotos em formato bruto;
- Ortofotos tratadas em formato .tiff;
- Arquivo shapefile contendo a articulação das ortofotos;
- Relatório com as características do aparelho de aquisição das fotos, data de aquisição, descrição detalhada dos procedimentos de tratamento, quando contratado, detalhamento do processo de ortorretificação, principalmente a indicação de qual base de dados foi utilizada como referência e características das fotos;
- Os nomes dos arquivos das fotos devem conter referência de local e data (ano/mês/dia)
- Listagem das fotos com suas coordenadas e ângulo de aquisição;
- Pasta contendo as fotos brutas e tratadas.

4.7.3 Itens de referência

Nesse documento:

- Glossário
- Conceitos
- Produção de dados geográficos
- Validação e Controle de Qualidade
- Metadados e Dicionário de Dados

4.8. Produção de dados em formato CAD

Para converter o dado em formato CAD para um ambiente GIS, devem ser seguidas regras de construção da base de dados que permitam que essa migração ocorra de forma facilitada sem a necessidade de retrabalho.

4.8.1 Produção do dado

a) Organização lógica das camadas

Diferentemente de Shapefiles, os arquivos CAD não possuem tabelas de atributos associadas às geometrias. Dessa forma, as informações mais relevantes para identificação de cada ponto, linha ou polígono desenhado, devem ser inseridas no nome da camada (Layer) de forma clara. Cada layer deve possuir dados de apenas um tema para que seja possível tratá-los separadamente, se necessário. Para arquivos que serão associados a tabelas quando incorporados em ambiente GIS, às camadas funcionam como o identificador que servirá como um vínculo.

b) Regras topológicas

Da mesma forma que ocorre com arquivos Shapefiles, dados em CAD devem ser construídos respeitando-se regras topológicas para que seja garantida a qualidade da informação, evitando sobreposições ou espaços vazios entre polígonos adjacentes ou interceptação inadequada de linhas.

c) Hachuras

Hachuras é um recurso de representação gráfica para preenchimento de áreas de geometrias poligonais em ambiente CAD. Elas não são reconhecidas por programas de Geoprocessamento, sendo descartadas durante a importação. Quando elas são utilizadas como representação de polígonos, se perdem durante a migração para o ambiente GIS. Dessa forma, áreas devem ser representadas por polígonos ou polilinhas fechadas, com seus limites bem definidos, garantindo assim sua integridade e topologia.

d) Arcos, splines e Polilinhas

Alguns programas de Geoprocessamento como o ArcGIS não reconhecem o formato de arcos e splines criado pelos programas de CAD. Dessa forma, ao desenhar feições lineares em ambiente CAD deve-se utilizar somente polilinhas evitando finalizar curvas com arcos.

e) Representação de pontos

É comum em plataformas CAD utilizar círculos de polilines, arcos ou splines para representar feições pontuais como recurso de simbologia. Isso deve ser evitado, pois gera retrabalho ao exigir que sejam convertidas para pontos em programas de geoprocessamento através da captura do centroide.

Deve-se tomar o cuidado de não criar feições complexas como os multipontos, que são vários pontos agregados em um bloco e tratados como uma única feição, esse tipo de dado causa problemas ao ser importado para sistemas GIS.

f) Topologia

A Topologia expressa o relacionamento espacial entre camadas vetoriais (geometrias de ponto, linha ou área) que se conectam ou são adjacentes.

A validação da topologia tem o objetivo de estabelecer o controle sobre os dados vetoriais produzidos durante as tarefas de edição. A edição deve obedecer regras específicas para todos os elementos vetoriais, em especial para as geometrias derivadas (linhas e polígonos). Esta validação deve ser realizada durante a edição e após a edição vetorial. Uma etapa de desenho bem trabalhada evita erros topológicos e facilita a fase de validação.

4.8.2 Pacote de entregas

- Dados coletados em formato CAD e descrição dos projetos
- Dados em formato shapefile, metadados e dicionário de dados;

4.8.3 Premissas

Os projetos CAD devem ser elaborados seguindo as regras de topologia de separação de layers, mesmo não sendo solicitado a conversão para formato shapefile.

4.8.4 Itens de referência

Nesse documento:

- Glossário
- Conceitos
- Produção de dados geográficos
- Validação e Controle de Qualidade
- Metadados e Dicionário de Dados

5. Conceitos e orientações para a construção de bases cartográficas

A segunda parte da estrutura desse documento visa alinhar a produção de dados cartográficos gerados com técnicas consagradas de geoprocessamento. O processo de construção de geometrias e tabelas que representem esses dados é de suma importância, pois impacta na continuidade da utilização destes dados em análises posteriores.

A padronização dos dados geográficos se faz necessária quando lidamos com um volume considerável de informações proveniente de diversas fontes, facilitando uma melhor integração, distribuição e qualidade dos dados produzidos.

A definição de um padrão para apresentação dos dados geográficos busca fornecer orientações para os usuários acerca do sistema de projeção a ser utilizado, assim como os atributos mínimos que o dado deve apresentar.

Para evitar que a padronização reflita na limitação dos processos criativos durante desenvolvimento dos dados, são citadas práticas para construção de bases de dados geográficas tanto para trabalho em ambiente GIS (*Geographic Information Systems*), quanto para trabalho em ambiente CAD (*Computer Aided Design*). Dessa forma, espera-se não restringir as ferramentas e as metodologias empregadas na produção dos dados.

5.1. Cartografia

A palavra cartografia tem origem na língua portuguesa, tendo sido registrada pela primeira vez em 1839 numa correspondência, indicando a ideia de um traçado de mapas e cartas. Hoje entendemos cartografia como a representação geométrica plana, simplificada e convencional de toda a superfície terrestre ou de parte desta, apresentada através de mapas, cartas ou plantas.

Por meio da cartografia, quaisquer levantamentos (ambientais, socioeconômicos, educacionais, de saúde, etc.) podem ser representados espacialmente, retratando a dimensão territorial, facilitando e tornando mais eficaz a sua compreensão. Não se pode esquecer, no entanto, que os mapas como meios de representação, traduzem os interesses e objetivos de quem os propõe, podendo se aproximar ou se afastar da realidade representada. Além disto, se faz necessário compreender e aplicar alguns conceitos, desenvolvidos ao longo do tempo, para que a representação seja feita da maneira correta, como se segue nos tópicos ao longo deste documento.

5.1.1 Forma da Terra

Por sua alta complexidade, a superfície e a forma original da Terra são elementos matematicamente indetermináveis.

Para o cálculo e coordenadas e a representação da Terra, foram desenvolvidos e aplicados métodos para a representação da Terra, sendo a determinação de um geoide – Figura 1 e um elipsoide de revolução Figura 3.

A forma do geoide é definida pela superfície equipotencial da gravidade e o nível médio dos mares. Altitudes definidas em relação ao geoide garantem o correto alinhamento e estabilidade de obras e determinação das direções de escoamentos de fluidos sobre a superfície terrestre.

A forma do Elipsoide é definida pela rotação de uma elipse de raio “a” e “b” entorno de seu semieixo menor (b) conforme ilustrado Figura 2.

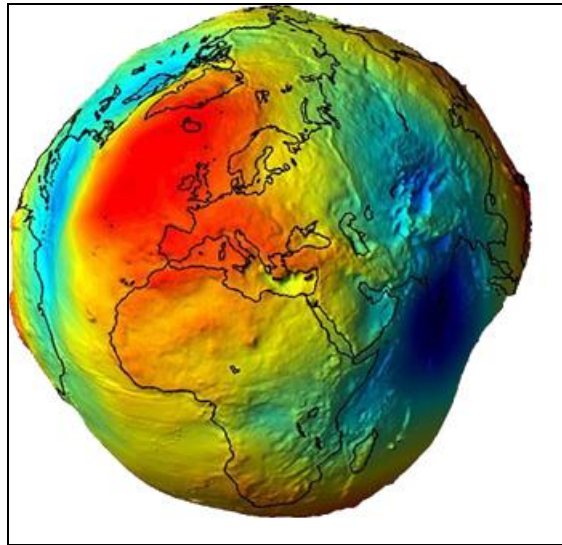


Figura 1 - Geoide – Modelo da superfície equipotencial da gravidade

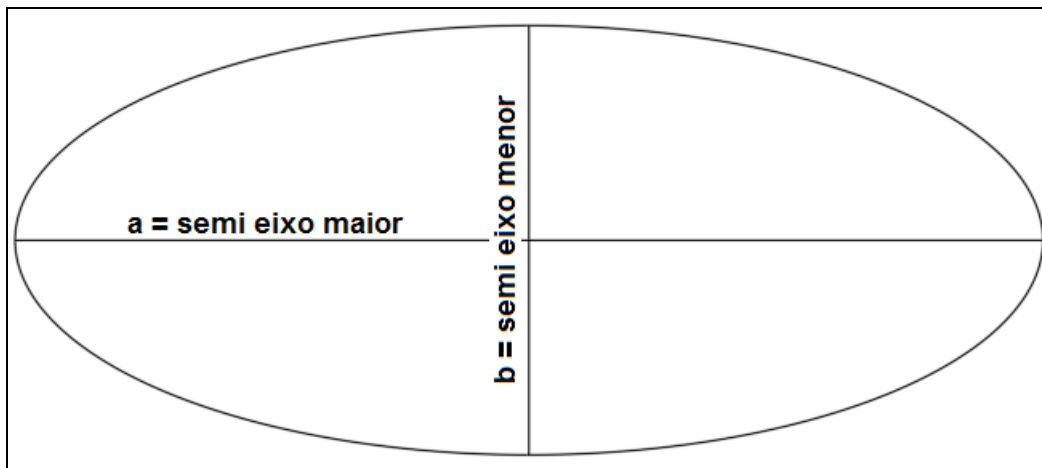


Figura 2 – Elipse do Datum

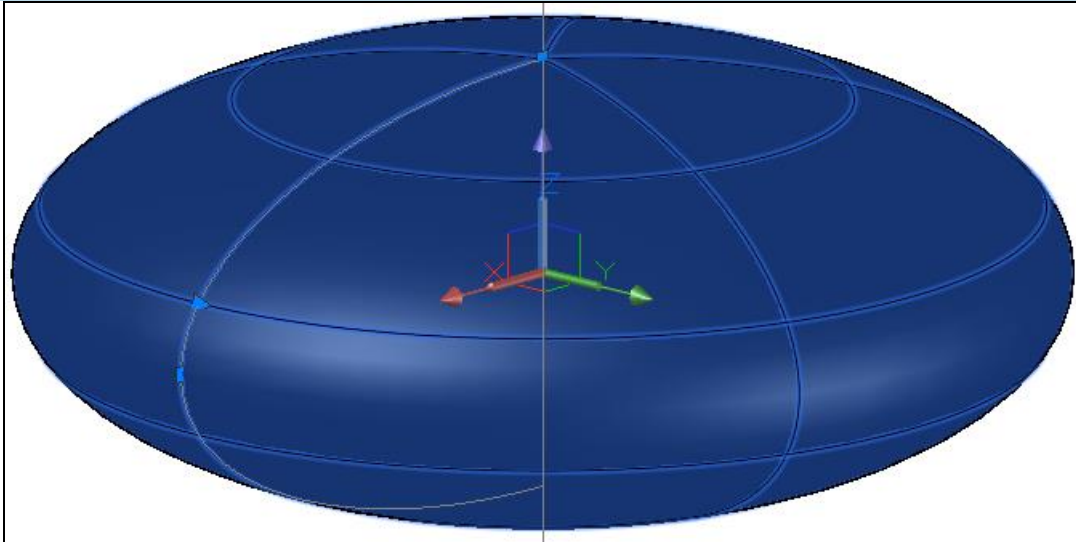


Figura 3 - Elipsoide de revolução criado a partir da rotação da elipse do Datum

Em razão desta complexidade, o Elipsoide de Revolução se aplica como a forma regular simplificada que mais se aproxima do geóide, sendo este uma “elipse em 3 dimensões”, que possibilita a aplicação de equações utilizando-se basicamente de dois parâmetros, sendo considerado o raio na linha do equador (a) e o grau de achatamento nos polos (f).

5.1.2 Sistema geodésico de referência e Datum

O conjunto de pontos distribuídos de forma homogênea pelo território definem a rede geodésica, formando uma malha triangular, cujas posições relativas e coordenadas geográficas, referidas ao elipsoide de referência, são conhecidas com grande exatidão. As redes geodésicas são materializadas no território através de vértices geodésicos e são fundamentais como referência de apoio a cartografia.

O sistema Geodésico Brasileiro (SGB) é mantido pelo IBGE e composto por redes de altimetria, gravimetria e planimetria.

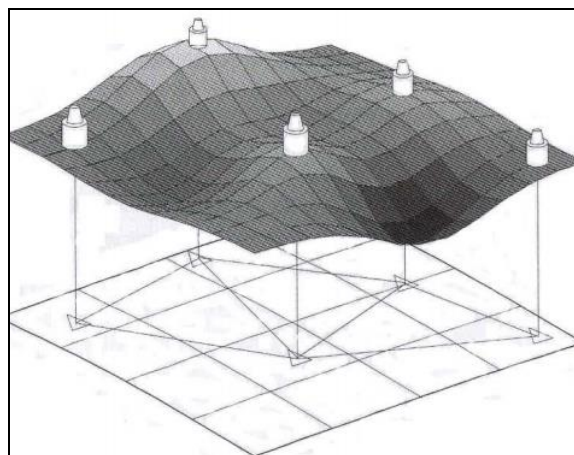


Figura 4 - Triangulação de uma rede geodésica no terreno e na superfície de referência (GASPAR, 2000)

a) Referencial de Gravimetria

Está vinculado a milhares de estações distribuídas sobre o território nacional (cerca de 26.000), que recolhem dados acerca da aceleração da gravidade. Estas informações são utilizadas para os cálculos da forma do geóide, na geologia e geofísica.

Link de acesso às informações da rede gravimétrica:

<https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/gravimetrica.shtm>



Figura 5 - Rede Gravimétrica (IBGE)

b) Datum Vertical (altimétrico) e a RAAP

O Datum Vertical é o ponto onde o valor do geóide é igual a zero na superfície terrestre, este ponto está definido no marégrafo de Imbituba em Santa Catarina, que vem observando o nível médio dos mares desde 1949.

A partir deste ponto foram propagadas linhas de nivelamento e implantação de referências de nível (RN) por todo o Brasil, para apoio topográfico a empreendimentos públicos e privados. Estas redes de nivelamento são chamadas de Rede Altimétrica de Alta Precisão – RAAP e está ilustrada na Figura 6.

Link de acesso às informações da RAAP:

<https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/altimetrica.shtm>



Figura 6 - Linhas de nivelamento da RAAP (IBGE)

c) Datum Horizontal (planimétrico)

É a superfície elipsoidal referenciada sobre a Terra, possuindo cinco parâmetros, dentre eles dois para definir o elipsoide e três para definir a “amarração” (x, y, z) entre o elipsoide e o geóide.

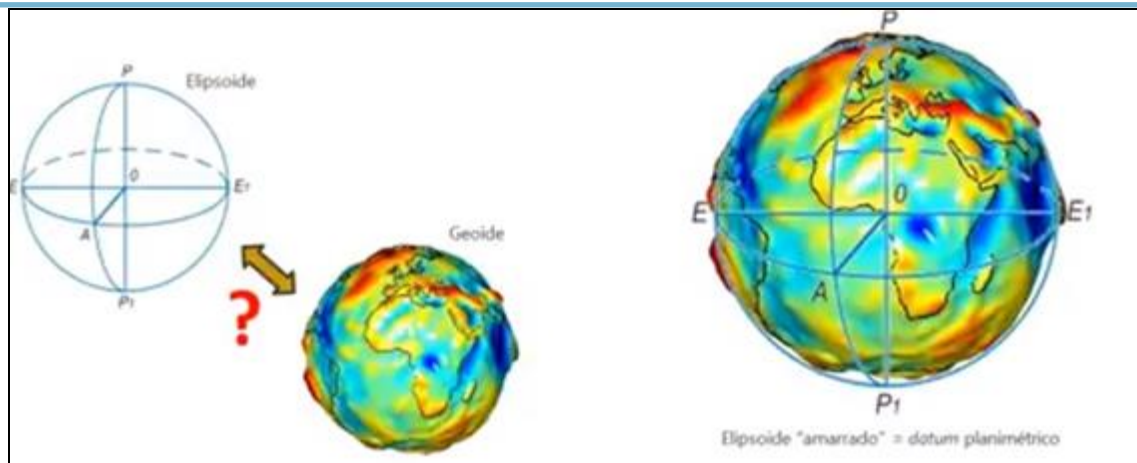


Figura 7 - "Amarração" elipsoide e geóide – Datum Horizontal (Webnar LABGIS/UFRJ, 2013)

Sendo esta superfície a origem e orientação do sistema de coordenadas (x, y) usado para o mapeamento e georreferenciamento no território brasileiro, representado atualmente pelo SIRGAS2000. Por se tratar de uma aproximação da superfície terrestre, foram geradas várias versões que melhor representam determinadas regiões. Sendo assim, é preciso estar atento ao Datum Horizontal em relação a localidade de interesse.

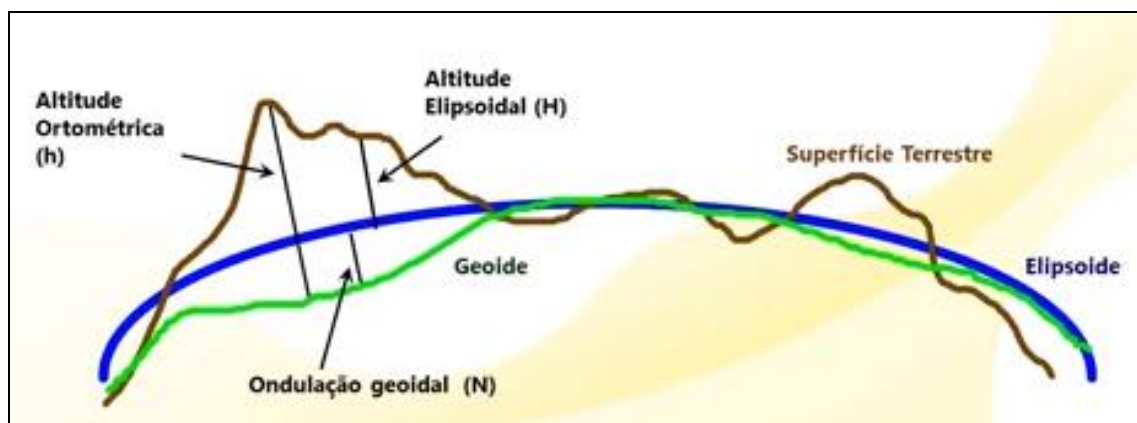


Figura 8 - Superfície terrestre, geóide e elipsoide (Webnar LABGIS/UFRJ, 2013)

O Datum Horizontal pode ser dividido em dois grupos, sendo:

- Datum topocêntrico – é aquele que possui um ponto de "amarração" na superfície terrestre que serve de referência para as representações. Esse é o ponto no qual o elipsoide mais se aproxima do geóide, portanto é o que representa menos distorções para as representações cartográficas. Este tipo de Datum apresenta precisão apenas para a região próxima deste ponto de amarração, não recomendado para uso em outras regiões da Terra.

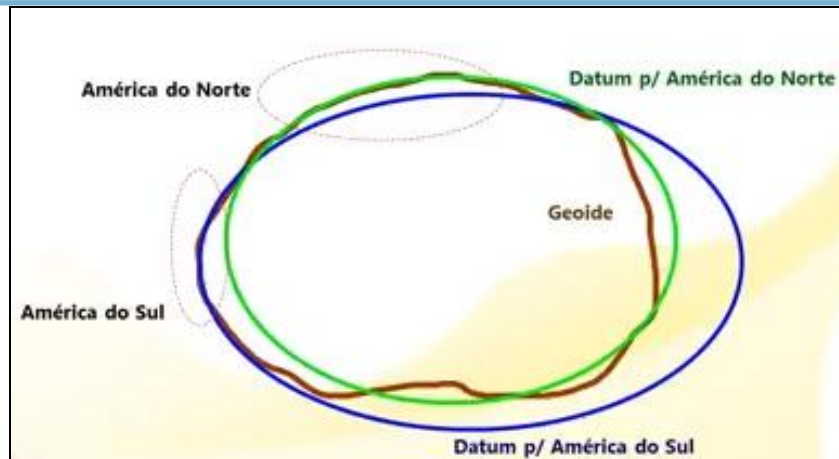


Figura 9 - Representação do datum topocêntrico em relação a outras regiões do globo (Webnar Labgis/UFRJ, 2013)

- Datum Geocêntrico – é aquele que possui seu ponto de “amarração” no centro de massa da Terra, apresentando precisão média para todas as áreas do globo, podendo ser utilizados para várias localidades sem a necessidade de alterações.

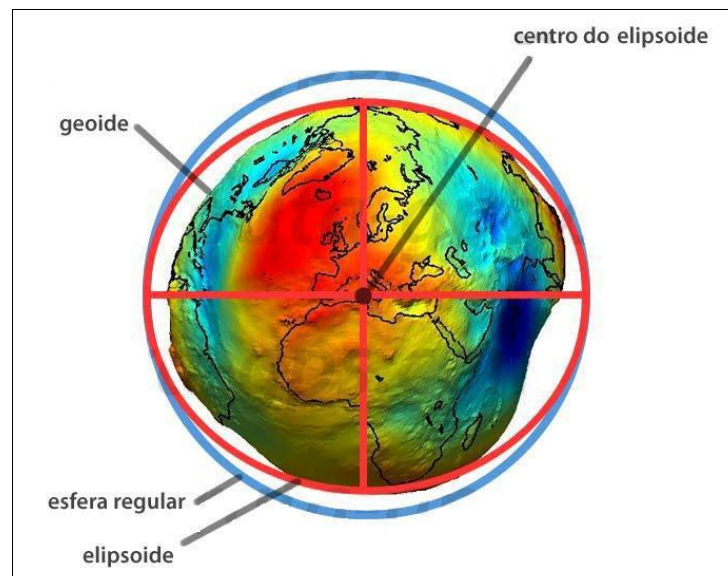


Figura 10 - Representação geóide, elipsóide e esfera regular (Material TetraTech, modificado Webnar LABGIS/UFRJ, 2013)

Desde fevereiro de 2015, o SIRGAS2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas) é o único sistema geodésico de referência oficialmente adotado no Brasil e considerando que a Fundação Renova possui grande interface com Instituições Governamentais definiu-se este Datum Horizontal como padrão.

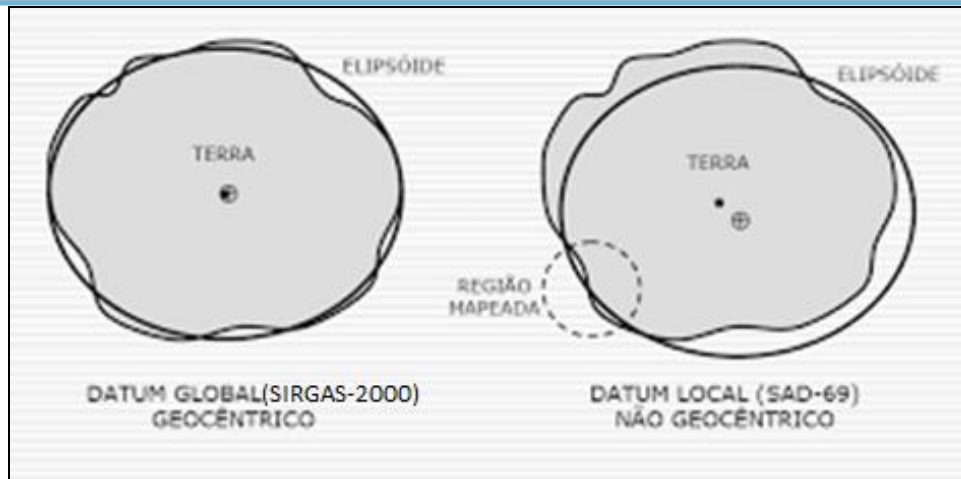


Figura 11 - Comparação entre Datum Geocêntrico e Datum Topocêntrico (adaptado de D'Aleje, 2016)

A Figura 12 - Disposição das informações do Datum Horizontal dentro do ArcMap. Figura 12 ilustra as variações do Datum SIRGAS2000 no software ArcGIS.

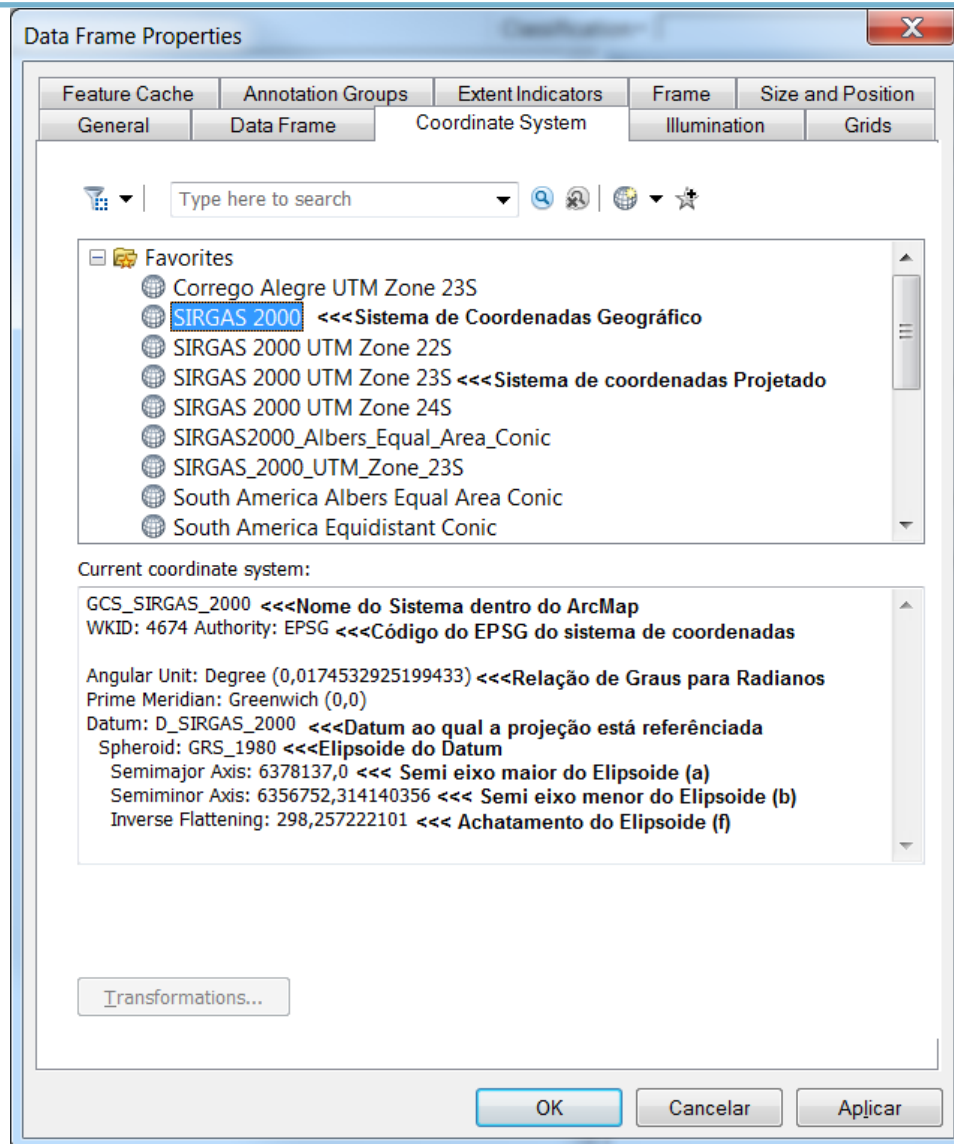


Figura 12 - Disposição das informações do Datum Horizontal dentro do ArcMap

5.1.3 Sistema de Projeção

A transferência da superfície “curva” (tridimensional) da Terra para o plano da carta/mapa sempre produz deformações, isoladas ou conjuntas, de várias naturezas: na forma, em área, em distância e em ângulo.

As projeções cartográficas foram desenvolvidas para oferecer uma solução conveniente para esse problema. Trata-se da execução de funções matemáticas definidas que transportam pontos notáveis da superfície tridimensional da Terra para os mapas, mantendo as propriedades e relações geométricas o mais fiel possível.

Apesar do mecanismo ser aparentemente simples, o transporte de pontos da realidade para o mapa-plano acaba por transferir uma série de incorreções, gerando deformações que podem ser previstas e até mesmo de certa forma controladas.

Quanto ao tipo de superfície de projeção, conforme Figura 13, estas podem ser:

- Planas: Quando a superfície de projeção é plano.
- Cônicas: Quando a superfície de projeção é um cone.
- Cilíndricas: Quando a superfície de projeção é um cilindro.

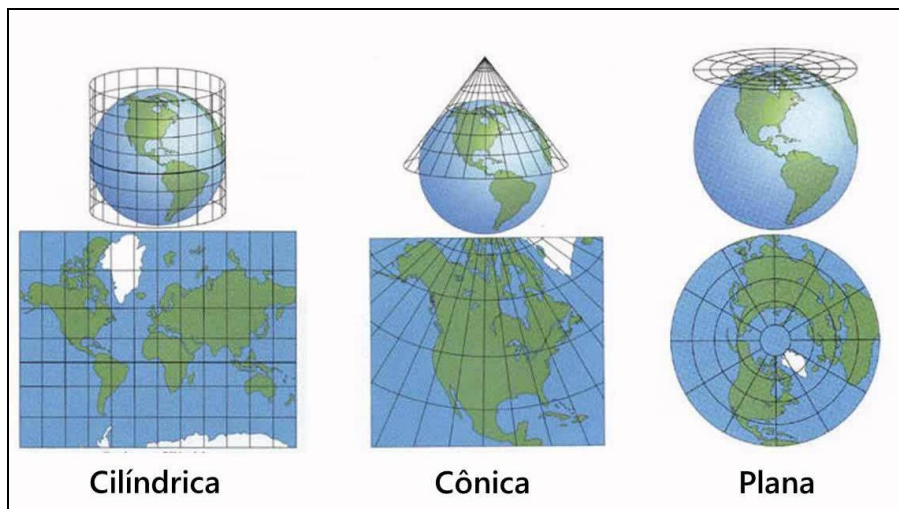


Figura 13 - Exemplos de superfícies de projeção (Webnar Labgis/UFRJ, 2013)

Já quanto à posição da superfície de projeção, podem ser:

- Equatorial: Quando o centro da superfície de projeção se situa no equador terrestre;
- Polar: Quando o centro do plano de projeção é um polo;
- Transversa: Quando o eixo da superfície de projeção (um cilindro ou um cone) se encontra perpendicular (tangente ou secante) em relação ao eixo de rotação da Terra;
- Oblíqua: Quando está em qualquer outra posição.

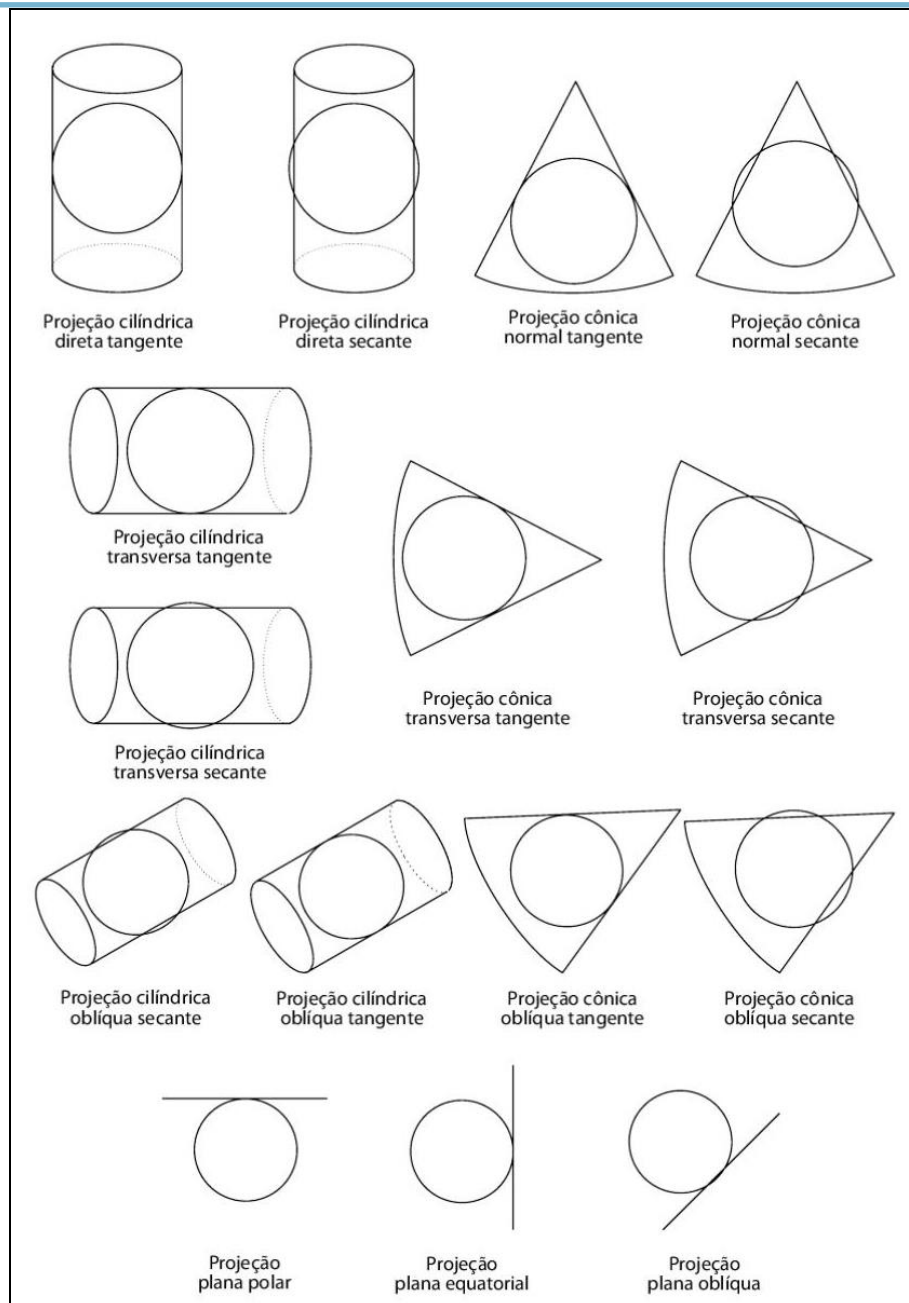


Figura 14 - Classificação das projeções quanto à posição e à situação da superfície de projeção (Fitz, 2008)

O Sistema de projeção Universal Transversa de Mercator (UTM) é o sistema de representação cartográfica adotado pelo Sistema Cartográfico Brasileiro, recomendado em convenções internacionais das quais o Brasil foi representado como entidade participante, cujas características são:

- Projeção conforme, cilíndrica e transversa (secante);
- Decomposição em sistemas parciais, correspondentes aos fusos de 6° de amplitude, limitados pelos meridianos múltiplos deste valor, havendo, assim, coincidência com os fusos da Carta Internacional ao Milionésimo (escala 1:1 000 000);
- Para o Brasil, foi adotado o Elipsoide Internacional de 1967, cujos parâmetros são:
 - a (semi-eixo maior do elipsoide) = 6 378 160 000m;
 - f (achatamento do elipsoide) 1/298,25;

- Coeficiente de redução de escala $k_0 = 0,9996$ no meridiano central de cada fuso (sistema parcial);
- Origem das coordenadas planas, em cada sistema parcial, no cruzamento do equador com o meridiano central;
- Às coordenadas planas, abcissa e ordenada, são acrescidas, respectivamente, as constantes 10.000.000 m no Hemisfério Sul (Equador) e 500.000m para leste (meridiano central);
- Pra indicações destas coordenadas planas, são acrescentadas a letra N e a letra E ao valor numérico, sem sinal, significando, respectivamente, para norte e para leste;
- Numeração dos fusos, que segue o critério adotado pela Carta Internacional ao Milionésimo, ou seja, de 1 a 60, a contar do antimeridiano de Greenwich, para o leste.

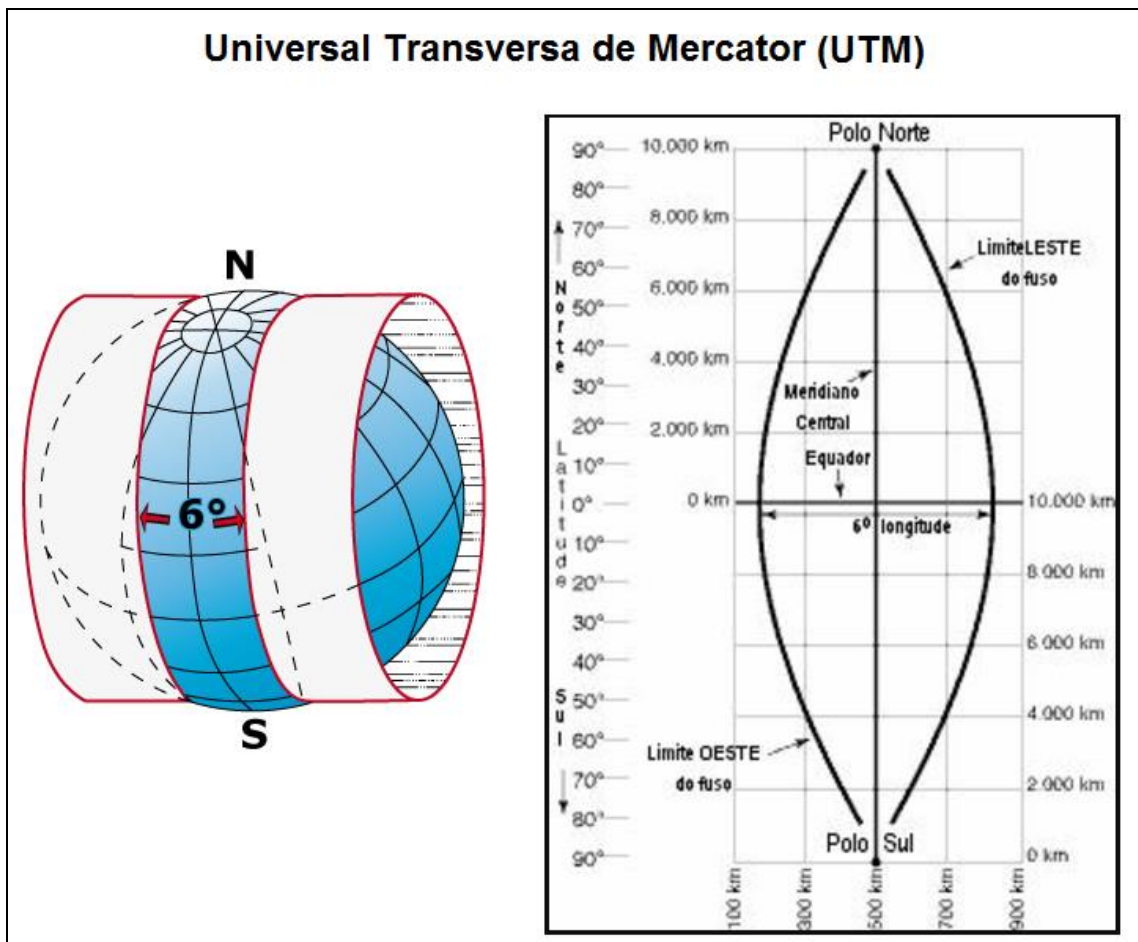


Figura 15 - Sistema de Projeção UTM (geomacae)

5.1.4 Sistemas de coordenadas

Afim de se obter a localização precisa de um determinado ponto na superfície, a Terra foi dividida em partes iguais denominadas hemisférios. Foi convencionado a seguinte divisão:

- Hemisfério Norte: localiza-se ao norte da linha do Equador.
- Hemisfério Sul: Localiza-se ao sul da linha do Equador.
- Hemisfério Ocidental: Localiza-se a Oeste do meridiano central de Greenwich.
- Hemisfério Oriental: Localiza-se a Leste do meridiano central de Greenwich.

O meridiano de Greenwich, linha que passa pela cidade de mesmo nome na Inglaterra, foi definido como o Meridiano Internacional de Referência, durante a Conferência da Carta Internacional do Mundo ao Milionésimo, em Bonn na Alemanha em 1962.

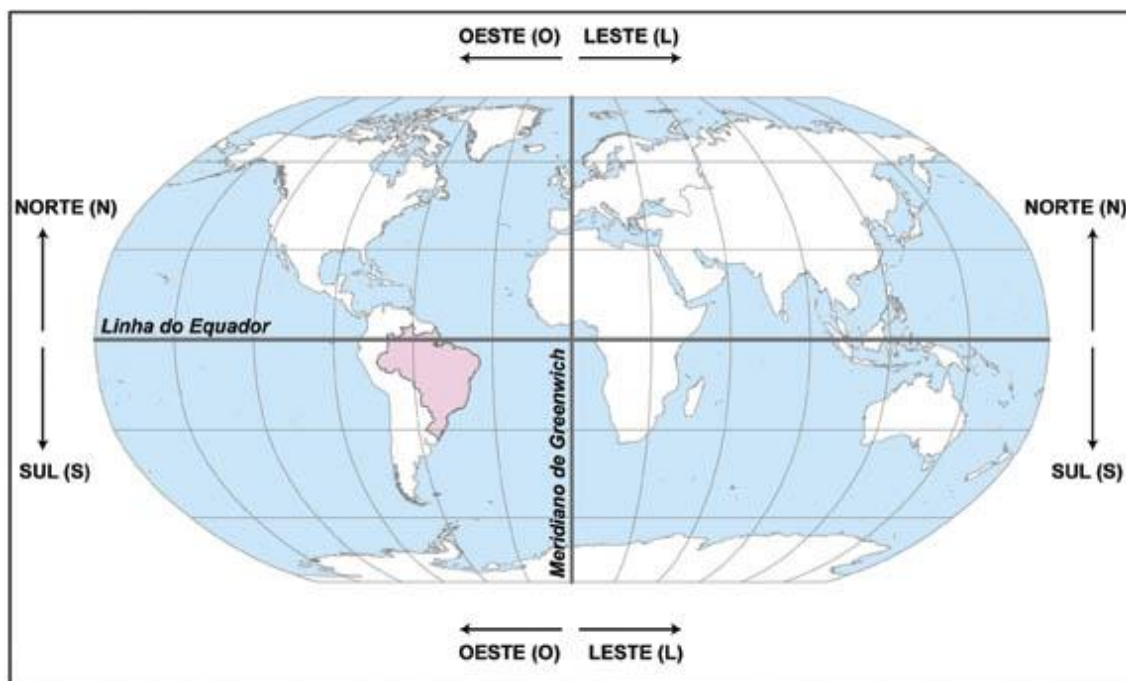


Figura 16 - Divisão da terra em Hemisférios (IBGE)

Os meridianos se referem a cada um dos círculos que cortam a Terra em duas partes iguais, que passam pelos polos Norte e Sul e cruzam-se entre si nesses pontos. Os paralelos representam cada um dos cortes horizontais, ou seja, cada círculo que corta a Terra, perpendicularmente em relação aos meridianos. Pode-se concluir que o Equador é o único paralelo tido como círculo máximo.

É preciso abrir espaço para outros dois conceitos importantes ligado a esta temática, sendo eles, latitude e longitude, onde:

- Latitude: Distância angular entre o plano do equador e um ponto na superfície da Terra, unido perpendicularmente ao centro do planeta. Apresenta variação entre 0° a 90° nas direções Norte e Sul;

- Longitude: Ângulo formado entre o ponto considerado e o meridiano de origem (normalmente, Greenwich = 0°), com variação entre 0° a 180°, nas direções Leste ou Oeste desse meridiano.

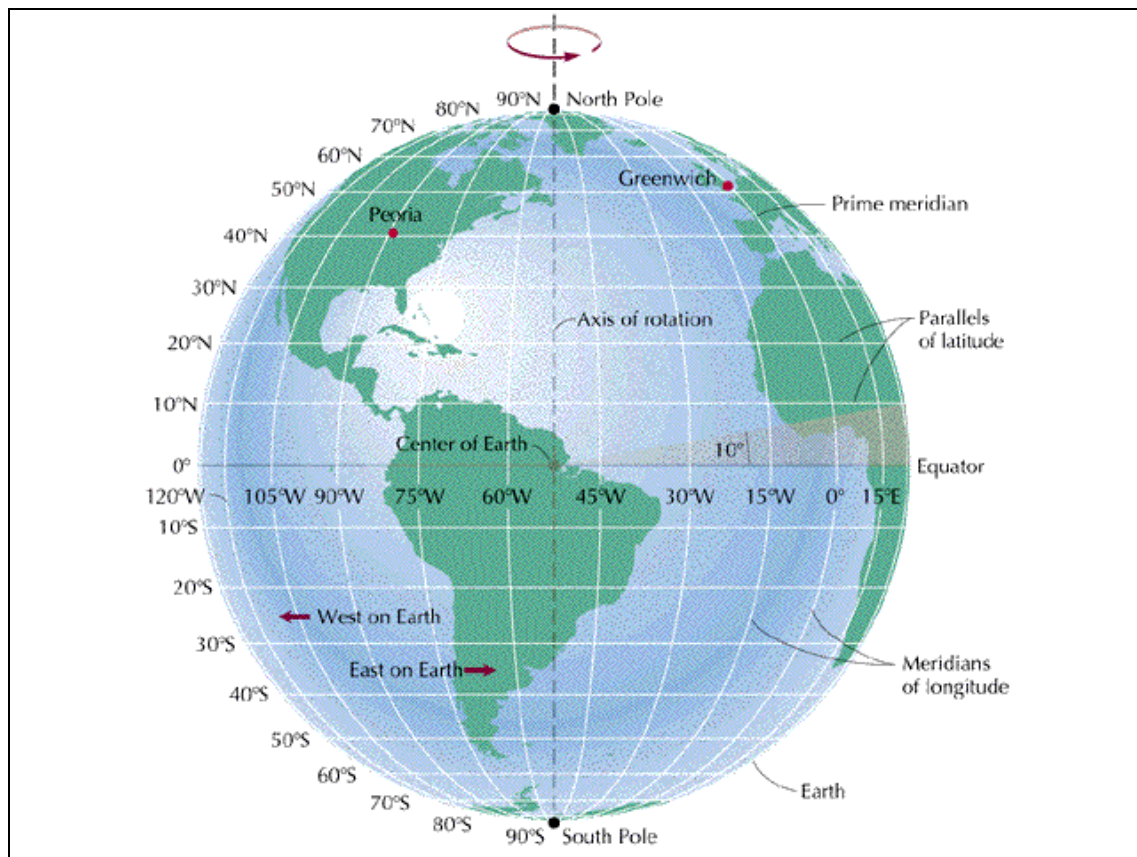


Figura 17 - Meridianos e Paralelos (Prof. Dr. Richarde Marques, UFPB)

As definições apresentadas anteriormente, na prática são utilizadas para localização precisa de pontos sobre a superfície terrestre. Para tal prática é utilizado um sistema de coordenadas, que é possibilitada por meio da obtenção de valores angulares (coordenadas esféricas ou elipsóidicas) ou lineares (coordenadas planas).

a) Sistema de Coordenadas Geográficas

A forma mais usual de representação de coordenadas em um mapa, se dá pela aplicação do sistema sexagesimal, o Sistema Coordenadas Geográficas. Os valores dos pontos localizados na superfície terrestre com base nesse sistema, são expressos por coordenadas geográficas (Latitude e Longitude), contendo unidades de medida angular, ou seja, graus (°) minutos (') e segundos (").

Tais coordenadas localizam, de forma direta, os pontos na superfície terrestre, para isso basta colocar junto ao valor da coordenada o hemisfério correspondente, sendo, N para coordenadas ao Norte ou S para coordenadas ao Sul e E (*East*) ou L para coordenadas a Leste ou W (*West*) ou O para coordenadas a Oeste. Da mesma forma é possível representar coordenadas fazendo uso dos sinais + ou - para indicação das coordenadas N e E sinal positivo e S e W sinal negativo. Desta forma, quando o ponto estiver localizado ao sul do Equador, a leitura da latitude

será negativa e ao norte, positiva. Em relação a longitude quando o ponto estiver localizado a oeste de Greenwich, seu valor será negativo e a leste, positivo.

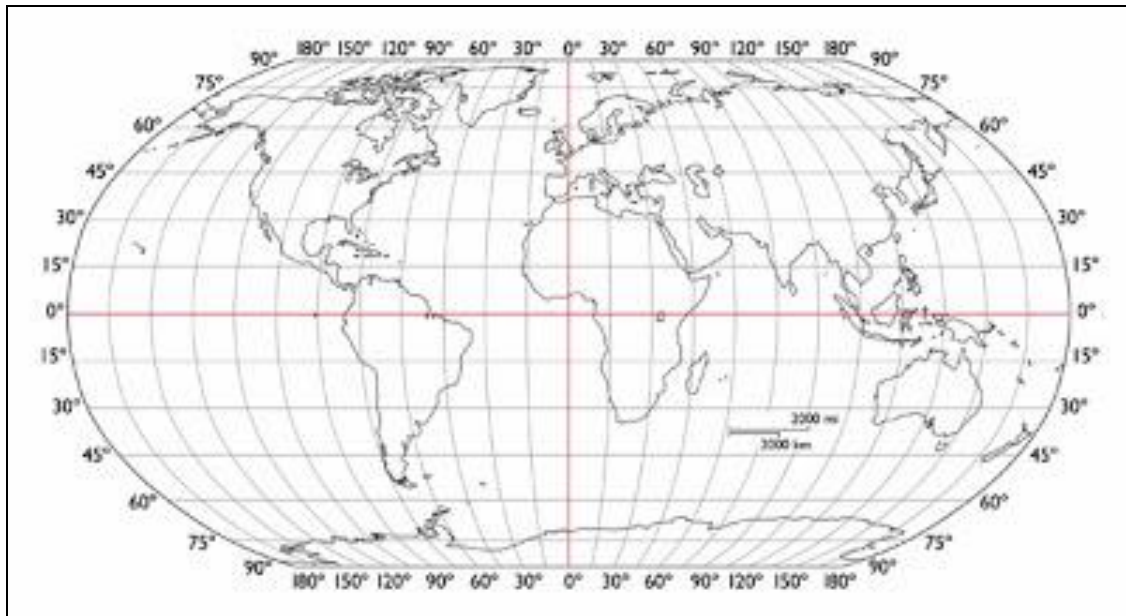


Figura 18 - Representação do globo em coordenadas geográficas

<https://www.estadosecapitaisdobrasil.com/wp-content/uploads/2016/06/mapa-mundi-coordenadas-geograficas.jpg>

b) Sistema Universal Transversal de Mercator (UTM)

Esse sistema adota coordenadas métricas planas ou plano-retangulares, projeção cilíndrica, transversal e secante ao globo terrestre. Possui 60 fusos (zonas delimitadas por dois meridianos consecutivos), cada um com 6° (seis graus) de amplitude, contados a partir do antimeridiano de Greenwich, no sentido oeste-leste, percorrendo o globo até retornar a sua origem. Os limites de mapeamento são os paralelos 80°S e 84°N, a partir destes limites é utilizada a projeção estereográfica polar.

A origem desse sistema de coordenadas se dá pelo cruzamento do Equador com o Meridiano Central (MC). Os valores obedecem a uma sistemática numérica, onde é estabelecido um valor de 10.000.000 m (dez milhões de metros) sobre o Equador e de 500.000 m (quinhentos mil metros) sobre o MC. As coordenadas do eixo E (leste-oeste), contadas a partir do MC de referência, são lidas de forma crescente no sentido leste e decrescente no sentido oeste.

Por se tratar de uma projeção secante, no MC existe o fator de deformação de escala em relação as linhas de secância. Esta condição pode acarretar distorções e deslocamentos a medida em que o foco de um determinado trabalho avança para regiões limítrofes do MC.

Para uma descrição ideal de um determinado ponto, deve-se acrescentar as coordenadas as informações relacionadas ao fuso ou ao MC.

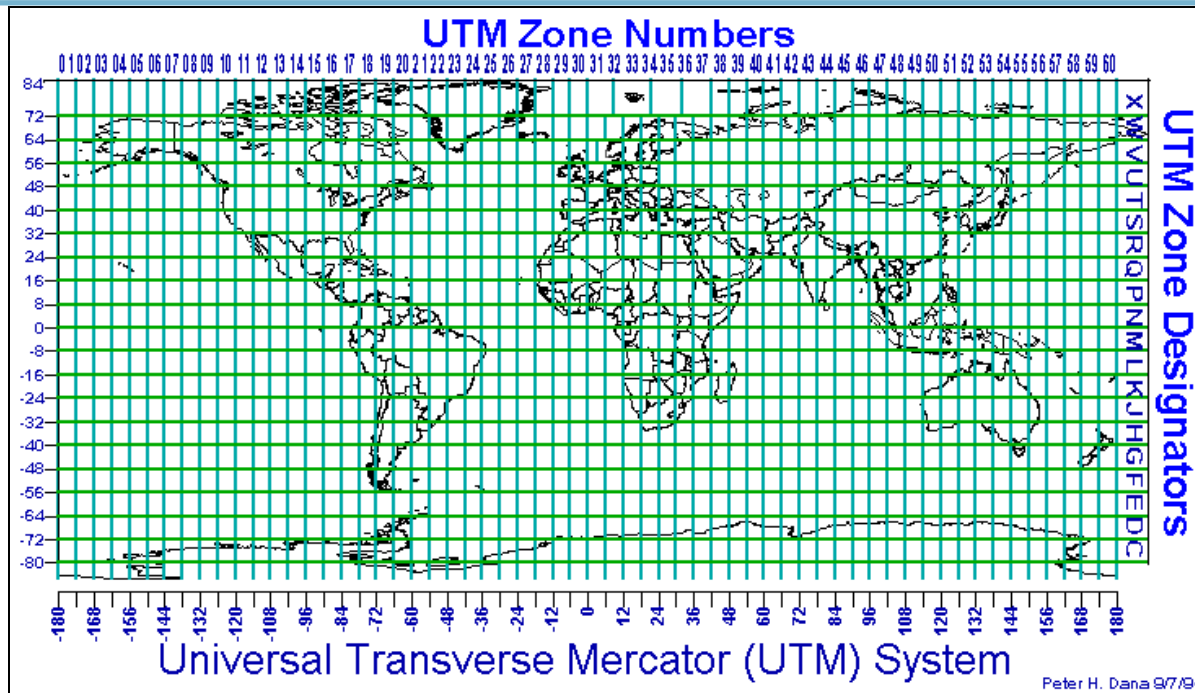


Figura 19 - Representação do globo em coordenadas UTM (SIGEP, CPRM)

5.1.5 Escalas

As escalas são expressas na forma de proporção por uma fração, onde o numerador indica o valor representado no plano e o denominador o valor da realidade (exemplos: 1:1, 1:10, 1:500). O mapa é uma imagem reduzida de uma determinada superfície. Essa redução - feita com o uso da escala - torna possível a manutenção da proporção do espaço representado. É fácil reconhecer um mapa do Brasil, por exemplo, independentemente do tamanho em que ele é apresentado, pois a sua confecção obedeceu a determinada escala, que mantém a sua forma. A escala cartográfica estabelece, portanto, uma relação de proporcionalidade entre as distâncias lineares num desenho (mapa) e as distâncias correspondentes na realidade.

Uma escala 1:100.000 lê-se: escala um para cem mil, o que significa dizer que a superfície representada foi reduzida em 100 mil vezes. Nesse caso, 1 cm no mapa = 100.000 cm = 1.000 m = 1 km na realidade.

A precisão de um mapa ou carta, na escala horizontal, está diretamente relacionada a sua escala, e representa o valor de 0,2 mm da carta na realidade (se a carta for 1:10.000, multiplica-se 0,2 mm por 10 mil e obterá o valor de 2.000 mm, que corresponde a 2 metros da realidade. Uma carta em escala 1:50.000 possui precisão horizontal de 10 m, por exemplo).

Costuma-se classificar as escalas em três tipos:

- Grande (entre 1:1.000 a 1:50.000);
- Média (entre 1:100.000 a 1:1.000.000);
- Pequena (no mínimo 1:2.000.000).

Escalas como 1:1.000.000, 1:500.000, 1:250.000, 1:100.000 ou 1:50.000, em geral, são usadas para mapas de continentes, e países, como: Brasil, EUA, Canadá e etc.

Escalas como 1:25.000, 1:10.000, 1:2.500 são utilizadas em cidades, bairros e ruas, para estudos de maior precisão.

Resumindo, quanto maior a escala, mais ela se aproxima das dimensões da realidade, conseqüentemente, maior a quantidade de detalhes no mapa.

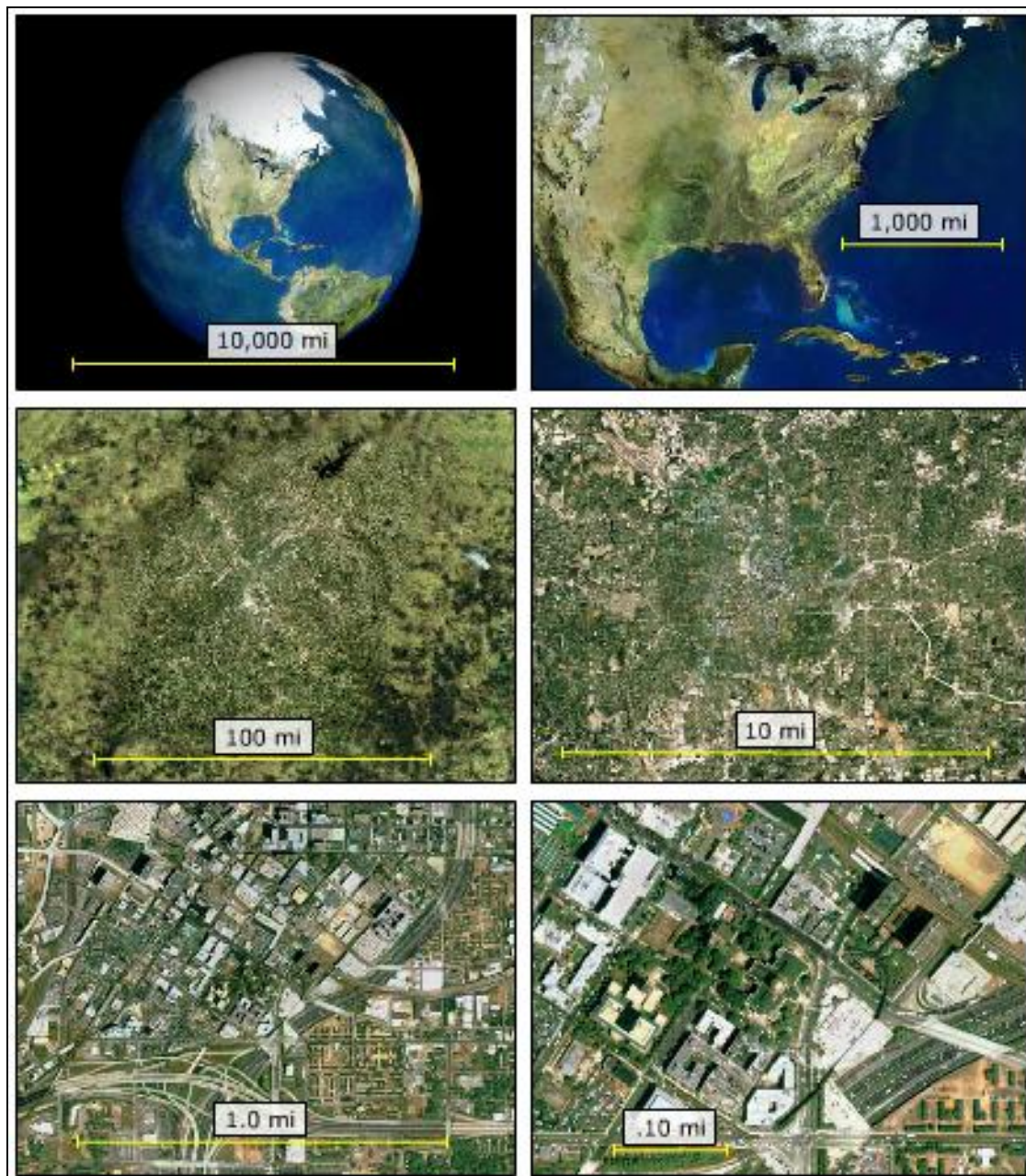


Figura 20 - Uma mesma localidade representada em diferentes (4ºConocer – Los tipos de escala)

Existem casos onde ocorre o que é chamado de Escala Transversal, ou seja, um determinado dado em uma escala é utilizado tanto em planos Regionais ou Individuais de maior detalhamento

desde que ele possua uma escala adequada. Por exemplo, curvas de nível provenientes de um aerolevante possuem um detalhamento muito elevado, sendo mais que o suficiente para os trabalhos executados para os Planos Regionais, e as mesmas curvas podem ser utilizadas para os planos individuais sem nenhuma perda de qualidade.

O ideal é sempre trabalhar em qualquer um dos planos com os dados na maior escala possível para que seja possível manter a transversalidade dos dados entre os projetos.

5.1.6 Representação x Apresentação

Em Sistemas de Informações Geográficas (SIG) há duas formas distintas de entender o modo de exibição cartográfica de elementos vetoriais: a Representação e a Apresentação. A representação é a forma geométrica das feições espaciais (estrutura de dados), enquanto a apresentação é a forma como o ponto, a linha e o polígono são exibidos (sua simbologia ou significado cartográfico), ou seja, a representação geométrica do elemento.

É no processo de apresentação que serão escolhidas as variáveis visuais: tipo de linha, tamanho, intensidade, granulação, orientação, cor e forma. A apresentação está relacionada com a estrutura de dados (geometria computacional) que determina a feição geográfica que será armazenada.

A representação hidrográfica, a depender dos requisitos de uma determinada aplicação, poderá contemplar as seguintes estruturas de dados:

- Polígono – Um rio de margens duplas;
- Arco Unidirecional – Caso a informação de direção da corrente do rio seja necessária;
- Nó de ligação – Para representar o ponto exato no qual um determinado rio se encontra com outro;
- Linha – Representação mais simples caso o apelo visual seja a única informação relevante.

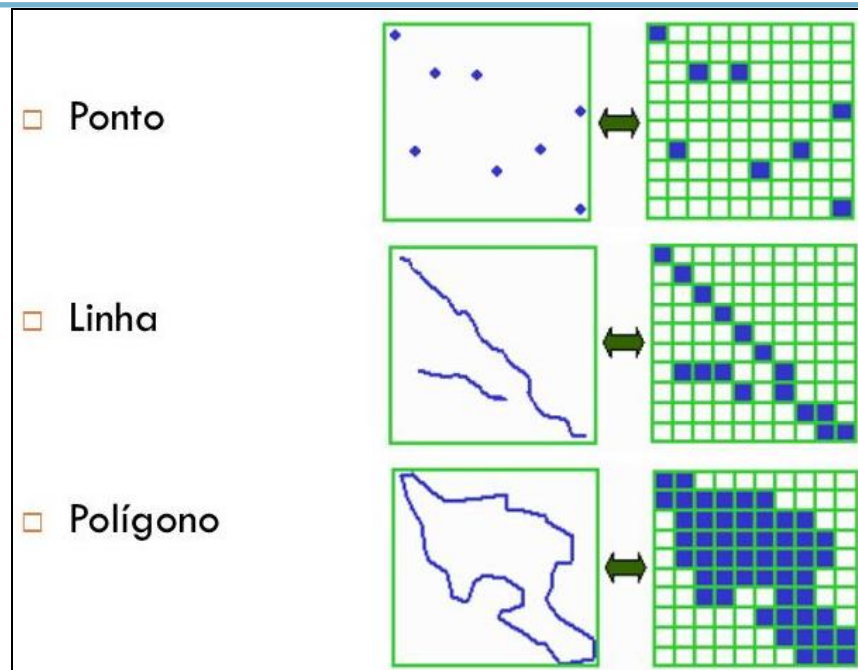


Figura 21 - Exemplo de Múltiplas Representações – Primitivas em Vetorial e Matricial (adaptado Profº Fábio Marcelo Breuning)

a) Elementos de Representação:

Os elementos de representação em cartografia são aplicados a partir da necessidade de se associar os elementos de um mapa à símbolos e convenções. As convenções cartográficas abrangem símbolos que, representam os diversos acidentes do terreno e objetos topográficos em geral, permitindo ressaltar os acidentes do terreno, de maneira proporcional à sua importância. Sendo uma carta ou mapa a representação dos aspectos naturais ou artificiais da superfície da Terra, toda essa representação só pode ser convencional, isto é, através da simbologia específica que se origina de pontos, linhas, polígonos, cores e etc.

Além destas representações primárias temos também a utilização de Grades Triangulares e Grades regulares para representação de modelos digitais terreno, sendo a grade triangular referida por meio do anglicismo TIN, termo em inglês *Triangular Irregular Network*. Já a grade regular é um modelo que aproxima superfícies através de um poliedro de faces retangulares, conforme figura abaixo:

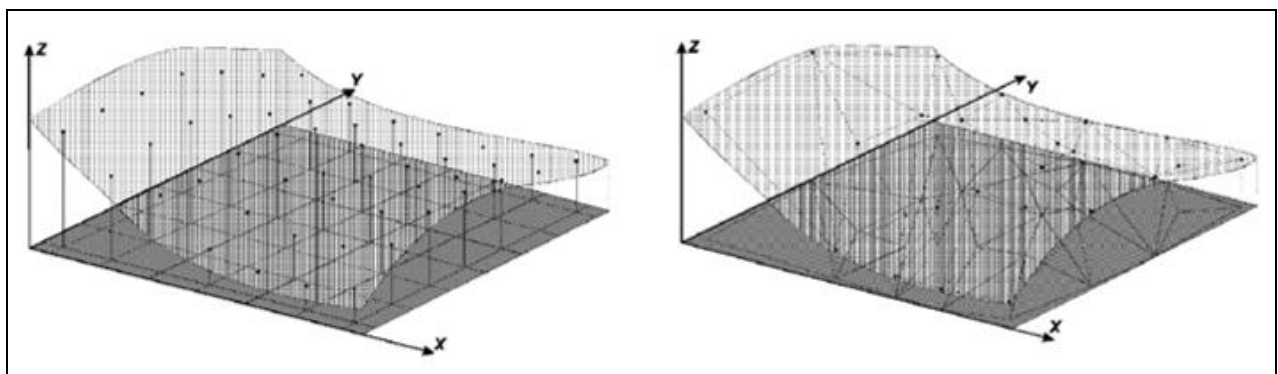


Figura 22 - Exemplo de grade regular e grade triangular (adaptado de Felgueiras e Câmara/INPE)

A forma matricial ou raster consiste numa representação de dados espaciais definida por uma variedade de células de igual tamanho dispostas em linhas e colunas, ou seja, de forma matricial. Cada célula contém um atributo valor e coordenadas de localização. Ao contrário de uma estrutura vetorial que armazena coordenadas explicitamente, os arquivos raster possuem suas coordenadas contidas na ordenação da matriz. Os grupos de células que partilham o mesmo valor representam características geográficas.

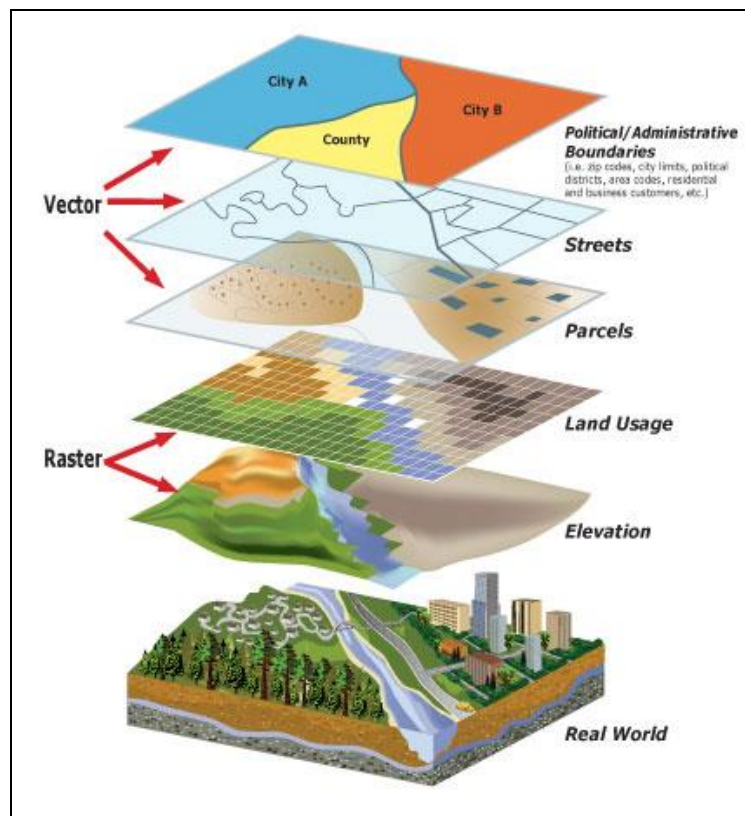


Figura 23 - Mundo real e informações vetor e raster (Anthony Smith - GIS for Urban Playnig anda Design)

b) Elementos de Apresentação:

Os arquivos Style do ArcGIS são arquivos que armazenam informações de simbolização de feições cartográficas. Um arquivo Style mantém apenas os elementos da legenda que possuem associação com o mapa.

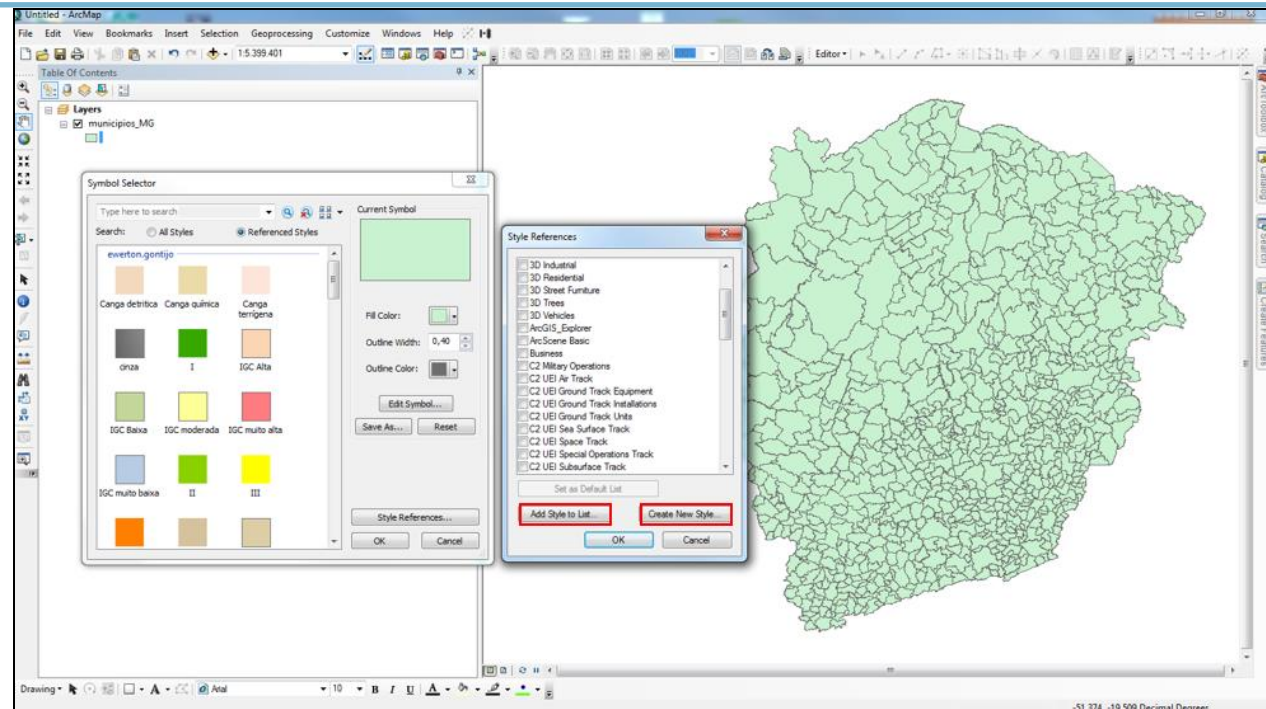


Figura 24 - Seleção e criação de Style - ArcGIS

No ArcGIS os dados simbolizados com intuito de geração de mapas temáticos podem ser armazenados em arquivos próprios. Tais arquivos são muito úteis na medida em que possibilitam a reprodução do mapa gerado, ou parte do mesmo, com muita facilidade. O ArcGIS armazena estas informações em arquivos chamados Lyr e em arquivos Style, oferecendo uma vasta biblioteca de símbolos e a possibilidade de edição e criação de outros símbolos conforme necessário. A Figura 25 mostra exemplos de simbologias criadas utilizando as ferramentas do ArcGIS.

Nome da camada - Polígonos	Nome da camada - Linhas	Nome da camada - Pontos
 APA	 Estrada	 Amostra de Rocha
 Área Alvo	 Acesso	 Amostra de Sonda
 Área Amostrada	 Drenagem	 Amostra de Trado
 Área com Densidade	 Hipsomentria	 Dados Densidade
 Área de Bloco	 Ferrovia	 Dados Recuperação
 Área de Interesse Turístico	 Caminhamento	 Estação Ecológica
 Área de Lavra	 Infra-estrutura	 Estação Meteorológica
 Área Perigo Identificado	 Levantamento Borda	 Floresta
 Bauxita Maciça	 Picada	 Furo de Estatística
 Bauxita Maciça Argilosa		 Furo de Sonda
 Bauxita Sacaroidal		 Localidades
 Beneficiamento		 Marco
 Bloco de Lavra		 Museu Aberto
 Comunidade		 Parque
 Drenagem		 Picada
 Floresta		 Poço
 Limite Ambiental		 Ponto Cotado
 Limite estadual		 Programação de Sondagem
 Limite Internacional		 Ramal
 Limite Municipal		 Sítio Arqueológico
 Museu Aberto		 Terra Indígena
 Parque		 Veio
 Plano de Lavra		
 Poligonal DNPM		
 Reflorestamento		
 Reserva Legal		
 Sítio Arqueológico		
 Terra Indígena		

Figura 25 - Exemplos de simbologia (Material Tetra tech)

Estes arquivos deverão ser utilizados na apresentação de cartas e mapas temáticos, sendo salvos no formato .lyr, obedecendo o mesmo padrão de nomenclatura do seu respectivo arquivo shapefile, conforme descrito neste documento.

Em caso de dúvida em relação a simbologia da feição geográfica trabalhada, o usuário deve entrar em contato com o setor responsável da Fundação Renova e solicitar a criação de simbologias adequadas.

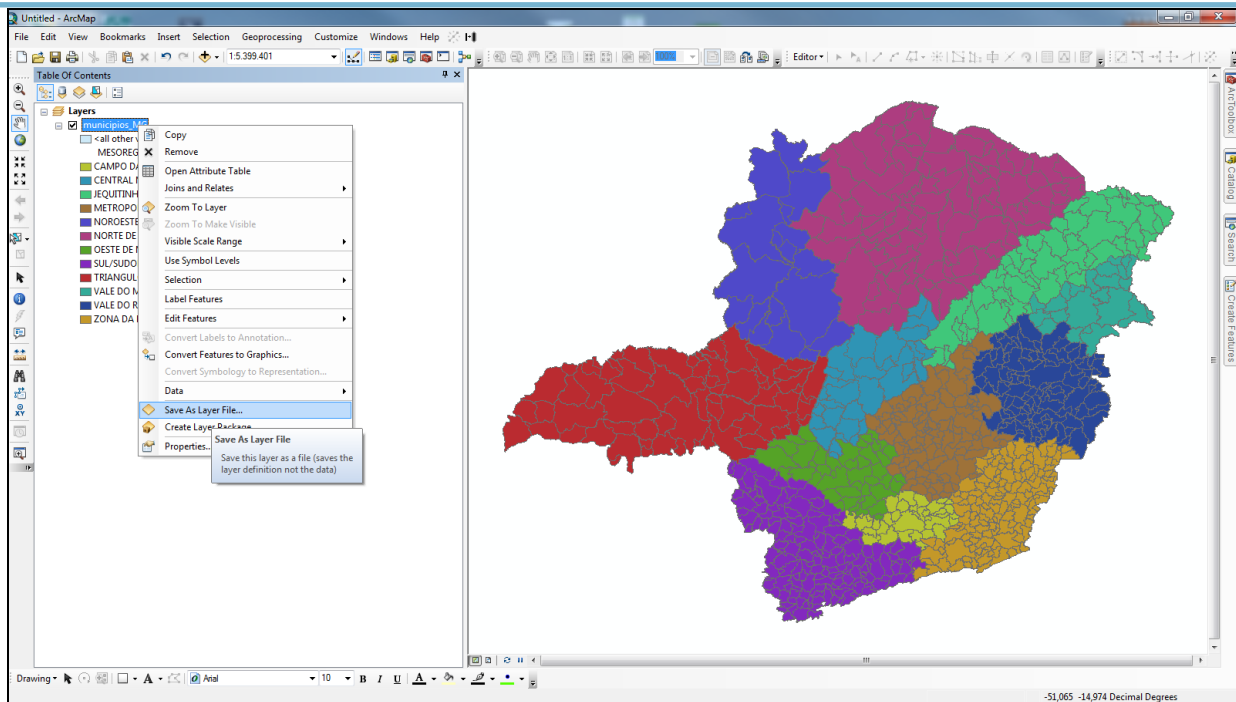


Figura 26 - Salvando arquivo lyr – ArcGIS

5.2. Produção de dados geográficos

5.2.1 Coleta em Campo: Planejamento, seleção de métodos e aparelhagem

Segundo a NBR 13133/1994, as condições exigíveis para a execução de um levantamento topográfico devem compatibilizar medidas angulares, medidas lineares, medidas de desníveis e as respectivas tolerâncias em função dos erros, selecionando métodos, processos e instrumentos para a obtenção de resultados compatíveis com a destinação do levantamento, assegurando que a propagação de erros não exceda os limites de segurança inerentes a esta destinação.

Os aparelhos indicados para operações são classificados da seguinte forma:

- a) Medidores eletrônicos de distâncias (MED) – são classificados segundo o desvio-padrão que os caracteriza.

Classes do MED	Desvio-padrão
1 - precisão baixa	$\pm (10 \text{ mm} + 10 \text{ ppm} \times D)$
2 - precisão média	$\pm (5 \text{ mm} + 5 \text{ ppm} \times D)$
3 - precisão alta	$\pm (3 \text{ mm} + 2 \text{ ppm} \times D)$

Onde:

D = Distância medida em km

Nota: ppm = parte por milhão.

Figura 27 - Classificação do MED, conforme NBR 13133

- b) Estações Totais – As estações totais (total station) – medidores eletrônicos de ângulos e distâncias – são classificadas segundo desvio padrão que as caracterizam.

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

Figura 28 - Classificação da Estação Total, conforme NBR 13133

Em cada operação, dependendo da escala deve ser considerado o erro de graficismo, que por definição é o erro máximo admissível na elaboração de desenho topográfico para lançamento de pontos e traçados de linhas, com o valor de 0,2 mm, que equivale a duas vezes a acuidade visual, conforme descrito na tabela abaixo:

Levantamentos utilizando estação total desenvolvidos em poligonais fechadas				
Operação	Escala do desenho	Erro máximo admissível	Instrumentos	Erro máximo em metros
Levantamento topográfico planimétrico	1:5.000	Erro de fechamento linear da poligonal \leq erro de graficismo para esta escala	Estação total de classe 2 ou 3, MED	1m
	1:2.000	Erro de fechamento linear da poligonal \leq erro de graficismo para esta escala	Estação total de classe 2 ou 3, MED	0,4m

	1:1.000	Erro de fechamento linear da poligonal \leq erro de graficismo para esta escala	Estação total de classe 2 ou 3	0,2m
	1:500	Erro de fechamento linear da poligonal \leq erro de graficismo para esta escala	Estação total de classe 2 ou 3	0,1m
Levantamento planimétrico cadastral	1:1.000	Erro de fechamento linear da poligonal \leq erro de graficismo para esta escala	Estação total de classe 2 ou 3	0,2m
	1:500	Erro de fechamento linear da poligonal \leq erro de graficismo para esta escala	Estação total de classe 2 ou 3	0,1m
Levantamento planimétrico poligonal	1:500	Erro de fechamento linear da poligonal \leq erro de graficismo para esta escala	Estação total de classe 2 ou 3	0,1m

Tabela 2 - Levantamento, escalas, erros admissíveis e instrumentos

5.2.2 Escaneio de Mapas em papel

É toda imagem gerada por meio de scanners, gerando um arquivo matricial idêntico ao objeto que sofreu a ação do mecanismo de varredura.

Recomendam-se as seguintes especificações:

- formato TIFF para o scanner;
- resolução mínima de 300 dpi;
- as imagens devem ser geradas em formato colorido, para evitar perdas de informação, conforme figura abaixo:

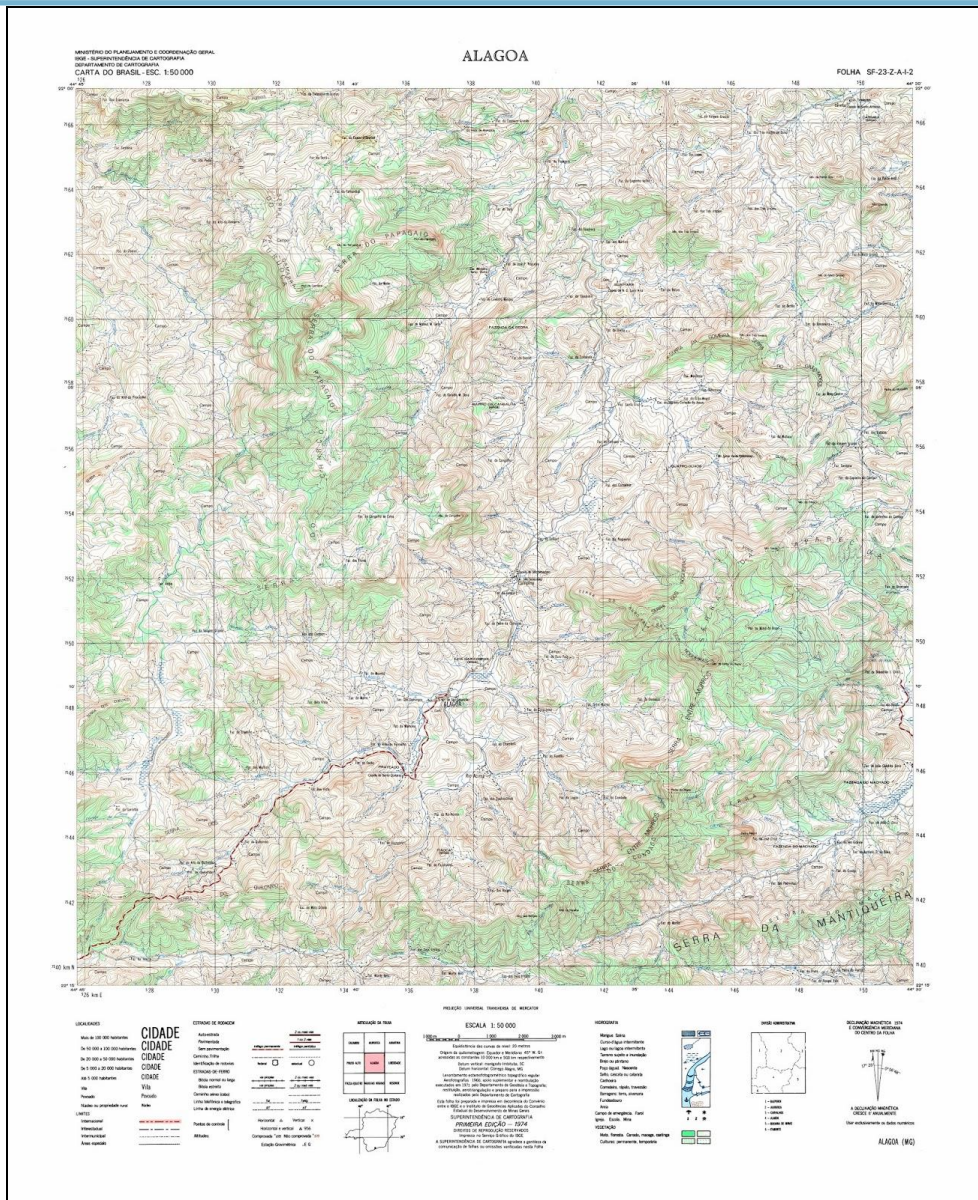


Figura 29 - Exemplo de Imagem Escaneizada

5.2.3 Georreferenciamento

Georreferenciamento é o processo de posicionamento do dado em sua real posição geográfica com uso de ferramentas (softwares) especialistas.

Para a realização do georreferenciamento é necessário gerar uma malha (grid) de coordenadas geográficas (verdadeiras). Ela possibilita a definição de pontos de controle (pares de pontos relacionando posições do raster ao espaço geográfico real). Os pontos de controle serão usados para que o software faça uma reamostragem do raster (transformação geométrica) gerando, assim, um novo raster georreferenciado.

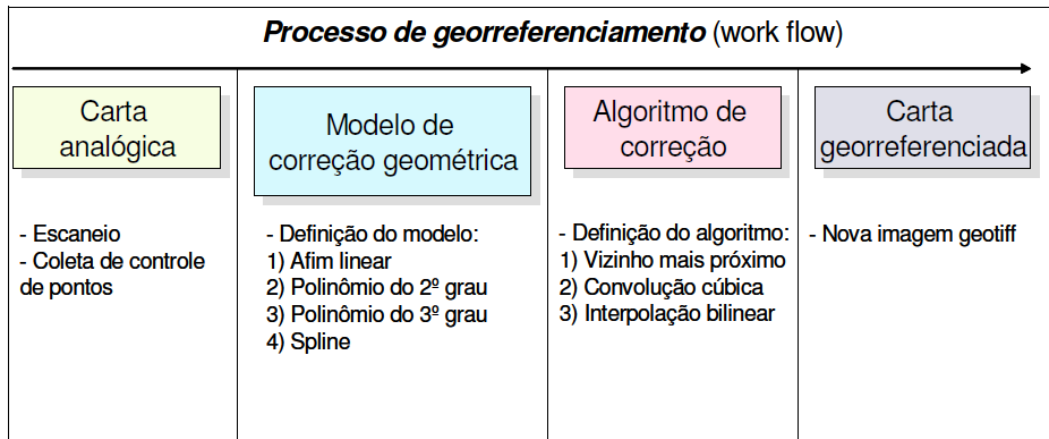


Figura 30 - Work Flow de Georreferenciamento (Material TetraTech)

5.2.4 Vetorização e construção de bases vetoriais

É o processo de conversão de arquivos raster para arquivos vetoriais através das primitivas gráficas do tipo pontos, linhas e polígonos. Nesta etapa pode-se utilizar tanto o processo de vetorização manual (heads-up) e semi-automática:

- a) Vetorização manual: utiliza-se a imagem como “pano de fundo” para extração das feições de interesse, dependendo totalmente da intervenção do usuário.
- b) Vetorização semi-automática: a vetorização semi-automática é feita combinando os dois métodos, ou seja, utilizando os recursos do software para vetorização semiautomática, mas com a intervenção conjunta do usuário que opta pela utilização ou não do recurso em função da qualidade ou detalhamento das feições presentes no raster.

Para a construção de bases vetoriais se torna importante o uso de ferramentas de apoio, sendo a mais importante neste contexto o snapping.

O snapping permite a criação de recursos que conectam as feições umas as outras para que as edições sejam mais precisas, evitando a ocorrência de erros topológicos. Quando o snap está ativado, o ponteiro de edição se ajusta a bordas, vértices e outros elementos geométricos (quando o ponteiro está próximo e dentro de uma determinada tolerância). Isso permite que um elemento seja facilmente posicionado em relação aos locais de outros elementos.

Todas as configurações necessárias para trabalhar com o snap, no software ArcGIS, por exemplo, estão localizadas na barra de ferramentas Snapping. Por padrão, quando o snap é ativado e os tipos de snap ativo são pontos, pontos de extremidade, vértices e arestas. As opções podem ser ativadas ou desativadas por tipo individualmente na barra de ferramentas Snapping.

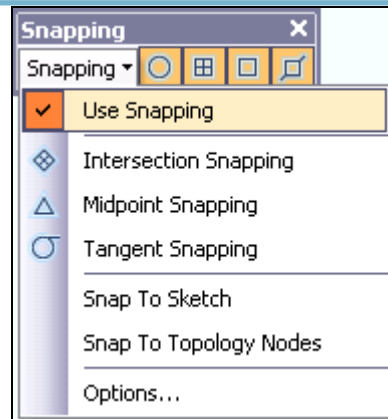


Figura 31 - Ferramenta snapping ArcGIS

A utilização do snapping em edições se configura como uma boa prática, pois auxilia na construção de bases coerentes, evitando assim a criação de erros e o retrabalho na identificação e correção dos mesmos. A base de dados geográficas da Fundação Renova, por exemplo as bases hidrográficas, são construídas e editadas com a utilização do snapping, favorecendo a garantido a aplicação dos nós e a continuidade entre os cursos mapeados.

5.2.5 Imagens de Satélites

As imagens de satélite são, atualmente, o tipo de dado mais utilizado para extração de informações geográficas a partir de sensores remotos. As grandes evoluções das técnicas de sensoriamento remoto têm propiciado a geração de excelentes trabalhos em diversas áreas. A seguir serão descritas as principais características dos sensores utilizados pela Fundação Renova, bem como algumas técnicas para melhor utilização das mesmas.

a) Características por resolução

As imagens de satélite em geral são separadas pela resolução espacial e são classificadas em:

ALTA RESOLUÇÃO: 0,3 – 3 m

MÉDIA RESOLUÇÃO: 3 – 30 m

BAIXA RESOLUÇÃO: 30 – 1.000 m

As imagens, independentemente da plataforma ou do sensor, também podem ser discriminadas segundo algumas características em comum, a saber:

- **Resolução espacial** ou distância entre as amostras em solo, definem o tamanho do pixel, ou seja, a menor unidade de mapeamento do sensor;
- **Resolução espectral** diz respeito ao número de bandas do sensor;
- **Resolução radiométrica** está ligada à sensibilidade do sensor em perceber diferentes níveis de energia, que pode se traduzir em quantidade de cores;
- **Resolução temporal** define a capacidade temporal do sensor na coleta das imagens.

De forma complementar cada tipo de produto apresenta características específicas e intrínsecas de cada instrumento e/ou plataforma, que também devem ser especificadas segundo o uso pretendido.

b) Imagens de Satélite de Alta Resolução

As imagens de alta resolução são aplicadas em trabalhos em que é necessário enxergar objetos com dimensão entre 3 a 5 metros. Estes produtos atingem escalas entre 1:5.000 e 1:25.000.

O Quadro a seguir apresenta as principais especificações que devem ser informadas para contratação desse tipo de produto.

PARÂMETRO	VALOR / REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO
Área de interesse	Medida da área (km ²) Entre 16 e 100.000 Km ²	Polígono que define a área a ser coletada. Acompanha um mapa ou um arquivo detalhando.
<i>Datum</i>	SIRGAS 2000	<i>Datum</i> a ser utilizado para geração dos produtos
Sistema de Projeção e Coordenadas	Projeção UTM / Projeção geográfica GCS	Projeção UTM com coordenadas em metros para áreas de estudo em um mesmo fuso. Projeção geográfica para regiões com mais de um fuso UTM.
Acurácia	Escala – Entre 1:5.000 e 1:25.000 Erro circular 5 e 10 metros	Escala de trabalho ou o erro de georreferenciamento admitido.
Resolução Espacial – GSD ou Tamanho do Pixel	Entre 0,30 m e 3 m	Depende do objeto que se pretende enxergar. O menor objeto visto varia entre 6 a 10 vezes a resolução espacial.
Resolução Espectral – Quantidade de Bandas	Entre 4 e 15 bandas	Bandas distribuídas entre o visível e o infravermelho.
Resolução Radiométrica	Entre 8 bits e 15 bits	Esse parâmetro depende do sensor, em geral trabalha-se com valores acima de 11bits
Resolução Temporal	Entre 4 e 8 coletas anuais	Média de coleta usual por sensor. Com o uso de mais sensores é possível tomadas mais frequentes.

Tabela 3 - Imagens de alta resolução

A seguir apresentamos os principais produtos e subprodutos que podem ser elaborados a partir dos produtos de imagens de alta resolução.

PRODUTO / SUBPRODUTO	FORMATO	DESCRIÇÃO
Imagens Brutas	TIFF	Imagens com o nível mais básico de tratamento, sem georreferenciamento
Ortofotos	TIFF	Imagens tratadas, georreferenciadas e ortorretificadas
MDS – Modelo de Superfície	TIFF	Modelo de superfície, sem tratamento. Somente para sensores com estereoscopia
MDT – Modelo de Terreno	TIFF	Modelo de terreno obtido pelo tratamento do MDS. Entregues em formato de imagem
Curvas de Nível	SHP / DWG	Curvas de nível extraídas do MDT, geralmente de 1 em 1 metro. Podem ser entregues em GIS ou em CAD.
Análise de Superfície Topográfica	TIFF / SHP	Subprodutos obtidos com a análise do MDT como mapa de declividade, rugosidade e etc. Entregues em formatos compatíveis com GIS.
Índices	TIFF	Indicadores obtidos por razão de bandas. Índices de vegetação, qualidade da água e outros.
Uso e Cobertura do Solo	SHP	Classificação de uso e cobertura do solo em classes temáticas.

Tabela 4 - Produtos e subprodutos – alta resolução

Principais sensores existentes no mercado na atualidade:

- Worldview
- Geoeye
- Ikonos
- Kompsat
- Planet

- Pleiades
- Spot

c) Imagens de Satélite de Média Resolução

As imagens de média resolução são aplicadas em trabalhos em que é necessário enxergar objetos com dimensão entre 20 a 100 metros. Estes produtos atingem escalas entre 1:25.000 e 1:100.000.

O Quadro a seguir apresenta as principais especificações que devem ser informadas para contratação desse tipo de produto.

PARÂMETRO	VALOR / REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO
Área de Interesse	Medida da área (km ²) Entre 25 – 400.000 Km ²	Polígono que define a área a ser coletada. Acompanha um mapa ou um arquivo detalhando.
<i>Datum</i>	SIRGAS 2000	<i>Datum</i> a ser utilizado para geração dos produtos
Sistema de Projeção e Coordenadas	Projeção UTM / Projeção geográfica GCS	Projeção UTM com coordenadas em metros para áreas de estudo em um mesmo fuso. Projeção geográfica para regiões com mais de um fuso UTM.
Acurácia	Escala – Entre 1:25.000 e 1:100.000 Erro circular 5 e 20 metros	Escala de trabalho ou o erro de georreferenciamento admitido.
Resolução Espacial – GSD ou Tamanho do Pixel	Entre 3 m e 30 m	Depende do objeto que se pretende enxergar. O menor objeto visto varia entre 6 a 10 vezes a resolução espacial.
Resolução Espectral – Quantidade de Bandas	Entre 4 e 15 bandas	Bandas distribuídas entre o visível e o infravermelho.
Resolução Radiométrica	Entre 8 bits e 11 bits	Esse parâmetro depende do sensor, em geral trabalha-se com valores abaixo de 11 bits.
Resolução temporal	Entre 1 e 4 coletas mensais	Média de coleta usual por sensor. Com o uso de mais sensores é

		possível tomadas mais frequentes.
--	--	-----------------------------------

Tabela 5 - Imagens de média resolução

A seguir apresentamos os principais produtos e subprodutos que podem ser elaborados a partir dos produtos de imagens de média resolução.

PRODUTO / SUBPRODUTO	FORMATO	DESCRIÇÃO
Imagens Brutas	TIFF	Imagens com o nível mais básico de tratamento, sem georreferenciamento.
Ortofotos	TIFF	Imagens tratadas, georreferenciadas e ortorretificadas.
Índices	TIFF	Indicadores obtidos por razão de bandas. Índices de vegetação, qualidade da água e outros.
Uso e Cobertura do Solo	SHP	Classificação de uso e cobertura do solo em classes temáticas.

Tabela 6 - Produtos e subprodutos – média resolução

Principais sensores existentes no mercado na atualidade:

- Formosat
- Spot
- RapidEye
- KaseoSat

d) Imagens de Satélite de Baixa Resolução

As imagens de baixa resolução são aplicadas em trabalhos em que é necessário enxergar objetos com dimensão entre 100 a 10.000 metros. Estes produtos atingem escalas com detalhe menor que 1:100.000.

O Quadro a seguir apresenta as principais especificações que devem ser informadas para contratação desse tipo de produto.

PARÂMETRO	VALOR / REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO
Área de Interesse	Medida da área (km ²) Entre 10.000 – 100.000 Km ²	Polígono que define a área a ser coletada. Acompanha um mapa ou um arquivo detalhando.

<i>Datum</i>	SIRGAS2000	Projeção UTM com coordenadas em metros para áreas de estudo em um mesmo fuso. Projeção geográfica para regiões com mais de um fuso UTM.
Sistema de Projeção e Coordenadas	Projeção UTM / Projeção geográfica GCS	Projeção Geográfica em graus decimais.
Acurácia	Escala < 1:100.000 Erro circular entre 100 e 1.000 m	Escala de trabalho ou o erro de georreferenciamento admitido.
Resolução Espacial – GSD ou Tamanho do <i>Pixel</i>	Entre 30 m e 1.000 m	Depende do objeto que se pretende enxergar. O menor objeto visto varia entre 6 a 10 vezes a resolução espacial.
Resolução Espectral – Quantidade de Bandas	Entre 4 e 8 bandas	Bandas distribuídas entre o visível e o infravermelho e alguns índices.
Resolução Radiométrica	Entre 8 bits e 11 bits	Esse parâmetro depende do sensor, em geral trabalha-se com valores de 8 bits.
Resolução Temporal	Horária a quinzenal	Média de coleta usual por sensor. Com o uso de mais sensores é possível tomadas mais frequentes.

Tabela 7 - Imagens de baixa resolução

A seguir apresentamos os principais produtos e subprodutos que podem ser elaborados a partir dos produtos de imagens de média resolução.

PRODUTO / SUBPRODUTO	FORMATO	DESCRIÇÃO
Imagens Brutas	TIFF	Imagens com o nível mais básico de tratamento, sem georreferenciamento.
Ortofotos	TIFF	Imagens tratadas, georreferenciadas e ortorretificadas.

Índices	TIFF	Indicadores obtidos por razão de bandas. Índices de vegetação, qualidade da água e outros.
Uso e Cobertura do Solo	SHP	Classificação de uso e cobertura do solo em classes temáticas.

Tabela 8 - Produtos e subprodutos – baixa resolução

Principais sensores existentes no mercado na atualidade:

- Sentinel - Gratuito
- LandSat – Gratuito
- ResourceSat - Gratuito
- GOES - Gratuito
- Modis Terra - Gratuito
- Modis Aqua – Gratuito

e) Processamentos básicos

As imagens de satélite, quando adquiridas em formato bruto, necessitam de processamentos básicos para serem utilizados em ambiente GIS, de forma a associar cores às feições geográficas obtidas na imagem.

Os principais processamentos referem-se à reprojeção (mudança de sistema de coordenadas cartográficas), mosaicagem, recorte e fusão de bandas (aumento da resolução).

f) Classificação da imagem

A classificação automática de imagens multiespectrais de sensoriamento remoto diz respeito à associação de cada pixel da imagem a um “rótulo”, descrevendo um objeto real (solo, vegetação, etc.). Dessa forma, os valores numéricos associados à cada pixel, definidos pela reflectância dos materiais que compõe esse pixel, são identificados em termos de um tipo de cobertura da superfície terrestre imageada (água, tipo de vegetação, solo, etc.), chamadas então de temas. Especificamente essa atribuição é feita com base no pixel em si e na sua vizinhança, com base em algumas regras.

- Classificação Supervisionada

Para fins de mapeamento temático, normalmente aplica-se essa técnica.

Nesse tipo de classificação, é necessário que o usuário conheça alguma feição da área a ser classificada, antes de iniciar o processo. Essas áreas podem então ser usadas como padrão de comparação, com o qual todos os pixels desconhecidos da imagem serão comparados para decidir a qual classe eles pertencem.

Uma área da imagem que o usuário identifica como representando uma das classes é chamada de área de treinamento.

Todos os pixels dentro de uma área de treinamento para cada classe constituem um conjunto de treinamento.

O método de classificação mais comum na análise de imagens de sensoriamento remoto é o de máxima verossimilhança, conhecido também como MaxVer, em que a identificação do objeto é feita pelas características pontuais (por amostragem). Este classificador avalia tanto a variância como a covariância dos padrões de resposta espectral de uma categoria quando está classificando um pixel desconhecido (Barbosa, 1998).

- Classificação não supervisionada

A classificação não-supervisionada baseia-se no princípio de que o computador é capaz de identificar por si só as classes dentro de um conjunto de dados (Crosta, 1992), ou seja, os pixels de uma imagem são alocados em classes sem que o usuário tenha conhecimento prévio de sua existência. Este procedimento permite que o usuário conheça a distribuição de pixels por classes espectrais.

5.2.6 Conversão de Arquivos CAD

Sistemas de *Computer Aided Design* (CAD) são intensivamente usados para a entrada e conversão de dados gráficos para GIS, principalmente devido ao grande volume histórico de dados em formato DXF, DWG e DGN que as empresas possuem.

Vale ressaltar que a tendência de migração de CAD para GIS justifica-se pelo fato do CAD, mesmo sendo uma poderosa ferramenta de desenho, possui recursos limitados para realizar análises espaciais.

No entanto, as plataformas CAD permitem ao operador uma liberdade muito grande na manipulação das entidades e distribuição dos *layers* (camadas), favorecendo a ocorrência de problemas topológicos que impactarão quando os mesmos forem utilizados em ambiente GIS para análises espaciais.

No presente capítulo serão apresentados problemas comumente encontrados durante o processo de conversão de arquivos CAD para GIS, e serão indicados procedimentos a serem adotados durante a conversão, de forma a preservar e garantir o conteúdo real do dado e garantir que o mesmo estará apto para ser utilizado durante as análises espaciais.

- a) Sistema de coordenadas

Numa conversão de CAD para GIS deve-se verificar se o arquivo em questão, que contém as geometrias de interesse, encontra-se georreferenciado.

Para sistemas de coordenadas UTM, é de suma importância informar em qual Fuso UTM e qual Datum o arquivo está referenciado, já que uma coordenada UTM Leste (X) e Norte (Y) repete-se 120 vezes ao redor do mundo, 60 vezes para o hemisfério Norte e 60 vezes no hemisfério Sul para cada Datum.

Dentro de um CAD, a ordem de grandeza das coordenadas apresentam-se conforme a Figura 32.

Geometry	
Position X	567000.230
Position Y	7731370.000
Position Z	500.000

Figura 32 - Coordenadas UTM dentro de um sistema CAD

Embora seja mais raro a ocorrência de sistemas geográficos em ambientes CADs, devido às suas finalidades de uso, a Figura 33 ilustra a posição geográfica para o mesmo ponto dentro de um CAD. Para estes arquivos com coordenadas geográficas, basta informar a qual datum o mesmo está associado.

Geometry	
Position X	-44.357
Position Y	-20.515
Position Z	500.000

Figura 33 - Coordenadas geográficas dentro de um sistema CAD

b) Transformação para shapefile

Quando o objetivo do trabalho for transformar os dados gerados de um CAD para um ambiente GIS, deve-se atentar aos seguintes fatos:

O ArcGIS quebra o arquivo CAD em cinco elementos:

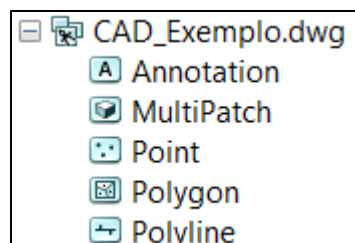


Figura 34 - Arquivo CAD representado dentro do ArcGIS

Annotation: Trará todas as informações de textos existentes da aba model do AutoCAD.

MultiPatch: Trará as representações complexas em três dimensões da aba model do AutoCAD.

Point: Trará todos os pontos da aba model do AutoCAD.

Polyline: Trará todas as entidades do tipo linha da aba model do AutoCAD.

Polygon: Trará todas as entidades do tipo polígonos da aba model do AutoCAD.

Desestruturando assim as apresentações originais dos arquivos CAD.

Com base nestes fatos deve-se tomar os seguintes cuidados:

- Refinamento cartográfico excessivo: O excesso de apresentações de entidades cartográficas, como hachuras ou simbologias associadas as linhas e áreas, não são reconhecidas pelo ambiente GIS. Desta forma recomenda-se representar áreas por linhas fechadas e não por hachuras.
- Quebra de objetos em diversas partes: Quando impressos, um determinado elemento vetorial pode aparentar ser contínuo, porém em meio digital é possível verificar que o mesmo elemento é constituído por diversas partes, gerando assim vários objetos quando o esperado é apenas um. Em um ambiente CAD, comumente aplica-se o comando “*Explode*” ou explodir. Esta função quebra a linha ou demais entidades em cada vértice, criando assim novas entidades. Isto torna os arquivos shapefile demasiadamente pesados, por exemplo, uma cerca ou limite ser representada por diversos fragmentos.
- Excesso de vértices: A criação de feições com excessivo nível de detalhamento, pode resultar em arquivos complexos para a conversão devido ao acentuado número de vértices. Os sistemas CAD possuem recursos para solução deste problema, que devem utilizados na confecção de arquivos vetoriais.
- Textos gráficos divididos em várias partes: Na conversão CAD – GIS é natural que os textos gráficos (annotation) do CAD, se tornem apenas decorativos ou sejam descartados por não fazerem associação aos objetos. Para dificultar ainda mais a sua utilização, muitas das vezes os textos são fragmentados, por questões estéticas e melhor distribuição no mapa. O ideal é que objetos de mesma categoria sejam organizados nas mesmas camadas dentro do ambiente CAD, ou que esses textos sejam adicionados posteriormente em ambiente GIS, como atributos associados ao objeto geográfico.
- Erros topológicos: Comumente em trabalhos utilizando CAD, que o usuário ao iniciar a vetorização de uma feição, pause o trabalho e ao retoma-lo não se preocupe com as questões topológicas da edição, como por exemplo a continuidade da vetorização a partir do último vértice vetorizado. Com isso são gerados problemas topológicos de diversas ordens, sendo o mais comum os erros no fechamento de um polígono, conforme Figura 35.

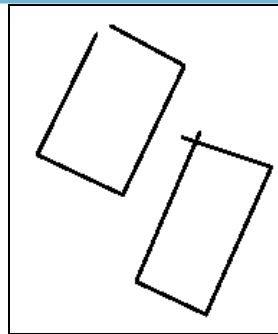


Figura 35 – Erros comuns no fechamento de um polígono (Prof^a. Iana Rufino)

Como exemplo prático temos a conversão das entidades do tipo linha dentro do CAD para Shapefile. As linhas fechadas, ou seja, o vértice inicial coincide com o vértice final são transformados para polígonos e linhas, enquanto as demais linhas do CAD são transformadas apenas para o tipo linha conforme ilustrado na Figura 36.

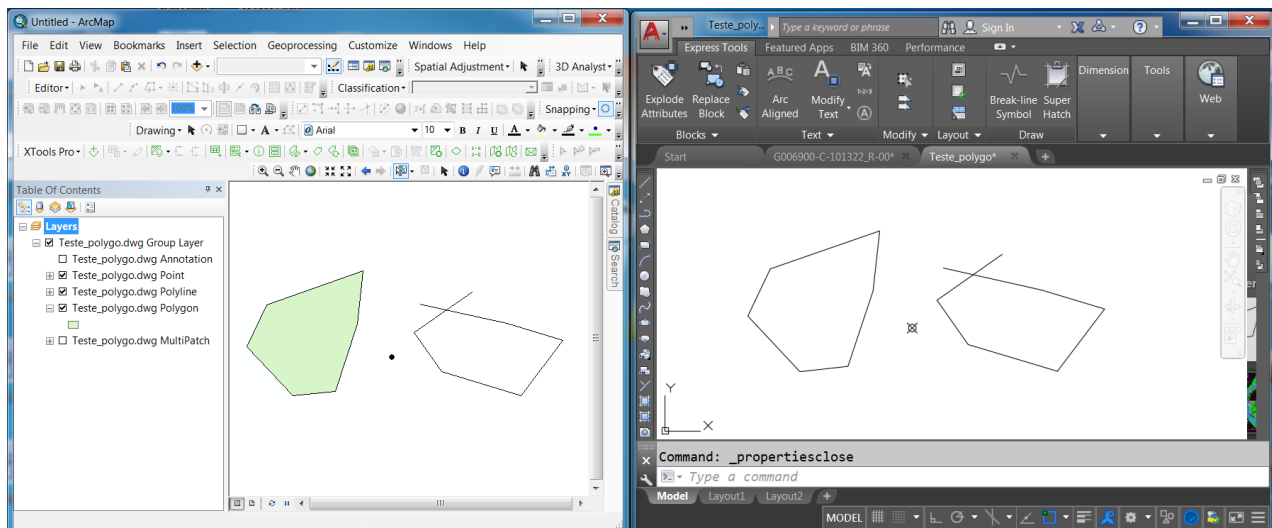


Figura 36 - Comparação das feições dentro do ArcGIS(esquerda) e AutoCAD(Direita)

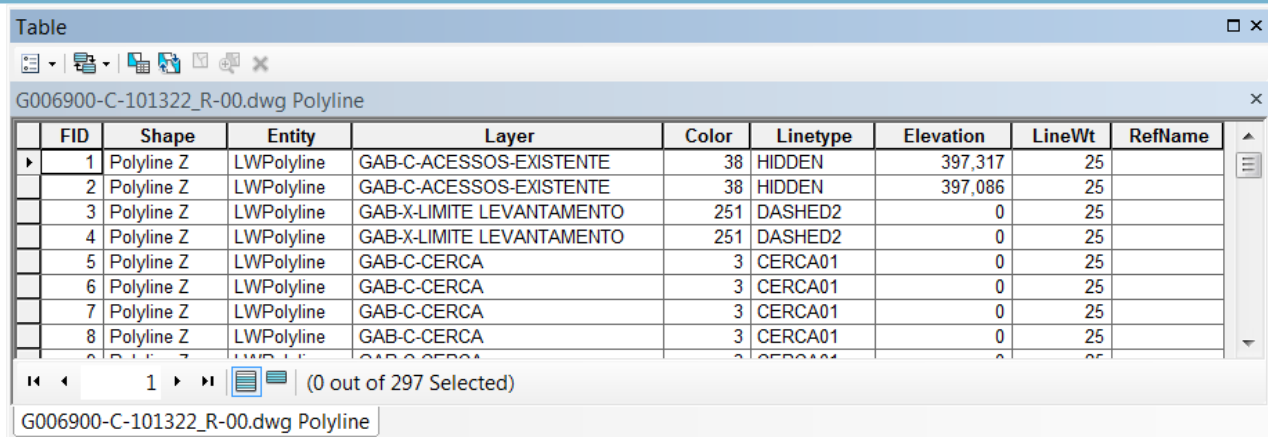
Um exemplo muito comum na Fundação Renova é o uso da feature polygon para a representação dos limites de propriedades.

c) Verificação de camadas

A separação de entidades gráficas em camadas (*layers*), feita pelos sistemas CAD, não corresponde, necessariamente, a uma estrutura de banco de dados, como no GIS.

No ambiente GIS,

Na conversão de CAD para o GIS, faz-se uma análise entre nível CAD e modelo de dados no GIS. Geralmente, alguns campos gerados pelos arquivos CAD não serão necessários durante o processo de conversão, conforme ilustrado na Figura 37.



FID	Shape	Entity	Layer	Color	Linetype	Elevation	LineWt	RefName
1	Polyline Z	LWPolyline	GAB-C-ACESSOS-EXISTENTE	38	HIDDEN	397,317	25	
2	Polyline Z	LWPolyline	GAB-C-ACESSOS-EXISTENTE	38	HIDDEN	397,086	25	
3	Polyline Z	LWPolyline	GAB-X-LIMITE LEVANTAMENTO	251	DASHED2	0	25	
4	Polyline Z	LWPolyline	GAB-X-LIMITE LEVANTAMENTO	251	DASHED2	0	25	
5	Polyline Z	LWPolyline	GAB-C-CERCA	3	CERCA01	0	25	
6	Polyline Z	LWPolyline	GAB-C-CERCA	3	CERCA01	0	25	
7	Polyline Z	LWPolyline	GAB-C-CERCA	3	CERCA01	0	25	
8	Polyline Z	LWPolyline	GAB-C-CERCA	3	CERCA01	0	25	

Figura 37 - Exemplo de Utilização de Campos de Tabela do CAD para o GIS (Material TetraTech)

Na Figura 37, o campo layer (Camada) é o mais importante das informações que vieram do arquivo CAD original, pois, em arquivos CAD as feições de mesma categoria costumam ser agrupadas por camadas e estão descritas neste campo.

O campo Linetype trouxe informações do tipo de apresentação do dado (pouco relevante) e os demais estão incompletos ou são desnecessários.

5.2.7 Espacialização de dados tabulares

A importação de dados tabulares é amplamente utilizada por usuários GIS, uma vez que as equipes de campo utilizam planilhas como forma de coleta de dados.

Para importar dados contidos em uma tabela do Excel, é necessário que a mesma possua em seu conteúdo os campos relacionados às coordenadas geográficas e/ou sistema de projeção e a zona UTM conforme figura a seguir:

Ponto	UTM X	UTM Y	LITO
1	572371,49	7807996,03	Xisto
2	572532,24	7808306,93	Granito
3	572899,09	7808235,60	Basalto
4	573133,46	7808582,07	Granito
5	572379,39	7808694,16	Granito
6	572685,09	7808897,96	Xisto
7	573031,56	7809101,76	Basalto
8	572664,71	7809580,70	Xisto
9	572685,09	7809916,97	Basalto
10	573062,13	7809682,60	Basalto
11	573204,79	7809438,04	Granito
12	574733,31	7809804,88	Xisto
13	574896,35	7809244,42	Granito
14	574937,11	7809916,97	Xisto

Figura 38 - Exemplo de Planilha de Campo (Material TetraTech)

5.3. Google Earth

Ao longo da última década, o serviço de imagens do Google e suas aplicações derivadas (Maps e Earth), acabaram se tornando um padrão de mercado no que diz respeito a visualização dados geográficos.

Por ser uma ferramenta de visualização dados geográficos gratuita e de fácil uso, o Google Earth alcança diferentes públicos que executam trabalhos técnicos utilizando esta ferramenta, como o cidadão simples, prefeituras, órgãos públicos, pesquisadores, etc. Muitos destes usuários não são familiarizados com os problemas geométricos oriundos das deformações existentes num produto cartográfico,. Os usuários desconhecem os seus limites de precisão, pois eles não os percebem que por detrás da “nitidez da imagem” e a ausência de dados precisos implica no fornecimento de informações não confiáveis, que conseqüentemente irão gerar erros comprometedores à qualidade dos estudos.

A projeção padrão dessa aplicação é a Web Mercator, Google Web Mercator, Spherical Mercator, WGS84 Web Mercator ou também chamada de WGS84/Pseudo-Mercator. Essa projeção é uma variação da projeção de Mercator e também é utilizada pelo Bing Maps, OpenStreetMap, Mapbox e ArcGIS. O formato dos arquivos é o .KML/.KMZ

Ao contrário da projeção de Mercator padrão, a projeção Web Mercator usa fórmulas esféricas para os cálculos de perímetros e áreas para todas as escalas. Essas fórmulas, para áreas em escalas locais, acarretam em diferenças de cálculos quando comparado com os valores obtidos das fórmulas elipsoidais da Mercator padrão.

As imagens disponíveis no Google Earth são atualizadas com freqüência mas não são disponibilizadas em tempo real. A resolução espacial das imagens para a maioria dos locais é de 15 metros, mas já existem locais com resolução de um metro ou melhor.

O Google Earth apresenta problemas na construção dos mosaicos de imagens que devemos ficar atentos. Estes problemas surgem durante o processo de superposição de uma mesma cena, fazendo que os pontos correspondentes nas imagens não estejam coincidentes, causados por diversos motivos, entre eles: manipulação dos dados correlacionados por problemas de diferentes tomadas de posição, imagens de diferentes épocas, imagens obtidas por sensores diferentes e principalmente pela qualidade do MDT, pois os dados para a retificação das imagens provêm da missão Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) da NASA e sua resolução espacial para todo o planeta, exceto USA, é de aproximadamente 90 metros formada e precisão altimétrica de 16 metros.

O Google Earth permite a geração de produtos cartográficos na escala 1:25.000 e maior, demonstrando ser uma ferramenta muito eficaz como base de apoio para planejamento e

tomada de decisões, mas tem seu uso limitado para projetos de engenharia e atualizações cadastrais.

Também é muito importante que o usuário saiba das restrições de uso dos produtos “Google Earth”, sua política de privacidade, direitos de propriedade e condições de uso, os quais estão contidos no contrato no momento de se fazer o “download”, conforme o item 1 que descreve: “O Software é disponibilizado somente para uso pessoal, sem finalidade comercial. Não é permitido utilizar o Software, as informações geográficas disponibilizadas para visualização pelo Software ou qualquer cópia impressa ou captura de tela gerada pelo Software em qualquer ambiente comercial ou para qualquer finalidade comercial, em benefício próprio ou de terceiros.”

A Fundação Renova não recomenda a utilização do Google Earth para a geração de dados geográficos.

*<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.14.15.58/doc/1723-1730.pdf>
Ribas, W. K. Os Limites Posicionais do Google Earth. Disponível em: Acesso em 12 dez. 2007*

5.4. Fontes oficiais

Os dados geográficos de fontes oficiais no Brasil, estão disponíveis através da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE que foi instituída pelo Decreto Nº 6.666 de 27/11/2008 com a seguinte definição:

"conjunto integrado de tecnologias; políticas; mecanismos e procedimentos de coordenação e monitoramento; padrões e acordos, necessário para facilitar e ordenar a geração, o armazenamento, o acesso, o compartilhamento, a disseminação e o uso dos dados geoespaciais de origem federal, estadual, distrital e municipal."

A INDE nasce com o propósito de catalogar, integrar e harmonizar dados geoespaciais existentes nas instituições do governo brasileiro, produtoras e mantenedoras desse tipo de dado, de maneira que possam ser facilmente localizados, explorados e acessados para os mais diversos usos, por qualquer cliente que tenha acesso à Internet. Os dados geoespaciais serão catalogados através dos seus respectivos metadados, publicados pelos produtores/mantenedores desses dados.

Fazem parte da INDE como nó potencial, as seguintes instituições:

- [Agência Nacional de Transportes Aquaviários – ANTAQ](#)
- [Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT](#)
- [Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia -CENSIPAM](#)
- [Serviço Geológico do Brasil -CPRM](#)

- [Diretoria de Hidrografia e Navegação – DHN](#)
- [Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT](#)
- [Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro – DSG](#)
- [Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA](#)
- [Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE](#)
- [Instituto de Cartografia Aeronáutica – ICA](#)
- [Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA](#)
- [Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE](#)
- [Ministério das Cidades](#)
- [Ministério da Fazenda](#)
- [Ministério do Meio Ambiente – MMA](#)
- [Ministério dos Transportes](#)
- [Secretaria do Patrimônio da União – SPU](#)

Para utilização de qualquer informação de fonte externa, é extremamente importante verificar, de forma prévia, a possibilidade de uso junto a Fundação Renova.

6 Validação e Controle de Qualidade

6.1 Acurácia posicional

Na cartografia e ciências afins, a qualidade dos dados contida nos produtos cartográficos depende de vários parâmetros e a acurácia posicional vem em primeira instância e é, sem dúvida, a principal preocupação dos que trabalham com mapeamento, pois dela depende a classificação final do produto.

O termo acurácia posicional, quando lidamos com mapas, significa a possibilidade de que uma determinada posição de um ponto na carta esteja em sua posição real.

Esta possibilidade pode ser medida através de estudos estatísticos e demonstrada através de uma tabela de níveis de acurácia.

O Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC) estabelece a comparação da posição de determinada feição em relação ao terreno (mundo real) e a mesma posição representada na carta.

PEC	Erro-Padrão
Classe A	0,3 mm x Escala
Classe B	0,5 mm x Escala
Classe C	0,6 mm x Escala

Tabela 9 - Valores de Erro-Padrão por classes de PEC de acordo com o Decreto Lei 89.817, 1984

6.2 Acurácia relacionada ao georreferenciamento

Como medida de controle do georreferenciamento, propõe-se a utilização de um padrão de acurácia baseado na escala do mapa.

Para isso sugere-se que mapas com escalas de 1:20.000 ou menores não tenham mais que 10% dos pontos testados com erros superiores a 1/50" da escala, e, não mais que 1/60" para mapas maiores que 1:20.000.

A análise estatística para avaliação da qualidade do georreferenciamento passa pela medida do erro médio quadrático (RMS – *root mean square*) das variáveis X e Y, e, do erro médio quadrático total conforme Figura 39 modificado de (Barros,1999).

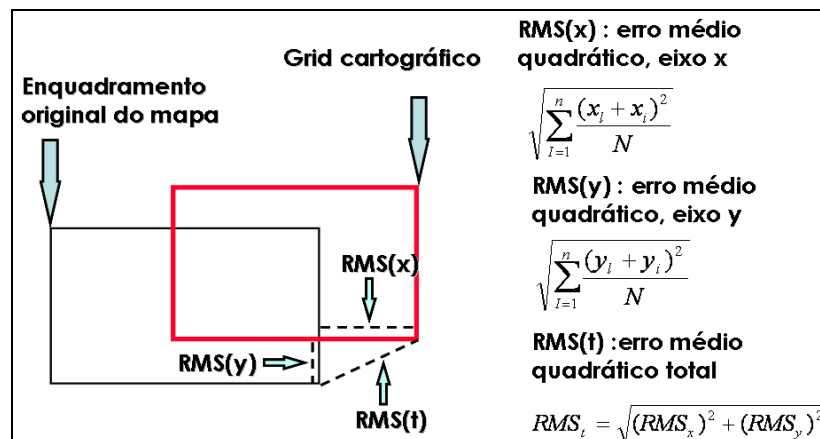


Figura 39 - Análise Estatística para Avaliação de Qualidade de Georreferenciamento (Modificado de Barros, 1999)

O RMS permitido requer que 90% dos pontos acidentais não sejam maiores que 1,64% do RMS calculado, isto é, 1,64 desvios padrões, assumindo uma distribuição normal dos erros.

Ex.: Mapa na escala de 1:50.000

Erro aceitável = 1/60" * 15.000 * 0,0254 m/pol = 6,35 metros

Erro permitido = 6,35 / 1,64 = 3,9 metros

Link	X Source	Y Source	X Map	Y Map	Residual
1	230111,164015	8673992,919115	230000,390015	8673999,387669	3,73456
2	234129,906430	8677992,227406	233998,442416	8677998,695961	7,52829
3	238178,394664	8673999,010673	238000,149526	8673998,415959	0,94421
4	230101,592756	8681979,854052	229999,552719	8681999,689174	8,06286
5	238163,493081	8681983,701921	237998,892282	8682000,358690	3,15327
6	242214,514017	8678002,329932	241999,992104	8677998,992573	8,76202
7	246250,423853	8674012,565148	246001,256684	8674000,117733	4,87870
8	246240,302618	8681996,757329	246001,855348	8682000,062446	6,70789
9	250271,550533	8678017,367134	249999,144639	8677998,212725	3,40646
10	254302,975251	8674027,897968	253999,536697	8674000,196239	5,51775
11	254296,334623	8682010,058091	253999,978297	8681999,003137	7,76825
12	258330,965420	8678035,387400	258000,285473	8677998,695961	3,81661
13	262367,080708	8674050,933514	262001,151268	8673999,863543	4,47404
14	262356,152839	8682033,432330	261999,873140	8681998,887987	2,29289
15	266389,499988	8678055,254613	265999,336627	8677998,468650	7,74038

Auto Adjust Transformation: 3rd Order Polynomial Total RMS Error: 8,99487
 Load... Save... Restore From Dataset... OK

Figura 40 - Resultado do processo de Georreferenciamento (Material TetraTech)

6.3 Acurácia de atributos

Retrata a fidelidade dos dados descritivos, com uma avaliação geral da identificação de entidades e atribuição de valores no conjunto de dados. A avaliação é feita basicamente através de funções estatísticas que medem a concordância/discordância dos atributos existentes em relação a aqueles tidos como verdadeiros.

Quando da conversão de atributos de fontes oriundas de arquivos CAD ou por espacialização de dados tabulares com pares de coordenadas X e Y, deve-se ficar atento as seguintes situações:

- avaliar se os atributos estão logicamente associados às entidades corretas;
- avaliar se os valores dos atributos estão dentro do domínio de informações corretas;
- avaliar se o valor associado a entidade geográfica é o correto.

6.4 Consistência das relações geométricas

As relações de consistência geométrica de entidades cartográficas estão baseadas em análises topológicas dos elementos gráficos do tipo: ponto, linha e polígono. O termo topologia denota a estrutura de dados e seus relacionamentos espaciais, do tipo vizinhança, proximidade e pertinência, que podem se estabelecer entre objetos geográficos.

Devem ser avaliadas as consistências topológicas baseadas nos seguintes critérios:

Conectividade e segmentação: todos os elementos do tipo linha que se interceptam no mesmo nível e na mesma categoria devem ser interrompidos e conectados através de nós. Para cada

interseção de linhas deve ser inserido um nó para finalizar as linhas e conectá-las, com exceção do tema de curvas de nível.

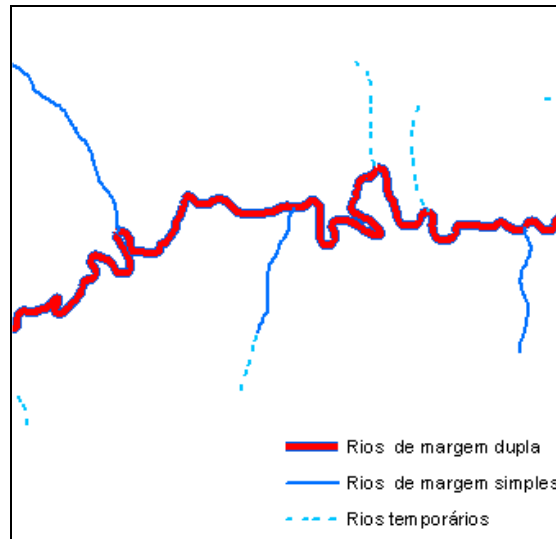


Figura 41 - Conectividade e Segmentação de Feições (Material TetraTech)

Integridade dos elementos: todos os elementos do tipo linha devem estar completos no arquivo vetorial, sem falhas, interrupções ou descontinuidades, mesmo que, no arquivo raster, estas linhas apareçam interrompidas, como é o caso, por exemplo, de algumas curvas de nível.



Figura 42 - Integridade dos Elementos (Material TetraTech)

Deslocamento de elementos: os dados vetorizados, sejam eles linha ou polígono, no ato da vetorização e da conferência, não devem ultrapassar a espessura do raster. Para fazer a conferência da existência do deslocamento é necessário sobrepor os arquivos vetoriais com o arquivo raster.

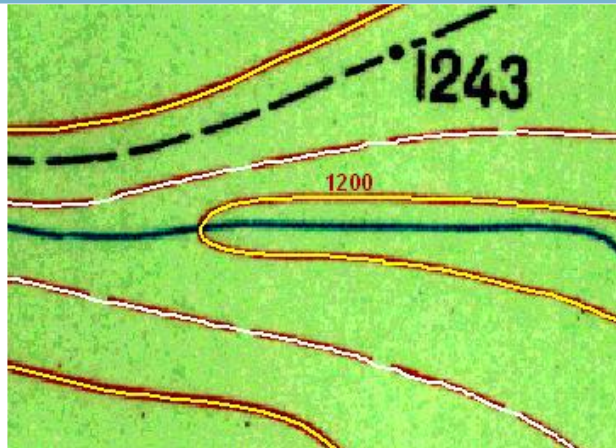


Figura 43 - Deslocamento dos Elementos (Material TetraTech)

Elementos representados por duas linhas paralelas: todas as feições representadas por duas linhas paralelas, como é o caso de algumas estradas, devem ser vetorizadas numa única linha no centro do raster.

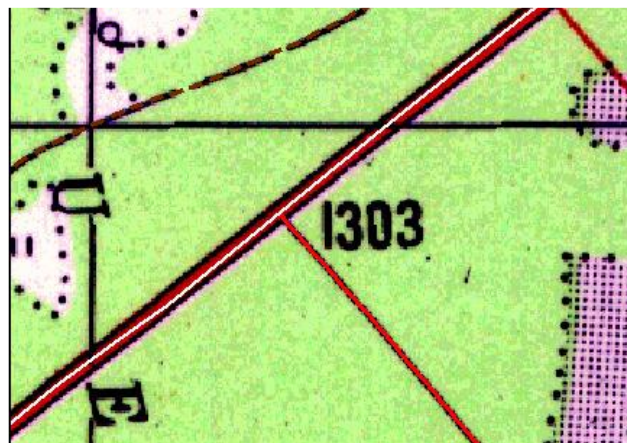


Figura 44 - Elementos Representados por Duas Linhas Paralelas (Material TetraTech)

Sobreposição de área: qualquer porção do espaço contido dentro do objeto primitivo deve conter um e somente um objeto derivado, não podendo haver sobreposição de áreas, nem espaços vazios, ou seja, as feições que possuem áreas sobrepostas devem estar “vazadas” sem duplicação de área.

Entretanto, exceções são levadas em consideração e devem ser analisadas, como por exemplo, área de Contatos Geológicos e Estruturas que podem possuir sobreposição.

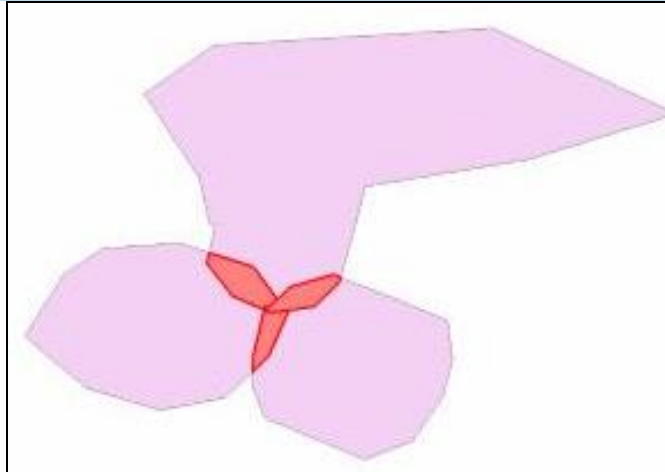


Figura 45 - Sobreposição de áreas (Material TetraTech)

6.5 Completeza dos dados

A completeza (*completeness*) ou exatidão de conteúdo refere-se basicamente a atestar o atendimento ao modelo de dados, através da verificação da ocorrência ou não de objetos na base de dados (critérios de seleção, definições usadas, etc.).

Num processo de conversão de dados devem ser consideradas algumas atividades:

- Definir modelo de dados que representará, dentre todo o levantamento de dados obtido pelo projeto, quais entidades espaciais deverão ser convertidas e conseqüentemente compor a base de dados final do projeto;
- Avaliar a inexistência de algum item, que deveria ter sido convertido, na base de dados final.

6.6 Consistência lógica dos dados

Na avaliação da consistência lógica do produto cartográfico digital, consideraram-se a organização dos arquivos, o nível de redundância e inconsistência de representação e a estrutura dos dados, em termos de seu aproveitamento para geração de modelos derivados e a realização de análises espaciais.

Deve-se avaliar a fidelidade dos códigos utilizados na representação dos dados espaciais, tais como:

- validade dos valores de atributos;
- validade das formas geométricas;
- validade das relações topológicas.

7 Metadados e Dicionário de Dados

De acordo com a da INDE os metadados geoespaciais tem como objetivo descrever as características, possibilidades e limitações dos dados geoespaciais através de informação estruturada e documentada, possibilitando a criação de repositórios de dados dessa natureza, os quais podem ser encontrados pelo usuário através de um mecanismo de busca geográfica ligado a diversos serviços, páginas e portais especificamente direcionados a este fim.

TABELA DE METADADOS - FUNDAÇÃO RENOVA						
SEÇÃO	ENTIDADES	ELEMENTOS	Referência na ISSO 19115	Descrição	Preenchimento	Obrigatoriedade
IDENTIFICAÇÃO	Nome	Nome	NA	Nome do arquivo de referência	Texto Livre	Obrigatório
	Citação	Título	<i>MD_Metadata.identificationInfo>MD_Identifier.citation>CI.Citation.title</i>	O título deve permitir identificar o recurso com o maior rigor possível, de folha, escala, etc. indicando, se possível, a série a que pertence, o tema, área geográfica, índice de nomenclatura	Nomenclatura	Obrigatório
		Data	<i>MD_Metadata.identificationInfo>MD_DataIdentification.citation>CI.Citation.date</i>	Data de criação e atualização do dado. Um dado pode ter várias datas associadas, pois podem ser efetuadas várias atualizações e publicações do dado	Data	Obrigatório
		Tipo da Data	<i>MD_Metadata.identificationInfo>MD_DataIdentification.citation>CI.Citation.date>CI.Date.dateType</i>	Complemento o elemento data informando se esta se refere a criação, comunicação, recebimento, revisão, atualização, etc.	Texto pré-definido	Obrigatório
	Resumo	Resumo	<i>MD_Metadata.identificationInfo>MD_Identifier.abstract</i>	Descrição resumida sobre o conteúdo do dado. O resumo deve sintetizar os aspectos fundamentais do dado em termos do conteúdo, extensão geográfica, data, escala, nome da série, produtor ou entidade responsável, fontes utilizadas, etc.	Texto Livre	Obrigatório
	Créditos	Fonte	<i>MD_Metadata.identificationInfo>MD_Identifier.pointOfContact</i> e <i>Nome da organização</i> (<i>MD_Metadata.identificationInfo>MD_Identifier.pointOfContact>CI.ResponsibleParty.organizationName</i>)	Órgão ou empresa responsável pela elaboração ou distribuição do dado	Texto Livre	Obrigatório
	Contatos	Órgão Autor	<i>MD_Metadata.identificationInfo>MD_Identifier.pointOfContact>CI.ResponsibleParty.organizationName</i>	Organização responsável pelo recurso	Texto Livre	Obrigatório
		Contato no Órgão Autor	<i>MD_Metadata.identificationInfo>MD_Identifier.pointOfContact</i>	Identificação e forma de contato com a(s) pessoa(s) ou organização(ões) responsáveis pelo criação do recurso.	Texto Livre	Obrigatório
	Palavra-Chave	Palavras-Chave	<i>MD_Metadata.identificationInfo>MD_Identifier.keywords</i>	O preenchimento das palavras-chaves é fundamental para o sucesso na procura e localização dos dados espaciais. Deve ser o mais detalhada possível.	Texto Livre	Obrigatório
	Restrições	Restrições de uso	<i>MD_Metadata.metadataConstraints>MD_Constraints.useConstraints</i>	Restrições de acesso aplicadas para assegurar a proteção da privacidade ou propriedade intelectual e quaisquer restrições ou limitações no uso de recurso ou metadados		Opcional
	Recurso	Tipo de representação espacial	<i>MD_Metadata.identificationInfo>MD_DataIdentification.spatialRepresentationType</i>	Forma de representação da informação geográfica. Este elemento suporta múltiplas ocorrências. Por exemplo, no caso de um tema SIG, existe informação vetorial (o shape) e informação tabular (atributos associados aos vetores). Também certos casos de cartografia, como a ortofotocartografia combinam imagem e informação vetorial como a ellimétrica.	Texto Livre	Obrigatório
		Resolução Espacial - Escala	<i>MD_Metadata.identificationInfo>MD_DataIdentification.spatialResolution>MD_Resolution</i>	Representado pelo denominador da escala compatível com a dimensão do menor detalhe representável no dado	Número	Opcional
Extent		Retângulo Envolvente	<i>MD_Metadata.identificationInfo>MD_DataIdentification.extent>EX_Extent.geographicExtent>BoundingBox>Polygon.polygon</i>	O elemento retângulo envolvente é composto por quatro pares de coordenadas geográficas referente aos limites superior e inferior de latitude e longitude	Coordenadas	Obrigatório
QUALIDADE	Linhagem	<i>MD_Metadata.dataQualityInfo>DQ_DataQuality.lineage</i>	Informação sobre os processos ou dados de base utilizados na construção dos dados especificados no âmbito, ou declaração relativa à ausência de conhecimento sobre o histórico do recurso	Texto livre	Obrigatório	
	Referência Sistem	Código	<i>MD_Identifier.code</i>	Valor alfanumérico que define o sistema de coordenadas	Pré definido	Obrigatório
REFERÊNCIA	Projeção	Identificador Espacial	<i>MD_Identifier.identifier</i>	Atributos do identificador empregado para descrever sistemas de referência.	Pré definido	Obrigatório
		Sistema de Coordenadas	<i>MD_Metadata.referenceSystemInfo>MD_ReferenceSystem>MD_CRS.projection</i>	Nome do Sistema de Projeção	Pré definido	Obrigatório
METADADOS	Metametadados	Data do Metadado	<i>MD_Metadata.dateTimeStamp</i>	Data de criação dos metadados ou da última atualização, gerada pelo sistema automaticamente no momento de confirmação de criação/atualização dos metadados. O formato da data é quatro dígitos para o ano, dois dígitos para o mês e dois dígitos para o dia (AAAA-MM-DD)	Data	Obrigatório
		Responsável pelo Metadado	<i>MD_Metadata.contact</i>	Identificação e forma de contato com a(s) pessoa(s) ou organização(ões) responsáveis pela criação e pela manutenção dos metadados. É obrigatória a indicação do responsável ou autor dos metadados, sendo neste caso atribuída a função "autor". O responsável ou autor dos metadados não é documentado no contexto da identificação do recurso como os anteriores, mas sim no contexto dos metametadados.	Texto Livre	Obrigatório
Observações Gerais	Observações Gerais		Qualquer observações sobre o arquivo que não tenham um campo específico na planilha.	Texto Livre	Opcional	

Figura 46 - Padrão de metadados Fundação Renova

Seguindo esta lógica a Fundação Renova elaborou o padrão de metadados, baseados na ISSO 19115:2003, que deve acompanhar cada informação geoespacial desenvolvida.

SEÇÃO	ENTIDADES	ELEMENTOS	Preenchimento
IDENTIFICAÇÃO	Nome	Nome	PG17_Uso_solo_consolidado_revisao_V04_10082018
	Citação	Título	PG17_Uso_solo_consolidado_revisao_V04
		Data	2018-08-10
		Tipo da Data	atualização
	Resumo	Resumo	Representa a classificação do uso e ocupação do solo, dentro de um buffer de 50 metros de propriedades definidas como prioritárias pela Fundação Renova.
	Créditos	Fonte	Fundação Renova
	Contatos	Orgão Autor	TetraTech Brasil
		Contato no Orgão Autor	bruno.rezende@tetrattech.com
	Palavra-Chave	Palavras-Chave	ocupação, classificação, solo
	Restrições	Restrições de uso	Sem restrição
Recurso	Tipo de representação espacial	Informação vetorial e tabular em formato shapefile	
	Resolução Espacial - Escala	1 : 4000	
Extent	Retângulo Envolvente	Top: 7765463,518700 m / Bottom: 7752120,614400 m / Left:663395,039900 m / Right:724225,227700 m	
QUALIDADE	Linhagem	Linhagem	Dados provenientes da Fundação Renova e processados em escritório Tetra Tech sobre imagens Geoeeye, planetscope e Worldview2.
REFERÊNCIA	Reference Sistem	Código	31983
		Identificador Espacial	EPSG
	Projeção	Sistema de Coordenadas	GCS_SIRGAS_2000
		Datum	D_SIRGAS_2000
METADADOS	Metametadados	Data do Metadado	2018-08-10
		Responsável pelo Metadado	Tetra Tech Brasil
Observações Gerais	Observações Gerais	Observações Gerais	Arquivo vetorizado sobre as imagens de T5. Nesse arquivo toda a área do PASEA entregue até a data deste documento (10/08/2018) foi validada.

Figura 47 – Exemplo de metadados Fundação Renova

Dicionário de dados é um documento com a explicação dos atributos dos dados. Seu propósito é melhorar o entendimento sobre os dados. Ele deve ser elaborado para todos os arquivos contendo:

- Atributo: nome do campo conforme está na tabela (respeitando a limitação de tamanho)
- Alias: nome completo do campo não se limitando ao tamanho
- Tipo: tipo do campo (numérico, data, texto, etc)
- Tamanho: tamanho do campo
- Descrição: descrição do conteúdo do campo
- Domínio: requisitos de preenchimento (Sim/ Não, Feminino/Masculino)
- Exemplo: exemplo de preenchimento do campo

TABELA DE DICIONÁRIO DE DADOS - FUNDAÇÃO RENOVA						
Geometria:	Polígonos					
Nome do arquivo:	PG17_Usosolo consolidado revisao_V04_10082018					
Descrição:	Dados de uso e ocupação do solo para uso no PASEA.					
Atributo	Alias	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Exemplo
descricao	Classe	Texto	254	Classe do uso de manejo do solo: Afloramento rochoso Área brejosa Banco de areia Construção Corpo d'água Cultivo agrícola Deposição de rejeito Espécie exótica invasora Estrada Fragmento florestal Pasto Pasto sujo Silvicultura Solo exposto	Livre	Afloramento rochoso
area_ha	Área da Classe (ha)	Númerico	-	Área em hectares calculada sobre a projeção equivalente cônica de Albers com até 5 casas decimais.	Livre	4.991
escala	Escala	Texto	10	Escala de vetorização do arquivo	Livre	1: 4000
imagem	Imagem Utilizada	Texto	254	Nome da imagem fornecida pela Fundação Renova para a	Livre	geoeye1_worldview2_170431_renova_t5_sirgas_p07
municipio	Município	Texto	100	Município em que a feição está	Livre	Mariana
uf	UF	Texto	2	Unidade Federativa.	Livre	Minas Gerais.
fonte	Fonte do Dado	Texto	254	Fonte dos dados.	Livre	Fundação Renova
data_img	Data da Imagem	Data	-	Data de criação da imagem	Livre	08/06/2017
data_entrg	Data da Entrega	Data	-	Data da entrega da classificação.	Livre	10/08/2018
resp	Responsável Técnico	Texto	254	Responsável técnico pela criação do arquivo.	Livre	Bruno Rezende

Figura 48 - Dicionário de dados Fundação Renova

8 Glossário

- ArcGIS – Conjunto integrado de softwares de SIG (Sistema de Informações Geográficas) que possibilita ao usuário, organizar e preparar funcionalidades de SIG em ambiente desktop, servidores ou aplicações customizadas. São usados para compilar, criar, analisar, gerar mapas e publicar informações geográficas e conhecimento.
- Altitude Geométrica – Altitude referenciada ao elipsoide de revolução de um determinado Datum. Esta é a altitude obtida de levantamentos por GPS e GNSS e deve ser corrigida pelo valor da ondulação Geoidal para se tornar uma altitude ortométrica.
- Altitude Ortométrica – Altitude referenciada ao Geoide. Este tipo de altitude é a correta entrega de projetos.
- Atributo – Informação contida na tabela de uma base de dados alfanuméricos diretamente associada ao arquivo de dados geográficos. Em geral, um atributo associa-se a um elemento da base de dados geográficos. Por exemplo, dados de características técnicas de uma propriedade rural (código do CAR, área, proprietário, etc.) associadas ao vetor que representa a propriedade em um sistema de informações geográficas.
- CAD – Do inglês Computer Aided Design (projeto assistido por computador). É utilizado principalmente para a elaboração de peças de desenho técnico em duas dimensões (2D) e para criação de modelos tridimensionais (3D). Além dos desenhos técnicos, o software possui recursos para visualização em diversos formatos. É amplamente utilizado em arquitetura, engenharia e na edição e tratamento de bases de dados geográficos.
- Dado Geográfico – Representação gráfica de elementos do mundo real e os atributos a eles associados para descrever suas características espaciais.

- Datum – Trata-se da definição geométrica (matemática) dos valores que determinam um sistema de referência utilizado para o controle geodésico e para o cálculo de coordenadas de pontos na superfície da Terra. É muitas vezes confundido com sistema geodésico, que é um conceito mais abrangente e importante (ver sistema geodésico).
- Datum Altimétrico – se refere à superfície de referência usada para definir as altitudes de pontos da superfície terrestre. Na prática a determinação do Datum vertical envolve um marégrafo ou uma rede de marégrafos para a medição do nível médio dos mares. No Brasil o ponto de referência para o Datum altimétrico é o marégrafo de Imbituba, em Santa Catarina.
- Drone – O termo “drone” originado nos EUA é apenas um nome genérico sem amparo técnico ou definição na legislação, um apelido informal que quer dizer zangão, zumbido e que caracteriza todo e qualquer objeto voador não tripulado, seja ele de qualquer propósito (profissional, recreativo, militar, comercial, etc.).
- Dicionário de Dados - Conjunto de informações que descrevem todos os campos da tabela de atributos de um determinado dado geográfico. O dicionário de dados da Fundação Renova deve compor o arquivo de metadados, sendo a segunda aba da respectiva planilha.
- DXF – *Drawing Interchange Format* é um formato de arquivo de dados CAD desenvolvido pela Autodesk para permitir a interoperabilidade de dados entre o AutoCAD e outros programas.
- DWG – É a extensão de arquivo proprietário do software AutoCAD da empresa americana Autodesk.
- Equalização – Processo que modifica o contraste da imagem, na busca da expansão dos níveis de cinza ao longo da imagem, aprimorando a representação visual que ela proporciona. Trata-se de uma transformação que, a partir da imagem original, produz uma nova imagem, com variações de cinza mais adequadas à visualização e interpretação.
- Escala do Mapa – Redução necessária para formular a representação da superfície da terra sobre um mapa, através do estabelecimento de uma razão entre a medida sobre o mapa e a equivalente medida sobre a superfície da Terra. É expressa como uma fração representativa da razão entre a distância unitária na representação (1) e sua correspondente distância na superfície da Terra (10.000), como no caso da escala 1:10.000 (uma unidade de distância no mapa corresponde a 10.000 unidades de distância sobre a Terra).
- Exatidão Cartográfica – Trata-se de uma avaliação de qualidade de processos e produtos cartográficos que estabelece o quão exata é esta representação ou processo. A ideia de exatidão contempla a avaliação quantitativa dos erros do processo ou produto. Em tese, os erros resultam da diferença entre a posição de um ponto determinado pelo levantamento e a sua posição teoricamente exata (isenta de erros). A exatidão existe quando os erros médios quadráticos (RMSE) resultantes da avaliação de um processo ou

produto são inferiores a um padrão estabelecido como referência. No Brasil, estes padrões são normatizados pelo PEC – Padrão de Exatidão Cartográfica.

- Elipsoide de Revolução – Muitas vezes referenciado somente como Elipsoide, é a figura matemática mais adequada à representação da forma “matemática” da Terra em função da simplificação dos cálculos e da boa aproximação relativa à sua forma real.
- Geóide – Figura definida pela superfície equipotencial do campo de gravidade da Terra a partir do nível médio dos mares, supostos homogêneos e em repouso.
- Geodésia – Ciência que se ocupa da determinação da forma, das dimensões e do campo gravitacional da Terra.
- GNSS – *Global Navigation Satellite System*, engloba os sistemas de navegação GPS, GLONASS e Galileo.
- GPS – *Global Positioning System* é a tecnologia criada para a determinação de coordenadas terrestres por satélites que assegura uma precisão elevada de localização (latitude e longitude e altitude geométrica) de pontos.
- Georreferenciamento – Processo de posicionar o dado geográfico consoante sua posição no mundo real, através do estabelecimento da posição a que se refere na superfície do território de interesse. O georreferenciamento cumpre não apenas a função de referenciar os dados ao território, mas também responde à necessidade de se articular dados de diferentes origens, num mesmo sistema de coordenadas. Pode ser bidimensional (2-D) ou tridimensional (3-D).
- IBGE – O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística se constitui no principal provedor de dados e informação do país, que atendem às necessidades dos mais diversos segmentos da sociedade civil, bem como dos órgãos das esferas governamentais federal, estadual e municipal. Tendo como principais funções: Produção e análise de informação estatística; Coordenação e consolidação de informações estatísticas; Produção e análise de informações geográficas; Estruturação e implantação de um sistema de informações ambientais; Documentação e disseminação de informações; Coordenação dos sistemas estatísticos e cartográficos nacionais.
- Imagem de Satélite – Imagem captada por um sensor a bordo de um satélite artificial, codificada e transmitida para uma estação rastreadora na Terra. As imagens obtidas através de satélites que gravitam em volta da Terra não são imagens fotográficas, a despeito da aparência delas ser muito similar a uma fotografia tirada do espaço. A rigor, elas emulam uma imagem fotográfica, porque isso sem dúvida facilita, ou até viabiliza, as análises visuais.
- Imagem digital – Composição de um conjunto de elementos denominados pixels (*picture elements*) ordenados na forma de uma matriz bidimensional. Para cada um destes elementos de imagem existe uma única posição na matriz, indicada pela intersecção de uma linha e uma coluna. Para cada pixel é associado um valor de intensidade denominado número digital (DN) que representa a medida física da quantidade de

energia eletromagnética incidente nos detectores do sensor (radiância), seja pela reflexão da energia solar nos objetos sobre a superfície terrestre, ou pela radiação infravermelha emitida por eles (INTERSAT).

- Levantamentos Geodésicos – Levantamentos realizados e apoiados por um sistema Geodésico.
- Linha – Uma forma definida por uma série conectada de pares de coordenadas (x, y) exclusivos. Uma linha pode ser reta ou curva.
- Lyr – Extensão de arquivo temático para camadas do ArcGIS.
- Mapa Digital – Representação abstrata das feições físicas de uma região da superfície da Terra, graficamente representada sobre uma superfície plana. Os mapas apresentam símbolos e relações espaciais entre as feições. O mapa enfatiza, generaliza e omite certas feições da tela atendendo objetivos (por exemplo, feições de uma ferrovia podem ser incluídas num mapa de transporte, mas omitida num mapa rodoviário).
- MAPGEO2015 – Software disponibilizado gratuitamente pelo IBGE para a obtenção da ondulação geoidal de um determinado ponto geodésico.
- Matriz – Um arranjo retangular de dados, geralmente números, em linhas e colunas. No GIS, as matrizes são usadas para armazenar dados raster.
- MDE – O Modelo Digital de Elevação trata-se da definição mais genérica que engloba os MDS e MDT. O MDS modela as superfícies e o MDT modela o terreno. Ambos, entretanto, são modelos de elevações, porque são formados por pontos tridimensionais (pontos com elevações – altitudes).
- MDS – O Modelo Digital de Superfície configura a superfície formada pelos pontos que caracterizam o topo dos elementos existentes sobre o terreno. O modelo digital de superfície descreve a superfície materializada pelo conjunto do topo de elementos naturais (p.ex. árvores) e culturais (p.ex. prédios) que, juntos, caracterizam um determinado terreno. Nos locais em que os elementos estiverem ao nível do solo (uma estrada, por exemplo), o MDS e o MDT serão coincidentes. Nos casos mais usuais, entretanto, o modelo de superfície encontra-se elevado em relação ao modelo de terreno.
- MDT – O Modelo Digital de Terreno contempla um modelo digital de pontos referidos à superfície do terreno, hipoteticamente “despida” de todos os elementos naturais (p.ex. cobertura vegetal) e culturais (p.ex. edificações) que sobre ela se assentam.
- Metadado – Conjunto de informações que descreve o dado geográfico auxiliando na sua localização e entendimento (tal como fonte, conteúdo, qualidade, condição, confiabilidade, projeção). Os metadados da Fundação Renova devem ser entregues em formato .xls (planilha Excel) conforme modelo padrão descrito neste documento.
- Mosaicagem – Técnica utilizada para obter um conjunto de imagens superpostas, recortadas e montadas pelos detalhes comuns, de modo a permitir uma visão contínua

da área de estudo. A mosaicagem objetiva a geração de uma representação por imagem, unificada, numa extensão de área que contemplaria mais de uma imagem em sua representação.

- Ondulação Geoidal – Diferença entre a altitude geométrica e ortométrica. Levantamentos geodésicos referenciam suas altitudes ao elipsoide de revolução e para usos práticos estas altitudes necessitam ser corrigidas pelo valor da ondulação geoidal. Pode ser obtida pelo Software MAPGEO2015 ou por mapas de ondulação geoidais locais.
- Ortoretificação – Processo de correção de imagens que visa corrigir o ângulo de cada pixel para a posição vertical, melhorando assim, as distorções de áreas e distâncias de regiões não ortogonais ao sensor de imageamento.
- PEC – O Padrão de Exatidão Cartográfica é um indicador estatístico de dispersão, relativo a 90% de probabilidade, que define a exatidão de trabalhos cartográficos. A probabilidade de 90% corresponde a 1,6449 vezes o erro padrão (RMSE), ou seja, $PEC = 1,6449 \times RMSE$.
- Polígono – Uma forma fechada definida por uma sequência conectada de pares de coordenadas (x, y), onde o primeiro e o último par de coordenadas são os mesmos (possuem as mesmas coordenadas) e todos os outros pares são exclusivos.
- Ponto – Um elemento geométrico definido por um par de coordenadas planas (x, y) ou tridimensionais (x, y, z).
- Raster – Formato de arquivo digital contendo um conjunto de células de mesmo tamanho estruturadas em linhas e colunas (matriz), onde cada célula possui atributos e coordenadas para localização. Sendo produto de fontes como satélites, aerolevantamento e RPAS (*Remotely Piloted Aircraft Systems*). Em suma, são arquivos de imagens.
- Resolução Espacial – A menor área do terreno capaz de ser distinguida pelo sensor remoto, que é referente ao pixel da imagem. Quanto menor a área do terreno, ou do tamanho do pixel, maior a resolução espacial.
- Resolução Espectral – Definida pelo número de bandas espectrais de um sistema sensor e pela amplitude do intervalo de comprimento de onda de cada banda. Quanto maior o número de bandas e menor a largura do intervalo das ondas, maior a resolução espectral.
- Resolução Gráfica – Normalmente é medida em *dpi* (pontos por polegada). No caso de imagens digitais – pixels por polegadas.
- Resolução Radiométrica – Dada pelo número de valores digitais representando níveis de cinza, usados para expressar os dados coletados pelo sensor. Quanto maior o número de valores, maior é a resolução radiométrica.

- Resolução Temporal – Frequência com que um satélite passa por um mesmo ponto da superfície terrestre. Quanto menor o tempo sem imageamento, maior a resolução temporal. Refere-se ao intervalo de tempo em dias ou horas, que o sistema demora em obter duas imagens consecutivas da mesma região sobre a Terra.
- RPA – *Remotely Piloted Aircraft* ou Aeronaves Remotamente Pilotadas é o termo técnico para aeronaves não tripuladas utilizadas para outros fins como experimentais, comerciais ou institucionais, veio em substituição aos termos Drone e VANT.
- Sensoriamento Remoto – Aquisição de informações sobre objetos ou fenômenos sem que haja contato direto entre eles, dentre as técnicas estão o uso de fotografias aéreas, radar e imagens de satélite.
- Shapefile – Formato de armazenamento de dados vetoriais (criado pela ESRI) que guarda a posição, a forma e os atributos de feições geográficas. Para que seja possível abrir um arquivo shapefile devem existir por pelo menos três arquivos de uma feição: Extensão Shp (forma); Extensão Dbf (tabela de atributos) e Extensão Shx (indexador). É de suma importância a Extensão Prj (Sistema de coordenadas) para que a informação não fique perdida no espaço. Extensão CPG (codificação da tabela) evita que caracteres estranhos apareçam na tabela de atributos quando abertos em outros softwares, Extensão Lyr (apresentação da camada) é o arquivo que guarda as características de simbologia, títulos e tabela de atributos que serão apresentadas ao abrir o shapefile.
- Simbologia – Critério usado para determinar símbolos para feições em um plano de informação. Uma característica da feição pode influenciar no tamanho, cor e forma do símbolo utilizado.
- Sistema de Coordenadas Geográficas – Corresponde a um par de valores angulares medidos sobre um sistema de coordenadas esféricas, definindo a posição de um ponto na superfície terrestre através de sua latitude e longitude. Quanto à altitude, esta referência se dá ao chamado nível médio dos mares, que é considerado como a referência de altitude igual a zero.
- Sistema Geodésico – Composto por uma rede de pontos planimétricos, altimétricos e gravimétricos de alta precisão.
- Sistema de Projeção – Estes sistemas se referem à necessidade de projetar os dados obtidos na superfície “encurvada” da Terra numa superfície plana ou desenvolvível num plano (as folhas de mapas ou as telas de apresentação dos dados no computador). Os sistemas de projeção, portanto, executam uma transformação geométrica de dados em coordenadas geográficas (latitude e longitude) para dados em coordenadas cartesianas (x, y).
- Tabela de Atributos – Coleção de atributos do tipo caractere (texto), numérico, data e booleano, relacionado a uma determinada feição geográfica.

- Topologia – Relações espaciais existentes entre feições espaciais, tais como conectividade e adjacência, permitindo avaliar se feições estão sobrepostas, intersectam ou se conectam.
- Vetorial – Formato de arquivo digital representado graficamente por pontos, linhas ou polígonos.