



Georreferenciamento

Luiz Felipe Díaz de Carvalho

Renato Giovani Chaves de Sá



Colégio Politécnico
UFSM

Santa Maria - RS
2017

Presidência da República Federativa do Brasil
Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica

© Colégio Técnico Industrial de Santa Maria

Este caderno foi elaborado pelo Colégio Técnico Industrial da Universidade Federal de Santa Maria para a Rede e-Tec Brasil.

Equipe de Elaboração
Colégio Politécnico da UFSM

Reitor
Paulo Afonso Burmann/UFSM

Diretor
Valmir Aita/Colégio Politécnico

Coordenação Geral da Rede e-Tec/UFSM
Paulo Roberto Colusso/CTISM

Coordenação de Curso
Gustavo Pinto da Silva/Colégio Politécnico

Professor-autor
Luiz Felipe Díaz de Carvalho/Colégio Politécnico
Renato Giovani Chaves de Sá/UFSM

Equipe de Acompanhamento e Validação
Colégio Técnico Industrial de Santa Maria – CTISM

Coordenação Institucional
Paulo Roberto Colusso/CTISM

Coordenação de Design
Erika Goellner/CTISM

Revisão Pedagógica
Juliana Prestes de Oliveira/CTISM

Revisão Textual
Nilza Mara Pereira/CTISM

Revisão Técnica
Elódio Sebem/Colégio Politécnico

Ilustração
Marcel Santos Jacques/CTISM
Ricardo Antunes Machado/CTISM

Diagramação
Carolina Moraes Weber/CTISM
Tagiane Mai/CTISM

Ficha catalográfica elaborada por Alenir I. Goularte – CRB-10/990
Biblioteca Central da UFSM

C331g **Carvalho, Luiz Felipe Díaz de**
Georreferenciamento / Luiz Felipe Díaz de Carvalho. – Santa
Maria : UFSM, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, 2017.
94 p. : il. ; 28 cm
ISBN: 978-85-9450-038-0

1. Cartografia 2. Sensoriamento remoto 3. Georreferencia-
mento I. Escola Técnica Aberta do Brasil II. Título.

CDU 528.7/.9

Apresentação e-Tec Brasil

Prezado estudante,
Bem-vindo a Rede e-Tec Brasil!

Você faz parte de uma rede nacional de ensino, que por sua vez constitui uma das ações do Pronatec – Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego. O Pronatec, instituído pela Lei nº 12.513/2011, tem como objetivo principal expandir, interiorizar e democratizar a oferta de cursos de Educação Profissional e Tecnológica (EPT) para a população brasileira propiciando caminho de o acesso mais rápido ao emprego.

É neste âmbito que as ações da Rede e-Tec Brasil promovem a parceria entre a Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (SETEC) e as instâncias promotoras de ensino técnico como os Institutos Federais, as Secretarias de Educação dos Estados, as Universidades, as Escolas e Colégios Tecnológicos e o Sistema S.

A educação a distância no nosso país, de dimensões continentais e grande diversidade regional e cultural, longe de distanciar, aproxima as pessoas ao garantir acesso à educação de qualidade, e promover o fortalecimento da formação de jovens moradores de regiões distantes, geograficamente ou economicamente, dos grandes centros.

A Rede e-Tec Brasil leva diversos cursos técnicos a todas as regiões do país, incentivando os estudantes a concluir o ensino médio e realizar uma formação e atualização contínuas. Os cursos são ofertados pelas instituições de educação profissional e o atendimento ao estudante é realizado tanto nas sedes das instituições quanto em suas unidades remotas, os polos.

Os parceiros da Rede e-Tec Brasil acreditam em uma educação profissional qualificada – integradora do ensino médio e educação técnica, – é capaz de promover o cidadão com capacidades para produzir, mas também com autonomia diante das diferentes dimensões da realidade: cultural, social, familiar, esportiva, política e ética.

Nós acreditamos em você!
Desejamos sucesso na sua formação profissional!

Ministério da Educação
Outubro de 2017

Nosso contato
etecbrasil@mec.gov.br



Indicação de ícones

Os ícones são elementos gráficos utilizados para ampliar as formas de linguagem e facilitar a organização e a leitura hipertextual.



Atenção: indica pontos de maior relevância no texto.



Saiba mais: oferece novas informações que enriquecem o assunto ou “curiosidades” e notícias recentes relacionadas ao tema estudado.



Glossário: indica a definição de um termo, palavra ou expressão utilizada no texto.



Mídias integradas: sempre que se desejar que os estudantes desenvolvam atividades empregando diferentes mídias: vídeos, filmes, jornais, ambiente AVEA e outras.



Atividades de aprendizagem: apresenta atividades em diferentes níveis de aprendizagem para que o estudante possa realizá-las e conferir o seu domínio do tema estudado.



Sumário

Palavra do professor-autor	9
Apresentação da disciplina	11
Projeto instrucional	13
Aula 1 – Cartografia	15
1.1 Conceitos iniciais	15
1.2 Mapa, carta e planta	15
1.3 Escala	19
1.4 Sistemas de projeção cartográfica	21
1.5 Projeções cartográficas mais utilizadas	23
1.6 Sistema UTM	27
1.7 Sistemas de referência geodésica	29
Aula 2 – Sistemas de navegação global por satélites	39
2.1 Notas introdutórias	39
2.2 O sistema NAVSTAR	40
2.3 GPS (EUA)	41
2.4 Glonass (Rússia)	43
2.5 Galileu (Europa)	44
2.6 Compass (China)	45
Aula 3 – GPS/GNSS de navegação	47
3.1 Modelo e marca do receptor	47
3.2 Configurações básicas padrão	47
3.3 Utilização dos botões do Etrex 20	48
3.4 Identificando sinais de satélite	48
3.5 Definições do sistema	49
3.6 Definições do Ecrã	50
3.7 Definições do mapa	51
3.8 Definição do formato da posição	52
3.9 Técnicas de demarcação de pontos	53
3.10 Navegação	60

3.11 Mapa.....	61
3.12 Bússola.....	62
3.13 Cálculos de distâncias e áreas.....	63
Aula 4 – GPS Trackmaker®, ProjetoTracksource®, Google Earth®.....	65
4.1 GPS Trackmaker®.....	65
4.2 ProjetoTracksource®.....	69
4.3 Google Earth®.....	72
Aula 5 – Utilização de globos digitais (Google Earth®) e softwares gratuitos no georreferenciamento e extração de dados georreferenciados.....	75
5.1 Considerações iniciais.....	75
5.2 Manipulação no Google Earth.....	75
5.3 Manipulação do GPS Trackmaker.....	85
Referências.....	92
Currículo do professor-autor.....	94

Palavra do professor-autor

Desde os tempos idos, o homem sempre procurou demarcar seu território e sua área de ação antrópica. Para tal, usou as ferramentas de que dispunha, tais como: restos de alimentos, plantações, habitação, excrementos e as mais variadas formas. Depois, conheceu o fogo e implantou a coivara, dominou as técnicas da arte de guerrear e avançou nas fronteiras, expandiu seu domínio, sempre se localizando para empreender fuga ou surpreender o inimigo. Criou instrumentos rudimentares, como a bússola, que é utilizada até hoje; inventou a roda, que o levou mais longe; construiu cidades e fundou nações. Dominados os três elementos: terra, água e ar, realizaram-se navegações marítimas, aéreas e terrestres. Isto o obrigou a criar sistemas de referência para facilitar as idas e vindas sobre o orbe. Após a corrida espacial, o homem criaria um dos mais robustos sistemas de navegação, compilados em uma única ferramenta, o sistema de posicionamento global estava pronto e operacional. Este advento modificaria o rumo de todos os sistemas de localização, incluindo áreas, distâncias e tempo; abarcaria os mais diversos tipos de serviços, facilitando e espacializando a informação e a cartografia de objetos. Neste conceito, surge o georreferenciamento, técnica difundida e utilizada por todos os segmentos. Neste trabalho, que não esgota o assunto, procura-se mostrar o que é possível realizar com esta ferramenta. Esperamos que apreciem o nosso material e possamos dominar esta técnica, aplicando-a no nosso Curso de Fruticultura.

Professor Luiz Felipe Díaz de Carvalho e Renato Giovani Chaves de Sá



Apresentação da disciplina

Nesta disciplina, iremos aprender a interpretar mapas, plantas e cartas, entender as escalas e sua aplicação. Posteriormente, abordaremos o sistema de posicionamento global, mais conhecido por GPS, suas principais características, modelos de receptores e sua aplicação na fruticultura e demais áreas. Veremos, também, um aplicativo em português para mapeamento e, finalmente, o manuseio e as ferramentas do Google Earth, proporcionando à interface amigável, uma rápida aplicação no GPS e na cartografia.



Projeto instrucional

Disciplina: Georreferenciamento (carga horária: 45h).

Ementa: Cartografia geral. Sistemas de navegação global por satélites (GNSS). GPS/GNSS de navegação. GPS Trackmaker®, Projeto Tracksource®, Google Earth®. Utilização de globos digitais (Google Earth®) e *softwares* de código aberto no georreferenciamento e extração de dados georreferenciados.

AULA	OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM	MATERIAIS	CARGA HORÁRIA (horas)
1. Cartografia geral	Conhecer e entender a importância da cartografia geral para o georreferenciamento, por meio do uso de globos digitais.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	09
2. Sistemas de navegação global por satélites	Compreender o funcionamento dos sistemas de navegação global por satélites (<i>Global Navigation Satellite System – GNSS</i>) e aplicar essa tecnologia na fruticultura.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	09
3. GPS/GNSS de navegação	Utilizar receptores GPS/GNSS de navegação na coleta de dados para a fruticultura.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	09
4. GPS Trackmaker®, Projeto Tracksource®, Google Earth®	Conhecer os aplicativos usados na transmissão de dados entre receptores GPS/GNSS.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	09
5. Utilização de globos digitais (Google Earth®) e <i>softwares</i> gratuitos no georreferenciamento e extração de dados georreferenciais	Manipular dados georreferenciados sobre globos terrestres e mapas digitais.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	09

Aula 1 – Cartografia

Objetivos

Conhecer e entender a importância da cartografia geral para o georreferenciamento, por meio do uso de globos digitais.

1.1 Conceitos iniciais

A cartografia, considerando a essência do seu conceito, possui a ligação íntima associada às inquietações entre o ser humano e o mundo em que ele habita. É considerada, pela Associação Cartográfica Internacional (ACI), como “um conjunto de operações científicas, técnicas e artísticas, baseado nos resultados e observações diretas ou de análise de documentos que se voltam para a confecção de mapas, cartas e outras formas de representação de elementos, fenômenos e ambientes físicos e socioeconômicos, e suas aplicações”.

Esta ciência trata da representação na forma de plantas e mapas (ou cartas), o conhecimento do ser humano sobre a superfície da Terra. Tais formas podem ser apresentadas conforme a sua metodologia de compilação, sendo que o resultado nada mais é do que transcrição dos elementos representativos da superfície terrestre observados seguindo padrões criteriosos.

1.2 Mapa, carta e planta

Segundo alguns autores, o termo mapa tem provável origem cartaginesa e significa “toalha de mesa”, em alusão às conversas realizadas entre comerciantes, navegadores e negociantes, em que estes discutiam as suas rotas, caminhos e localidades sobre rabiscos feitos diretamente em tais toalhas (os *mappas*), documento gráfico de grande relevância as suas negociações (OLIVEIRA, 1993).

Com relação à terminologia, os termos carta, planta e mapa, muitas vezes, são utilizados como sinônimos, porém, tal categorização merece atenção, pois cada um possui a sua especificidade e característica. De acordo com o país e língua falada, ocorre variação. No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) define como (FITZ, 2005 apud OLIVEIRA, 1993):

- **Carta** – representação dos aspectos naturais e artificiais da Terra, destinada a fins práticos de atividade humana, permitindo a avaliação precisa das distâncias, direções, e a localização plana, geralmente em média ou grande escala, de uma superfície da Terra, subdividida em folhas, de forma sistemática, obedecendo a um plano nacional ou internacional.
- **Mapa** – representação gráfica, em geral de uma superfície plana e numa determinada escala, com representação de acidentes físicos e culturais da superfície da Terra, ou de um planeta ou satélite.
- **Planta** – representação de uma área muito limitada, com escala grande e maior detalhamento, sem qualquer referência à curvatura da Terra.
- **Croqui** – utilizado, muitas vezes, para a representação esquemática do terreno, apresentando um esboço da topografia de uma região específica. Tal forma de representação é classificada como um levantamento expedido com pouca precisão.

1.2.1 Classificação dos mapas e/ou cartas

A classificação dos mapas e/ou cartas pode variar em virtude das características evidenciadas e especificidade, observando a aplicação utilizada para cada caso. Podem ser classificadas:

1.2.1.1 Conforme os objetivos

Com relação aos objetivos que apresentam, são classificadas em:

- **Mapas genéricos ou gerais** – sem uma finalidade específica, com o uso para fins ilustrativos, sem grande precisão e geralmente apresentando aspectos físicos e obras humanas. Possui como alvo o usuário leigo e comum. Ex. mapa de divisão política estadual ou de um país.
- **Mapas especiais ou técnicos** – com finalidade específica e precisão variável de acordo com a sua aplicação. Ex.: mapa meteorológico, zoo-geográfico, etc.
- **Mapas temáticos** – representação de temas específicos sobre outros mapas preexistentes denominados mapas-base. Possui a representação da distribuição dos fenômenos espaciais através de símbolos. Ex.: mapa geológico, de solos, geomorfológicos, etc.

- **Mapa ou carta imagem** – apresentação de uma imagem sobre um mapa-base com variados objetivos, com a finalidade de complementar de forma mais ilustrativa facilitando o entendimento do usuário.

1.2.1.2 Conforme a escala

A escala de apresentação também define a classificação dos tipos de mapas, sendo estas:

- **Planta** – indicada para a manipulação com escalas grandes (maiores de 1:1.000), é usada quando há a necessidade de um detalhamento minucioso da superfície. Ex.: rede de esgoto, água, etc.
- **Carta cadastral** – muito detalhada e precisa, indicada para grandes escalas, superiores a 1:5.000. Elaboradas com apoio de levantamentos topográficos ou aerofotogramétricos. Ex.: cadastro municipal.

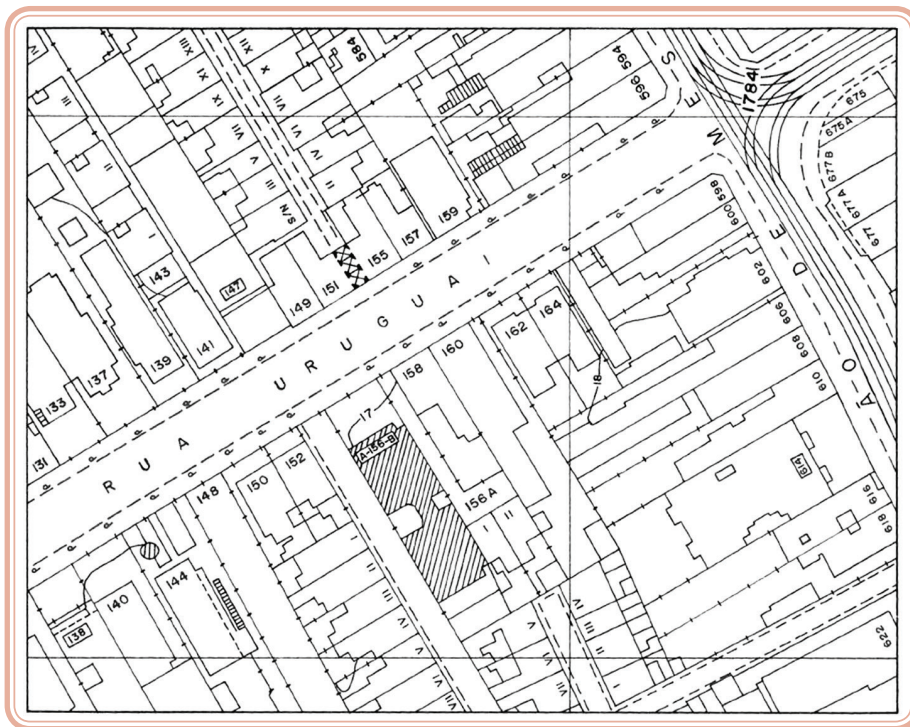


Figura 1.1: Cruzamento das ruas Uruguai e Barão de Mesquita – Carta do Distrito Federal em 1:5.000

Fonte: Oliveira, 1993

- **Carta topográfica** – contém detalhes planimétricos e altimétricos, contemplando geralmente as escalas médias (entre 1:25.000 e 1:250.000). Elaboradas com base em levantamentos aerofotogramétricos e levantamentos topográficos preexistentes.

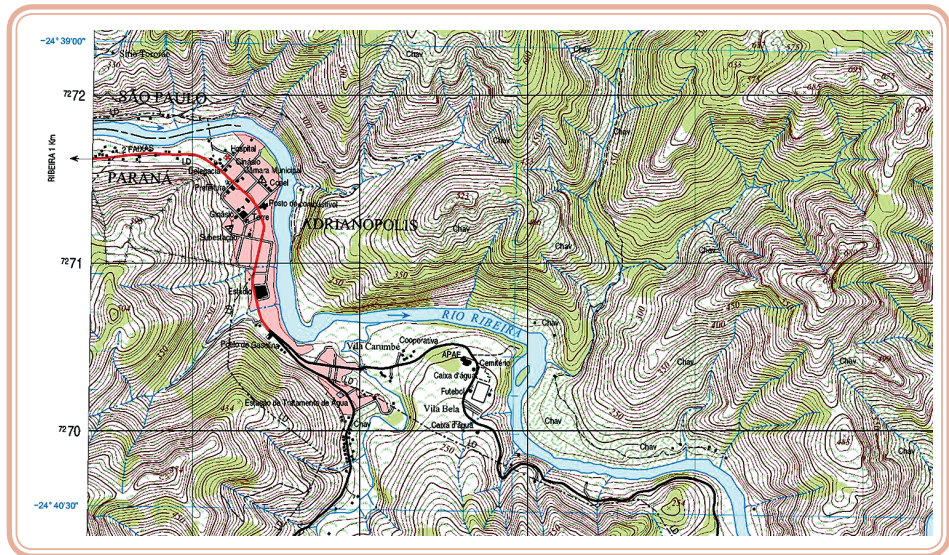


Figura 1.2: Carta topográfica “Adrianópolis” escala 1:25.000, recorte

Fonte: ITCG – Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Paraná, 2016

- **Carta geográfica** – utilizada em escalas pequenas (inferiores a 1:500.000) com simbologia diferenciada visando à representação planimétrica (com exagero) e altimétrica (curvas de nível).

1.2.2 Carta internacional do mundo ao milionésimo

Visando à uniformização dos padrões cartográficos, a cartografia internacional criou a Carta Internacional do Mundo ao Milionésimo (CIM), destinada a servir de base para as derivações subsequentes a serem geradas e com um bom detalhamento topográfico. Com origem na divisão do globo terrestre em 60 partes iguais no sentido leste-oeste denominadas **fusos**, cada um com 6 graus de amplitude, e partindo do Equador terrestre no sentido dos polos, denominadas zonas delimitadas de 4 em 4 graus, assim criou-se a CIM sendo esta uma carta na escala de 1: 1.000.000.

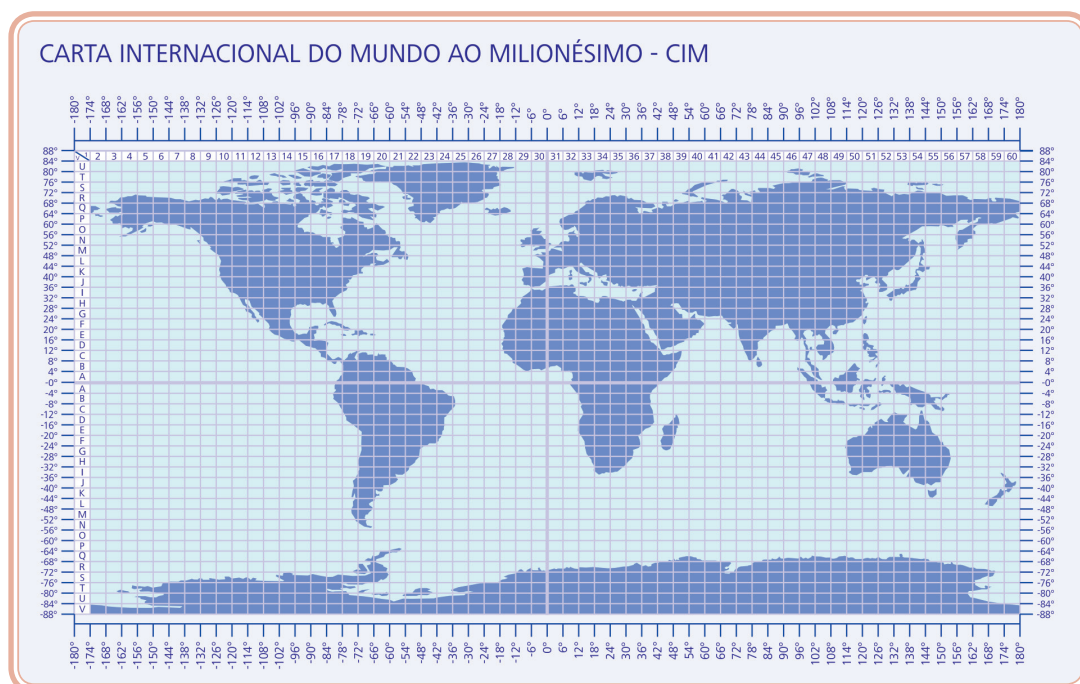


Figura 1.3: Carta Internacional do Mundo ao Milionésimo (adaptado)

Fonte: CTISM, adaptado de Quoos, 2015

1.3 Escala

Definida por Oliveira (1993) como “a relação entre a distância de dois pontos quaisquer no mapa com a correspondente distância na superfície terrestre”, a Escala tornou-se cada vez mais imprescindível no decorrer da história (séc. XVII) à medida que aumentava a necessidade da extração dos elementos de interesse nos mapas, onde era fundamental o detalhamento e a precisão. Considerando os mais diversos elementos que compõem os mapas, a escala é um item essencial para a compreensão e uso eficaz de tal documento gráfico. A escala é entendida como a relação ou proporção existente entre as distâncias lineares representadas em um mapa e aquelas existentes na superfície real (FITZ, 2005).

1.3.1 Classificação

As escalas, em geral, são classificadas na forma numérica, gráfica ou nominal.

1.3.1.1 Escala numérica

A escala numérica é apresentada pelo enunciado da uma fração, onde o numerador é a unidade que representa a distância informada no mapa, e o denominador representa a distância equivalente no terreno. Pode ser apresentada das seguintes formas:

$\frac{1}{50.000}$

ou

$1 / 50.000$

ou

$1 : 50.000$

Em todos os casos, lê-se: “a escala é de um para cinquenta mil”, significando que, a cada unidade medida no mapa, corresponde a cinquenta mil unidades no espaço real.

Quadro 1.1: Explicativo de exemplo de escala numérica	
Mapa	Espaço real
1 metro	50.000 metros
1 cm	50.000 cm

Fonte: Autor

1.3.1.2 Escala gráfica

A escala gráfica é representada por um segmento de reta ou barra graduada, com indicação de subdivisões chamadas talões. Cada talão corresponde à relação da sua distância gráfica (no mapa) com o valor relativo ao espaço real. Na sua parte inferior ou superior, existe a indicação do valor numérico associado, sendo este geralmente expresso pelo valor de um número inteiro.

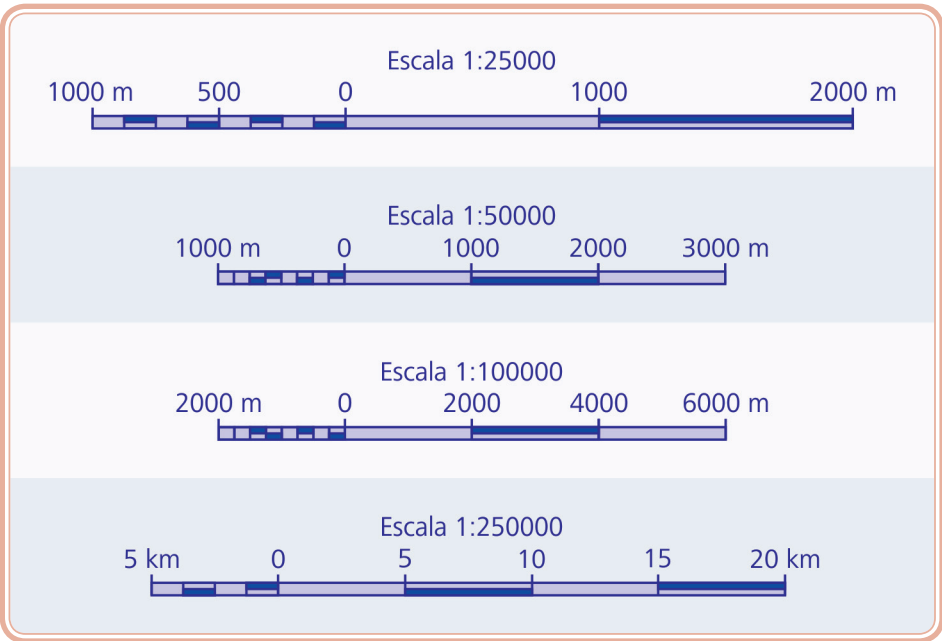


Figura 1.4: Escala gráfica
Fonte: CTISM, adaptado de IBGE, 2009

A utilização dessa forma de representação se dá de forma direta, bastando usá-la como uma régua comum. A proporção existente entre a escala serve de parâmetro para medir os elementos no espaço real.

1.3.1.3 Escala nominal

Também conhecida como escala equivalente, na maioria das vezes, é representada por extenso, de formal nominal, e onde é realizada uma relação de correspondência entre o espaço gráfico e o terreno.

Exemplo

1 cm = 10 km

1 cm = 50 m

Lê-se

Um centímetro corresponde a 10 quilômetros, e um centímetro corresponde a cinquenta metros.

1.3.2 Aplicação prática das escalas

Para fazer o uso das escalas em um mapa, é necessário que, primeiramente, a sua compilação tenha sido realizada obedecendo aos parâmetros técnicos que respeitem às proporções da representação cartográfica.

Para melhor compreensão, considera-se que:

$$D = N \times d$$

Onde: D é a distância no espaço real (terreno)

N é o módulo escalar (encontrado no denominador da escala 1/N)

d é a distância gráfica, obtida na medição sobre o mapa

1.4 Sistemas de projeção cartográfica

As projeções cartográficas podem ser explicadas como funções matemáticas que relacionam pontos de uma superfície de referência (esférica ou elipsoidal) a uma superfície de projeção (plana) (ROCHA, 1994).

1.4.1 Definição

Considerada, na cartografia, como a solução de um problema, que é a diminuição ou eliminação completa das distorções quando se converte de um sistema para o outro. Visando à representação da esfericidade terrestre num plano (mapas e cartas), cada tipo de projeção prioriza um determinado aspecto da representação (dimensão, forma, etc.).

1.4.2 Classificação

Dos principais aspectos, podem ser classificadas conforme a superfície de projeção e quanto as suas propriedades:

1.4.2.1 Quanto à superfície de projeção

Podem ser projeções planas, cônicas ou cilíndricas, quando forem utilizadas as superfícies de um plano, cone ou cilindro como base para planificar a esfera terrestre.

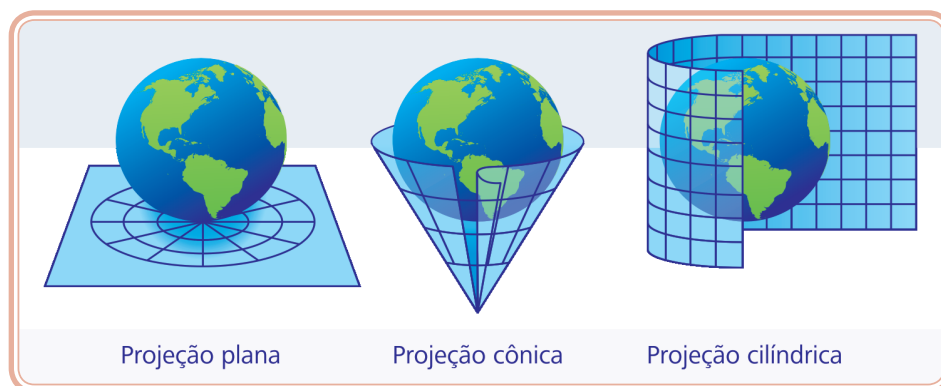


Figura 1.5: Projeções cartográficas classificadas quanto à superfície de projeção

Fonte: CTISM, adaptado de IBGE, 2009

1.4.2.2 Quanto às propriedades

As deformações ocorridas com relação às áreas, ângulos ou distâncias, provenientes da planificação da superfície podem ser minimizadas segundo o tipo de projeção a ser adotada conforme as suas propriedades.

Quanto às propriedades, podemos classificar como:

- **Equidistantes** – não possuem deformações lineares, ou seja, as extensões são representadas em escala constante.
- **Equivalentes** – não deformam as áreas, ou seja, as áreas no mapa conservam uma razão constante com suas correspondentes na superfície terrestre. Eventualmente, a igualdade de áreas é alcançada através de uma demasiada deformação de figura.
- **Conformes ou ortomórficas** – não deformam os ângulos e, em consequência dessa propriedade, não alteram a forma das áreas. Não há possibilidade de uma projeção ser ao mesmo tempo equivalente e conforme.

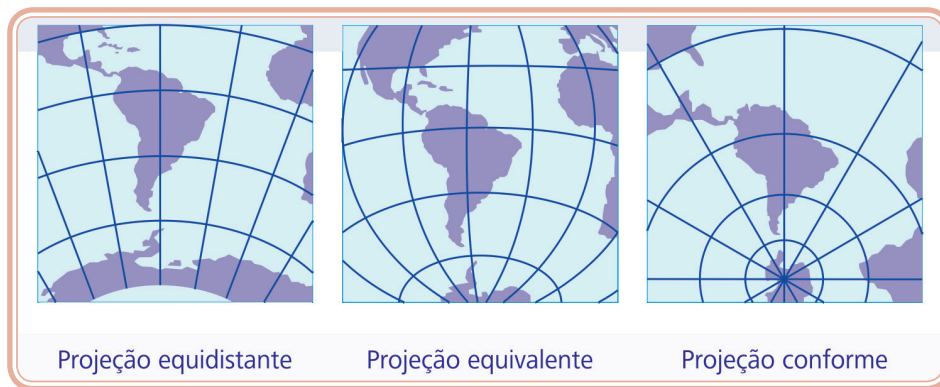


Figura 1.6: Projeções cartográficas classificadas quanto às propriedades

Fonte: CTISM, adaptado de IBGE, 2009

1.5 Projeções cartográficas mais utilizadas

A representação do espaço geográfico é realizada a partir do uso da aplicação das projeções cartográficas. Destacam-se, a seguir, as mais utilizadas.

1.5.1 Para representação do mundo

Entre as quais, citamos:

- **Projeção de Mercator** – os meridianos são representados por linhas retas paralelas e equidistantes, e os paralelos formam um sistema de linhas em ângulos retos com os meridianos. Projeção conforme cilíndrica.

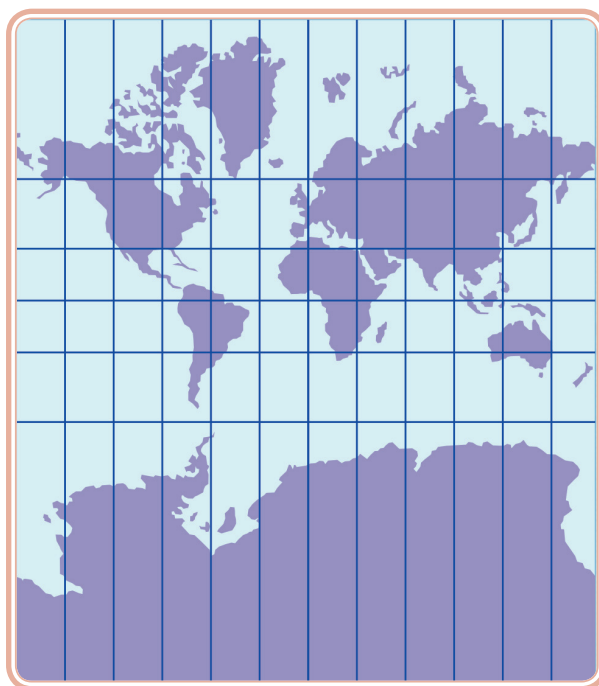


Figura 1.7: Projeção de Mercator

Fonte: CTISM, adaptado de IBGE, 2009

- **Projeção de Miller** – preserva as formas e apresenta pequenas diferenças com relação às áreas. Projeção equivalente cilíndrica.

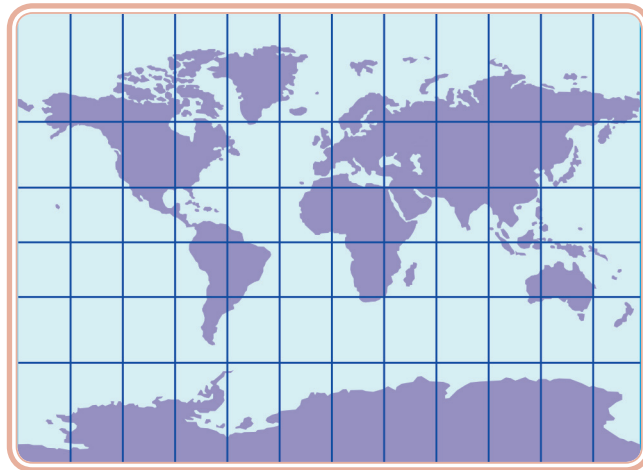


Figura 1.8: Projeção de Miller

Fonte: CTISM, adaptado de IBGE, 2009

- **Projeção de Berhmann** – não apresenta superfície de projeção e possui características parecidas com as da projeção cilíndrica. Projeção equivalente cilíndrica.

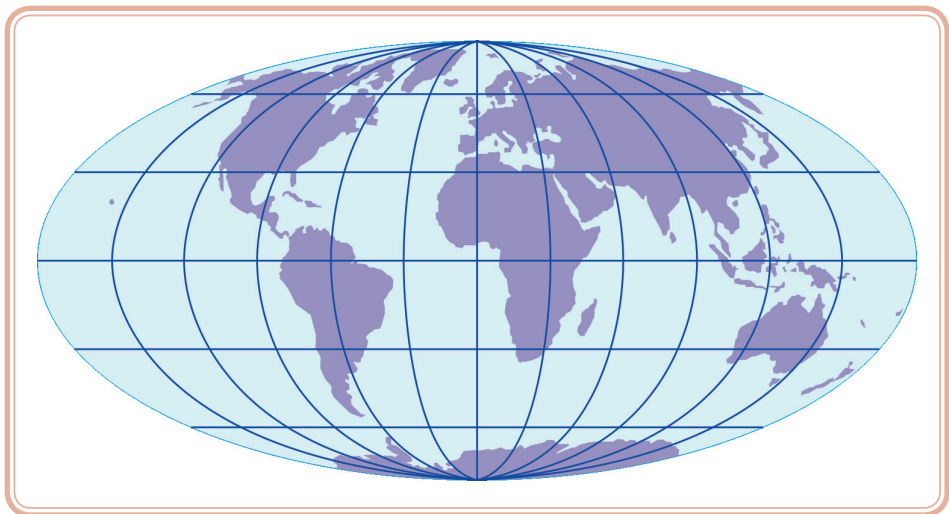


Figura 1.9: Projeção de Berhmann

Fonte: CTISM, adaptado de IBGE, 2009

- **Projeção de Robinson** – pseudocilíndrica, não apresentando superfície de projeção.

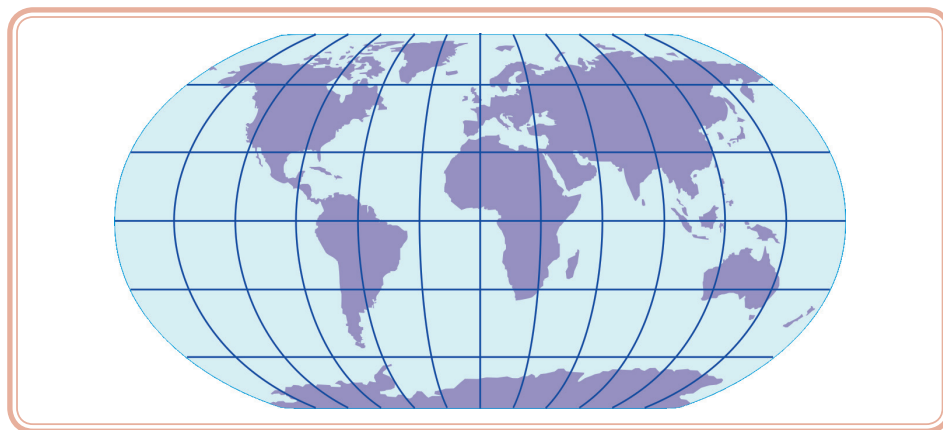


Figura 1.10: Projeção de Robinson

Fonte: CTISM, adaptado de IBGE, 2009

1.5.2 Para a representação do Brasil

Destacamos como as mais usuais:

- **Cilíndrica equatorial de Mercator** – as quadrículas não guardam proporção em relação às áreas, mas a conformidade está segura. Projeção conforme cilíndrica.

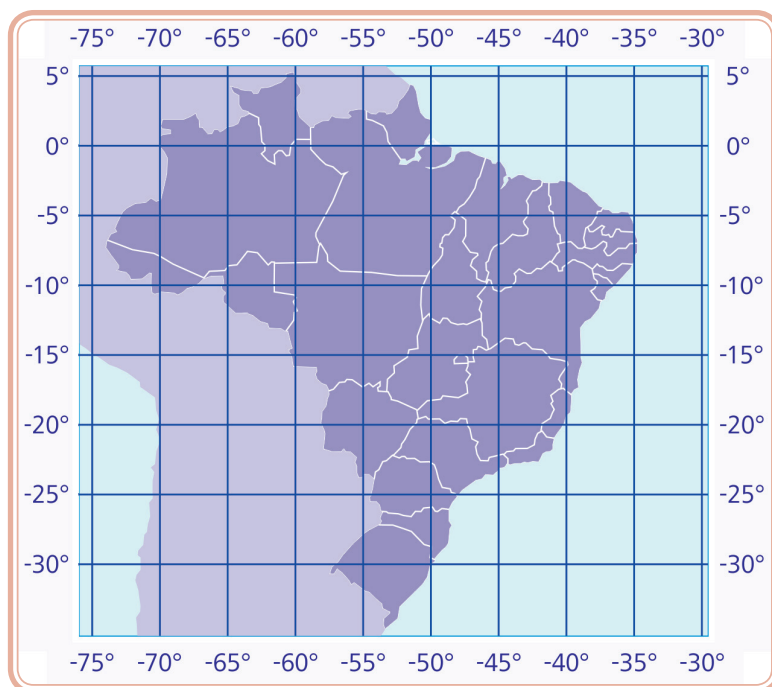


Figura 1.11: Projeção cilíndrica equatorial de Mercator

Fonte: CTISM, adaptado de IBGE, 2009

- **Projeção policônica** – projeção do tipo cônica, utilizando diversos cones, cada um tangente à esfera, e com seu próprio ápice.

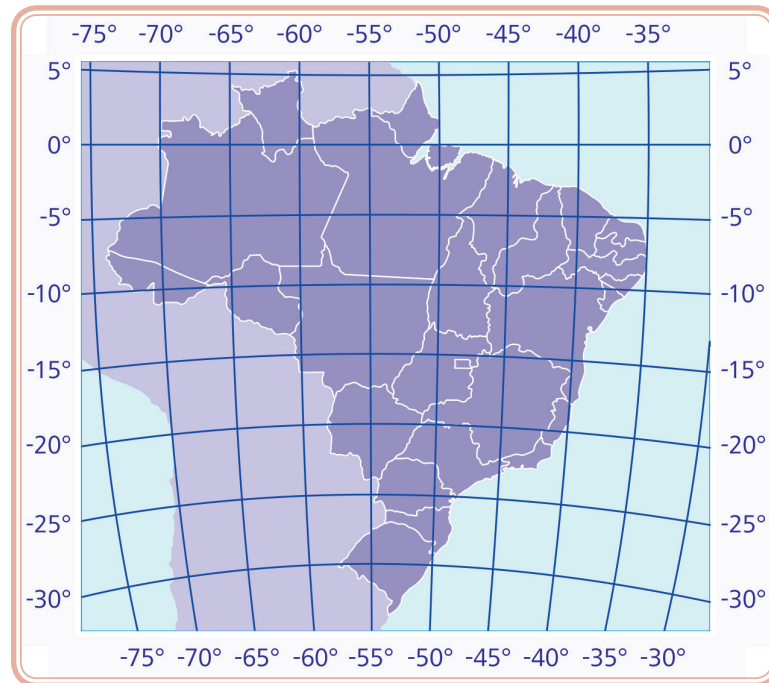


Figura 1.12: Projeção policônica

Fonte: CTISM, adaptado de IBGE, 2009

1.5.3 Outras projeções

1.5.3.1 Projeção cônica normal de Lambert

Projeção do tipo cônica, conforme secante. Os meridianos são linhas retas convergentes. É formada pelos paralelos constituídos por círculos concêntricos com o centro no ponto de intersecção dos meridianos. Como vantagens, podem ser destacadas a utilização para cartas em quaisquer latitudes, as direções de bússola traçadas em linhas retas e o fato de ser a projeção mais indicada para as áreas de grandes extensões no sentido leste-oeste.

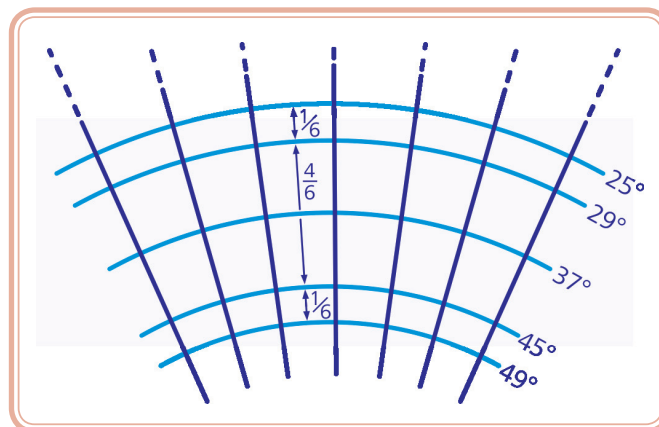


Figura 1.13: Projeção cônica de Lambert do hemisfério Sul

Fonte: CTISM, adaptado de Oliveira, 1993

1.5.3.2 Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM)

É uma projeção cilíndrica que passa pelos polos da Terra, seguindo tangente a um meridiano central e o seu antimeridiano.

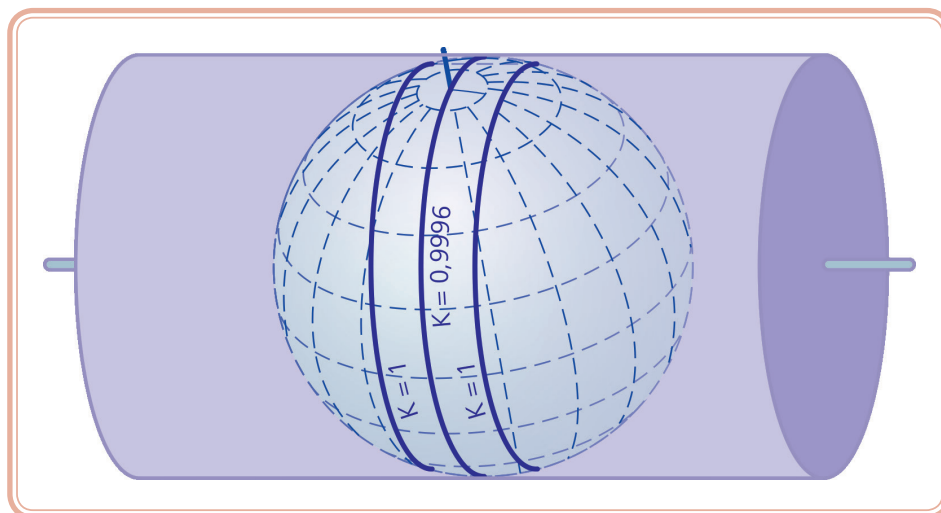


Figura 1.14: Projeção universal transversa de Mercator

Fonte: CTISM, adaptado de IBGE, 1999

Nesta projeção, um mapa de todo o globo terrestre sofre grande distorções nas regiões finais e iniciais do cilindro. Contudo, na faixa denominada FUSO, região próxima do meridiano central, existem poucas distorções.

Projeção utilizada no **sistema UTM** (Universal Transversa de Mercator) desenvolvido durante a 2ª Guerra Mundial é, em essência, uma alteração da projeção cilíndrica transversa de Mercator.

Empregado na compilação das cartas topográficas do Sistema Cartográfico Nacional produzidas pelo IBGE e DSG.



1.6 Sistema UTM

A organização deste sistema estabelece que a Terra seja dividida em 60 fusos de seis graus de longitude, os quais têm início no antimeridiano de Greenwich (180°) e seguem de leste para oeste. A extensão em latitude, os fusos que se originam no paralelo de 80°S até o paralelo de 84°N. Com relação à longitude, os fusos são em número de 60, sendo estes decorrentes da necessidade de se reduzirem as deformações.

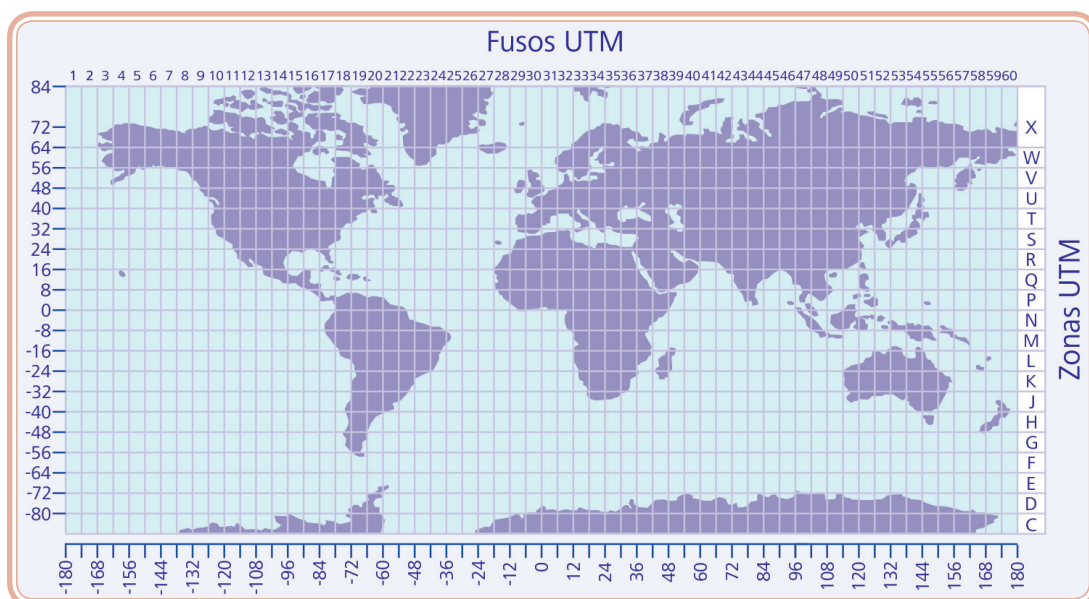


Figura 1.15: Representação dos fusos UTM

Fonte: CTISM, adaptado de Carvalho; Araújo, 2008

A grade UTM está vinculada ao sistema de coordenadas plano-retangulares, sendo que, nesta, um eixo coincide com a projeção do meridiano central do fuso e o outro eixo, com o do Equador. Consequentemente, cada ponto do elipsoide de referência estará biunivocamente associado ao conjunto de valores como: Meridiano Central, coordenada E (x) e coordenada N (y).

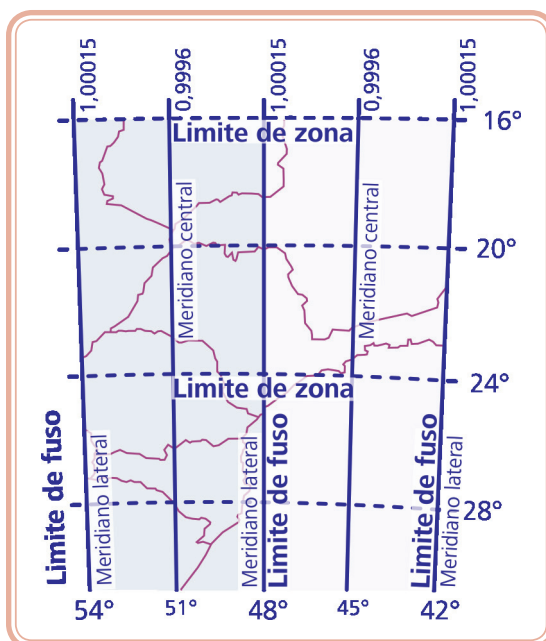


Figura 1.16: Representação de duas zonas UTM

Fonte: CTISM, adaptado de Oliveira, 1993

Cada fuso está associado ao sistema cartesiano métrico de referência, informando à origem do sistema as coordenadas 500.000 m, para cálculo de

coordenadas ao longo do Equador, e 10.000.000 m ou 0 (zero) m, para cálculo de coordenadas ao longo do meridiano central, para o hemisfério Sul e Norte respectivamente.

Ainda se menciona que cada fuso possua sobreposição de 30' sobre os fusos adjacentes, criando-se, assim, uma área de transição de 1° de largura. Esta área de superposição serve para facilitar as aplicações em trabalhos de campo.

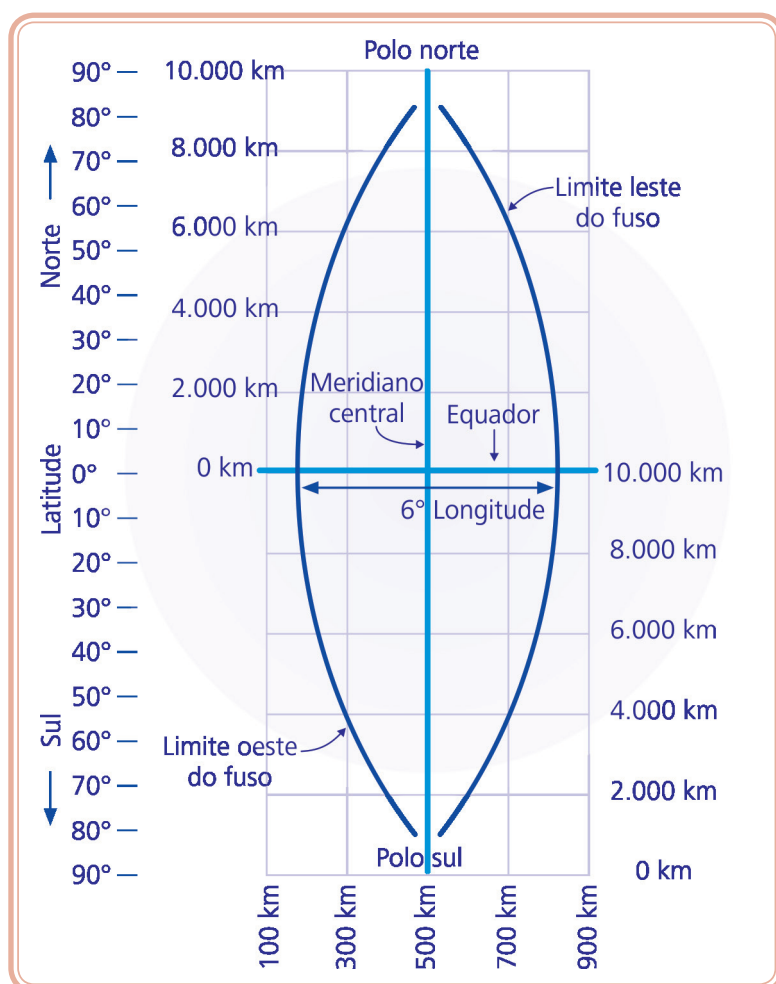


Figura 1.17: Fuso UTM com exagero lateral (10x)

Fonte: CTISM, adaptado de Anderson, 1982

1.7 Sistemas de referência geodésica

Um SGR (Sistema Geodésico de Referência) é um sistema de coordenadas associado a características terrestres do local da superfície. A locação de um SGR é composta por duas fases: definição e materialização na superfície terrestre. A definição compreende a adoção de um elipsóide de revolução, no qual são aplicadas determinações de disposição e direção espacial.

A estimativa das coordenadas das estações físicas é acompanhada pelo cálculo de uma rede que relaciona as estações levantadas. O produto, constituído através de um ajustamento de observações, é um conjugado de valores de coordenadas que constituem a demarcação do sistema.

Os sistemas de referência são utilizados para descrever as posições de objetos. Quando é necessário identificar a posição de uma determinada informação na superfície da Terra são utilizados os sistemas de referência terrestres ou geodésicos. Estes, por sua vez, estão associados a uma superfície que mais se aproxima da forma da Terra, e sobre a qual são desenvolvidos todos os cálculos das suas coordenadas. As coordenadas podem ser apresentadas em diversas formas: em uma superfície esférica, recebem a denominação de coordenadas geodésicas e, em uma superfície plana, recebem a denominação da projeção às quais estão associadas, como por exemplo, as coordenadas planas UTM.

1.7.1 Sistemas de coordenadas e superfícies utilizados em geodésia

As coordenadas referenciadas aos sistemas de referência geodésicos são geralmente apresentadas em três formas: cartesianas, geodésicas (ou elipsoidais) e planas.

1.7.1.1 Sistema de coordenadas cartesianas

O sistema de coordenadas cartesianas no espaço 3D possui a característica de um conjunto de três retas (x , y e z), chamadas de eixos coordenados, perpendiculares entre si. Associado a um sistema de referência geodésico, recebe o nome de Sistema Cartesiano Geodésico (SCG), assim composto:

- **Eixo X** sobre plano equatorial, positivo na direção de longitude 0° .
- **Eixo Y** sobre plano equatorial, positivo na direção de longitude 90° .
- **Eixo Z** é paralelo ao eixo de rotação da Terra e positivo na direção norte.
- **Origem** – localizada no centro de massas da Terra (geocentro). As coordenadas são nomeadas de geocêntricas, comumente utilizadas no posicionamento por satélites, e temos, a exemplo, o WGS84.

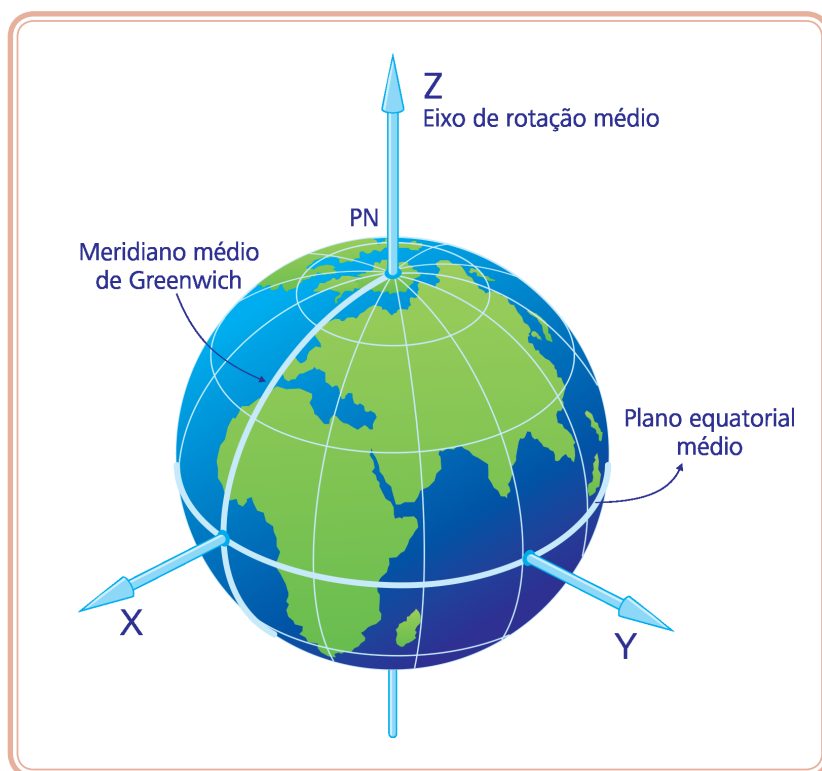


Figura 1.18: Sistema de coordenadas cartesianas associado ao sistema global

Fonte: CTISM, adaptado de Zanetti, 2007

1.7.1.2 Sistema de coordenadas geodésicas

Sem depender do método utilizado para a representação ou projeção de uma determinada superfície no plano, a adoção de uma superfície de referência que garanta uma concordância das coordenadas na superfície esférica da Terra é essencial. Com base nisto, deve ser realizada a escolha de uma figura geométrica regular, bem próxima das características geométricas da Terra, a qual possibilita, partindo de um sistema coordenado, localizar espacialmente as diversas feições topográficas. O resultado recebe o nome de elipsoide e as coordenadas pertinentes a ele são denominadas de latitude e longitude geodésicas.

As características de coordenadas geodésicas de um ponto "P" na superfície do elipsoide são descritas como:

- **Latitude geodésica** – ângulo calculado sobre o meridiano que passa por P, incluído entre a normal passante por P e o plano equatorial.
- **Longitude geodésica** – ângulo calculado sobre o plano equatorial, incluído entre o meridiano de Greenwich e o ponto P.
- **Altitude elipsoidal** – distância de P à superfície do elipsoide medida sobre a sua normal.

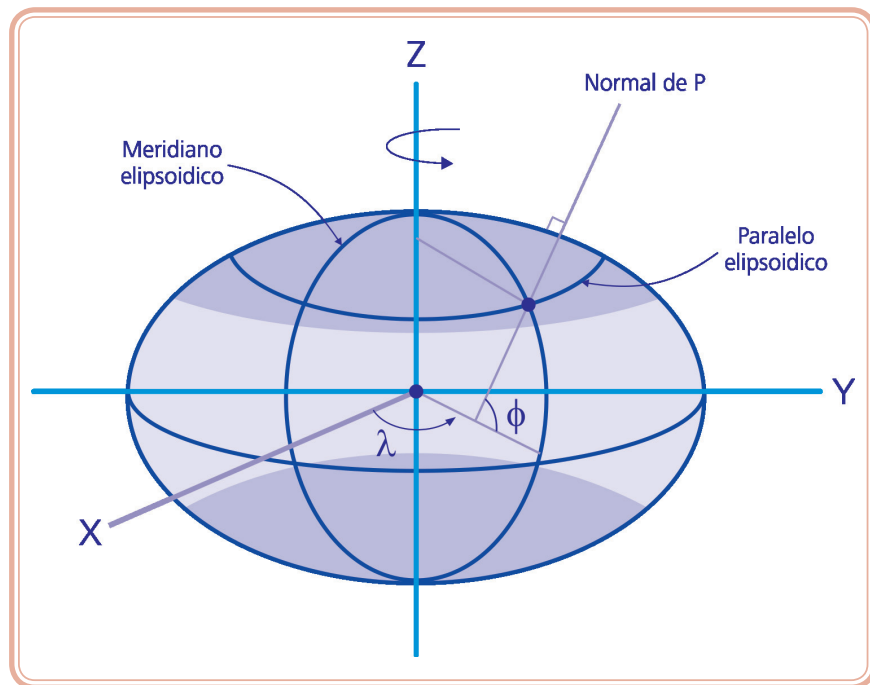


Figura 1.19: Coordenadas geodésicas

Fonte: CTISM, adaptado de Zanetti, 2007

Os planos de referência mais utilizados em geodésia para as altitudes são o **geoide** e o **elipsoide**.



A definição de geoide se dá pela superfície equipotencial, a qual se aproxima melhor do nível médio dos mares, ampliada aos continentes; e o elipsoide é a superfície matemática (concebida por uma elipse biaxial de revolução), a qual todos os cálculos geodésicos estão referidos.

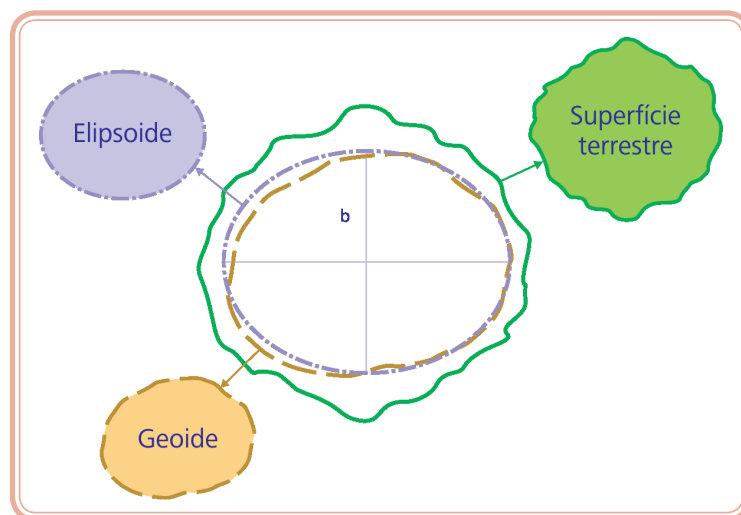


Figura 1.20: Comparação geoide e elipsoide

Fonte: CTISM, adaptado de IBGE, 2009

Em virtude de adequações matemáticas e facilidades de representação, é utilizada, em alguns casos, a esfera como uma aproximação do elipsoide.

São denominadas de altitudes elipsoidais as elevações referidas ao elipsoide. E exemplo deste caso é a obtenção dessas altitudes por GPS. As altitudes ortométricas são obtidas por nivelamento geométrico e são referidas ao geoide. A diferença entre as duas superfícies é conhecida por ondulação geoidal, obtida através de mapas de ondulação geoidais. A essa entidade se dá importância, devido ao sistema de altitudes utilizado no Brasil fazer referência ao geoide, sendo necessário o seu conhecimento para o cálculo das altitudes obtidas por GPS.

1.7.1.3 Sistema de coordenadas planas

As coordenadas referenciadas a um determinado sistema de referência geodésico podem ser representadas no plano por meio das ordenadas **Norte** e **Leste**. A representação das feições de uma superfície curva em plana é realizada através de conversões matemáticas chamadas de projeções. Variadas projeções poderão ser utilizadas na confecção de mapas. No Brasil, a mais usual é a Universal Transversa de Mercator (UTM).

1.7.2 Sistemas de referência geodésicos adotados no Brasil

Vejamos, agora, alguns dos sistemas de referência geodésico adotados no país nos últimos anos.

1.7.2.1 Córrego Alegre

A compilação final da rede Planimétrica do SGB passou por várias adequações, devido à necessidade do envolvimento ao qual era submetida, basicamente no que se relacionava aos sistemas geodésicos.

Antes da era computacional, as adequações eram realizadas com calculadoras mecânicas ou até com o uso da tábua de logaritmos. Dos ajustamentos de importância realizados nesta época, salienta-se o que definiu o sistema geodésico de referência Córrego Alegre, no qual foi adotado o método das equações de condições (método correlato). A determinação do vértice Córrego Alegre para ponto datum, bem como, a adoção do elipsoide internacional de Hayford para superfície matemática de referência, foram baseadas em determinações astronômicas realizadas na implantação da cadeia de triangulação em Santa Catarina. O posicionamento e orientação no ponto datum, vértice Córrego Alegre, foram efetuados astronomicamente.

Visando ao melhor conhecimento do geóide na região do ponto datum, foram determinadas 2113 estações gravimétricas em um raio em torno do ponto datum. Resultando destas pesquisas, foi elencado um novo ponto datum, o vértice Chuá, situado na mesma cadeia do anterior, e, por meio de um novo ajustamento, foi definido um novo sistema de referência, chamado de Astro Datum Chuá.

1.7.2.2 Astro Datum Chuá

O sistema denominado Astro Datum Chuá, com ponto origem no vértice Chuá e elipsoide de referência Hayford, foi concebido conforme a técnica de posicionamento astronômico visando a ser um ensaio prévio à implementação do SAD69. Executaria o papel de um sistema razoável a ser adotado uniformemente dos dados disponíveis na época. Ainda não seria o sistema “ótimo” para a América do Sul, pois faltava uma adaptação do sistema geóide-elipsoide possibilitando que as observações geodésicas terrestres pudessem ser restringidas à superfície do elipsoide. Considerando esta situação, por ser um sistema provisório, os elementos do desvio da vertical não foram considerados, sendo assim, foram adotados os pontos coincidentes entre geóide e elipsoide, no ajustamento das coordenadas em Astro Datum Chuá.

1.7.2.3 SAD69 (South American Datum 1969)

O SAD69 é um sistema geodésico regional de concepção clássica. A sua adoção pelos países sul-americanos foi recomendada em 1969 através de determinação do grupo de trabalho sobre o Datum Sul-americano, pelo Comitê de Geodésia reunido na XI Reunião Panamericana de Consulta sobre Cartografia. Tal indicação não foi seguida por unanimidade pelos países do continente, sendo em 1979 o ano da adoção oficial como sistema de referência para trabalhos de geodésia e cartografia desenvolvidos no Brasil.

A concepção do sistema foi completada através da disponibilização das coordenadas geodésicas do ponto origem e do azimute geodésico da direção inicial Chuá-Uberaba. Em virtude das limitações impostas pelos recursos de computação da época, a rede brasileira dividiu-se em 10 áreas de ajuste, e o processamento foi realizado em blocos. Os parâmetros abaixo foram adotados na concepção deste Sistema:

- Superfície de referência: Elipsoide Internacional de 1967(UGGI67).
Semieixo maior: 6378160 metros
Achatamento: 1/298.25

- Ponto datum: Vértice Chuá
Coordenadas geodésicas:
Latitude 19° 45' 41".6527 S
Longitude 48° 06' 04".0639 W
Azimute (Chuá – Uberaba) 271° 30' 04".05
- Altitude ortométrica: 763.28
- Orientação elipsoide-geoide no ponto datum: $\xi = 0.31$ $\eta = -3.52$ $N = 0$ m

1.7.2.4 SAD69 – realização 1996

O Departamento de Geodésia do IBGE possui a autoridade de determinação de estruturas geodésicas no Brasil. A utilização da técnica de posicionamento através do sistema de satélites GPS, visa à ampliação da sua concepção 'planimétrica', pois são determinadas ao mesmo tempo as três componentes definidoras de um ponto no espaço. Tal alteração nas metodologias de campo influenciou no processamento das respectivas observações, acarretando o reajustamento global da rede brasileira, implementando o sistema computacional GHOST, desenvolvido no Canadá para o Projeto North American Datum of 1983 (NAD-83). Junto com as observações GPS, as referentes à rede clássica também participaram do reajustamento, formando uma estrutura de 4759 estações contra 1285 ajustadas quando da definição do SAD69.

1.7.2.5 WGS84 (World Geodetic System 1984)

O WGS84, estabelecido pelo U.S. Department of Defense (DoD) desde 1960 com o objetivo de fornecer o posicionamento e navegação em qualquer parte do mundo, através de informações espaciais, é a quarta versão de sistema de referência geodésico global utilizando-se das efemérides operacionais do sistema GPS.

Na época de sua criação, a precisão métrica em função da limitação fornecida pela técnica observacional utilizada, o Doppler ocasionou uma série de refinamentos que foram feitos ao WGS84 nos últimos anos com o objetivo de melhorar a precisão de sua versão original. A rede terrestre de referência, contando somente com coordenadas de estações obtidas através de observações Doppler (posicionamento isolado) e efemérides precisas, WGS84, foi originalmente estabelecida em 1987.

Parâmetros de transformação entre SAD69 e outros sistemas de referência.

Quadro 1.2: Valores de diferença (metros)

Parâmetros/sistemas	Córrego Alegre	WGS84
Dx (m)	138,70	-66,87
Dy (m)	-164,40	4,37
Dz (m)	-34,40	-38,52

Fonte: IBGE, 2011

1.7.2.6 Atual Sistema Geodésico Brasileiro: SIRGAS2000

Em fevereiro de 2005, o IBGE, responsável pela definição, implantação e manutenção do Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), estabeleceu o **Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas** (SIRGAS) em sua realização do ano 2000 (SIRGAS2000) como novo sistema de referência geodésico para o SGB.

A oficialização do SIRGAS2000 no Brasil garante a qualidade dos levantamentos GPS, devido à necessidade de um sistema de referência geocêntrico compatível com a precisão dos métodos e técnicas de posicionamento atuais e com os demais sistemas adotados em outros países.

O SIRGAS2000 apresenta as seguintes características:

Sistema Geodésico de Referência: Sistema de Referência Terrestre Internacional – ITRS (*International Terrestrial Reference System*).

Figura geométrica para a Terra:

- Elipsoide do Sistema Geodésico de Referência de 1980 (*Geodetic Reference System 1980 – GRS80*)
Semieixo maior $a = 6.378.137$ m
Achatamento $f = 1/298,257222101$
Origem – centro de massa da Terra
- Orientação – polos e meridiano de referência consistentes em $\pm 0,005''$ com as direções definidas pelo BIH (*Bureau International de l'Heure*) em 1984,0.
- Estações de referência – as 21 estações da rede continental SIRGAS2000 estabelecidas no Brasil e a estação SMAR pertencente à rede Brasileira de Monitoramento Contínuo do Sistema GPS (RBMC).
- Época de referência – 2000,4.

- Materialização – estabelecida por meio de todas as estações que compõem a rede geodésica brasileira, implantadas a partir das estações de referência.
- Referencial altimétrico – coincidente com o plano equipotencial do campo da gravidade da Terra que contém o nível médio do mar definido pelas observações maregráficas tomadas no porto de Imbituba, no litoral de Santa Catarina, de 1949 a 1957.

Resumo

Nesta aula, aprendemos sobre os fundamentos básicos de cartografia geral, visando ao entendimento para o auxílio na compreensão do aluno sobre os diversos elementos que contemplam os documentos e ferramentas relacionados à representação da Terra, que são utilizados no georreferenciamento em fruticultura. Apresentamos os conceitos de mapas, cartas e plantas, entendemos o funcionamento das escalas e quais os tipos, compreendemos a aplicação dos sistemas de projeção cartográfica e quais as mais utilizadas, dando um destaque especial ao sistema de projeção UTM, muito utilizado nos mapeamentos com georreferenciamento. Finalizando este módulo, explicamos sobre os sistemas de referência geodésica mais utilizados no mundo e no Brasil, destacando que o SIRGAS2000 é o atualmente utilizado para mapeamentos no território brasileiro.

Atividades de aprendizagem

Aplicando os conhecimentos adquiridos, manipular a carta topográfica que encontra-se no endereço <http://estudio01.proj.ufsm.br/cte/carta>.



1. Observar a escala em que este documento foi plotado (impresso).
2. Calcular três distâncias reais sobre a carta, elencando pontos notáveis mapeados sobre a superfície.
3. Observar o sistema de coordenadas em que tal documento está compilado.
4. Calcular as coordenadas de três pontos notáveis mapeados sobre a superfície, com base no sistema de coordenadas.
5. Descrever qual o sistema geodésico de referência pelo qual o documento foi compilado.

Aula 2 – Sistemas de navegação global por satélites

Objetivos

Compreender o funcionamento dos sistemas de navegação global por satélites (*Global Navigation Satellite System* – GNSS) e aplicar essa tecnologia na fruticultura.

2.1 Notas introdutórias

A denominação GNSS (*Global Navigation Satellite System*) passou a esta denominação após a utilização simultânea com os sistemas GPS e GLONASS, posteriormente passou a ser designada de GNSS-2 quando acrescentou o sistema Galileo. Esse sistema é formado por uma constelação de satélites com cobertura global que envia sinais de posicionamento e tempo para usuários localizados em terra, no ar, ou no mar.

Os sistemas GNSS que podemos mencionar são tais quais:

- GPS (EUA).
- GLONASS (Rússia).
- Galileo (Europa).
- COMPASS (China).



Figura 2.1: Constelação dos satélites GNSS

Fonte: Weber, 2008

O funcionamento do GNSS é suportado por 3 segmentos principais: o segmento espacial, constituído pela constelação dos satélites e toda a tecnologia de comunicação de dados a partir deles; o segmento de controle, formado por um conjunto de estações terrestres, no qual funciona toda a inteligência e controle do sistema; e, o segmento de usuários, constituído pelos receptores GNSS e todas as técnicas e processos empregados pelos usuários em suas aplicações.

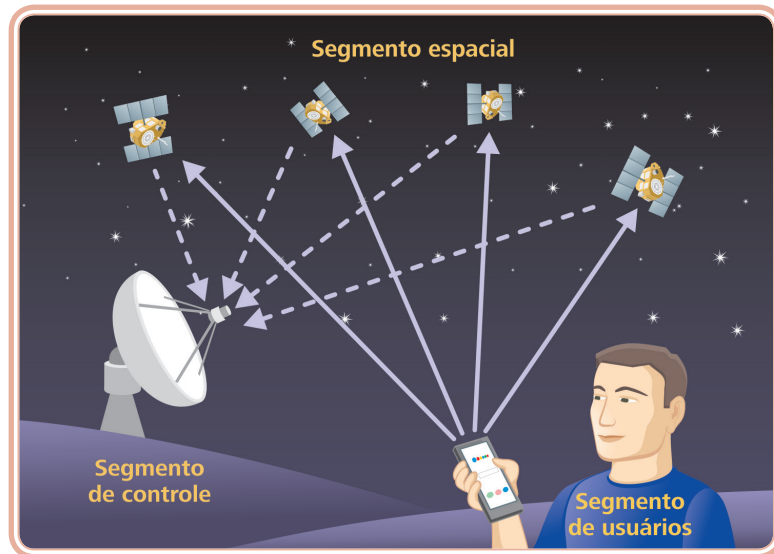


Figura 2.2: Os segmentos do GNSS

Fonte: CTISM, adaptado de <https://www.cultofsea.com/bridge-equipment/gps-global-positioning-system/>

Todos os componentes da constelação GNSS são equipados com um relógio atômico que possui emissão de sinal de tempo para os seus receptores, os quais, com isso, realizam os cálculos do tempo passado desde a emissão até o recebimento. Também enviam informações de suas posições quando transmitem o registro de tempo. O receptor calcula a localização, o recebimento do sinal de três deles e o posicionamento de um deles. A utilização de um quarto satélite serve para o cálculo da localização, que dispensa a utilização de um relógio atômico (SEBEM; MONGUILHOTT, 2010).

2.2 O sistema NAVSTAR

Também conhecido como NAVSTAR GPS (*NAVigation System with Time and Ranging – Global Positioning System*). Com a tradução para o Português, o sistema de posicionamento global também é conhecido como sistema de posicionamento por satélite, desenvolvido pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América – DoD (*Department of Defense*). É um sistema de rádio navegação por satélite que fornece a usuários que possuam equipa-

mento apropriado, coordenadas precisas de posicionamento tridimensional e informação sobre a navegação e o tempo. Possuía o propósito de ser o principal sistema de navegação das forças armadas americanas, e em razão da alta acurácia proporcionada e do alto nível tecnológico embutido nos aparelhos receptores GPS, uma grande comunidade de usuários do sistema surgiu dos mais variados segmentos do meio civil.

2.3 GPS (EUA)

O sistema GPS possibilita que um usuário, independente da posição em que se encontra no planeta, tenha sempre disponível o conjunto de, no mínimo, 4 satélites para serem rastreados, possibilitando a navegação em tempo real, sob qualquer condição meteorológica. Com base na medida das distâncias entre o usuário a cada um dos satélites rastreados, é possível calcular as coordenadas da antena do receptor em terra, no mesmo sistema de referência dos satélites.

Geometricamente, apenas três distâncias não pertencentes ao mesmo plano seriam aceitáveis para se determinar o posicionamento do usuário. Nessa situação, o problema se restringiria à solução de um sistema de três equações a três incógnitas. Uma quarta medida é indispensável em razão do não sincronismo entre os relógios dos satélites e dos receptores em poder dos usuários, o que junta uma incógnita à resolução.



Figura 2.3: Satélite GPS

Fonte: CTISM

Em 2009, o satélite GPS denominado IIR-20 (M) foi o primeiro satélite a transmitir a nova frequência L5, e desta forma, proporcionou o acesso prioritário sobre a mesma ao sistema GPS. A nova portadora L5 (1176,45 MHz) foi especificada para ser melhor que a L1 em vários aspectos: mais potente (6 dB); mais resistente à interferência; tem uma componente desprovida de dados, o que melhora a capacidade de rastreamento; melhor acurácia, mesmo com a presença de multicaminho; está localizada numa porção do espectro reservado para os serviços aeronáuticos de rádio-navegação (ARNS), sendo essencial para a aviação. Com a L5, temos a possibilidade de montar combinações que possibilitarão lidar muito melhor com ambiguidade e com os efeitos da ionosfera. Isso quer dizer resolver ambiguidades mais rapidamente, e sob condições mais difíceis.

A constelação (sistema) GPS conta com 31 SVs (*Space Vehicle*) operantes em órbita na presente data.

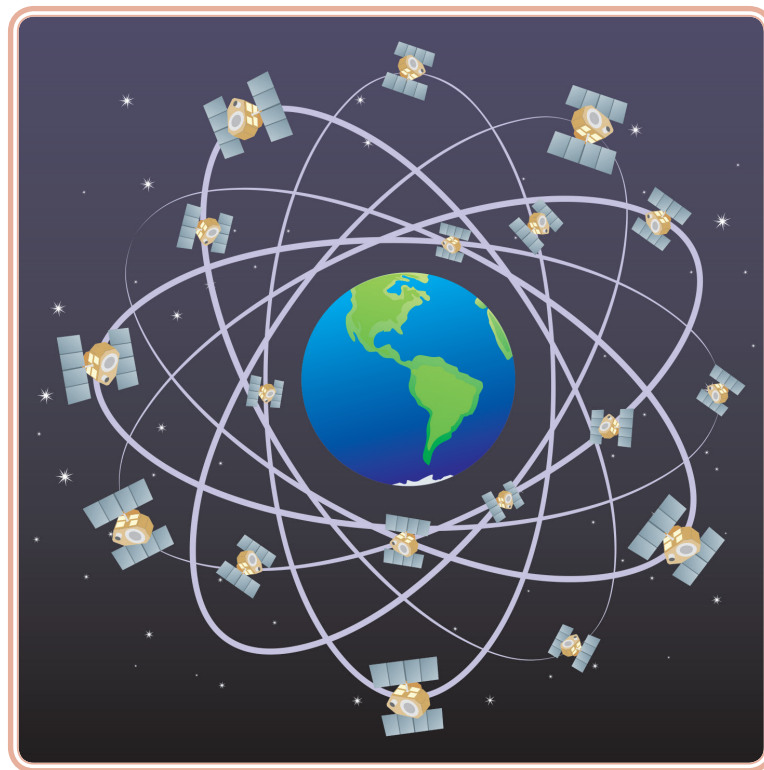


Figura 2.4: Constelação dos satélites GPS

Fonte: CTISM

2.4 Glonass (Rússia)

A Rússia, por sua vez, desenvolveu a tecnologia GNSS, a qual denominou de *Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema* ou Glonass. Projetada inicialmente com 24 satélites (com 3 de suporte reserva), estes foram alocados em 3 planos orbitais distribuídos a cada 110° , tendo 8 satélites a cada plano. Em meados dos anos 90, o Glonass esteve perto de sua configuração final, mas, devido a empecilhos econômicos e de conservação, nem todos os satélites permaneceram em operação. Também projetado para uso bélico, e disponibilizado para o uso civil gratuitamente, utiliza-se de 2 bandas L e com planos de ampliação para 3 em breve. Utiliza nas transmissões de informações o protocolo *Frequency Division Code Multiple Access* (FDMA), denominado FYS. Trabalha com dois níveis de precisão, um para uso militar nas dimensões de 20 m horizontal e 34 m vertical, e outro para uso civil com precisão de 100 m horizontal e 150 m vertical (SEBEM; MONGUILHOTT, 2010).

Próximo ao GPS, o sistema Glonass possibilita posicionamento 3D e velocidade, incluindo as informações de tempo, sob quaisquer condições de clima, concentrado localmente, regionalmente e global. O sistema foi arquitetado na década de 70 e, no momento, encontra-se sob a responsabilidade da *Russian Federation Space Forces* (Federação Russa das Forças Espaciais). Da mesma forma que o GPS, ele é composto pelos segmentos: espacial, de controle e dos usuários.

O segmento de controle é composto de: um sistema de controle centralizado que programa todas as funções do sistema; um sincronizador central que dissemina o sistema de tempo; um sistema de controle de frequência; 3 estações de comando e de rastreamento; e 1 unidade de campo para controle da navegação dos satélites.

O segmento espacial é constituído de um sistema de 24 satélites ativos e 1 de reserva. Eles são distribuídos em 3 planos orbitais separados de 120° e com inclinação de $64,8^\circ$. As órbitas aproximadamente circulares, com altitude da ordem de 19.100 km e período orbital de 11 horas e 15 minutos. Devido seu maior ângulo de inclinação, este sistema propicia uma melhor cobertura, em relação ao GPS, para as altas altitudes. Transmite os sinais também em duas bandas, denominadas L1 e L2. O processo de transmissão utiliza uma frequência para cada satélite que, no geral, é mais complexo, e, em alguns casos de posicionamento, menos preciso que o do GPS.

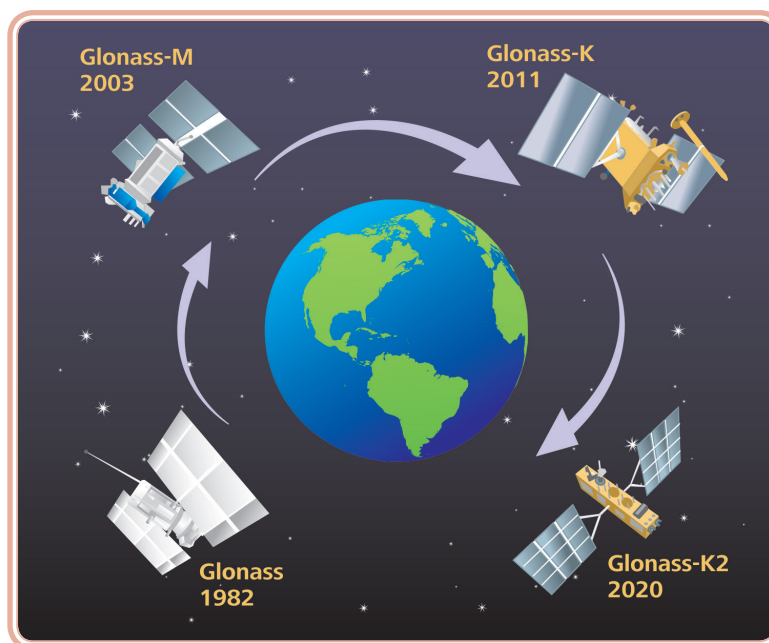


Figura 2.5: Evolução da constelação Glonass

Fonte: CTISM, adaptado de https://www.glonass-iac.ru/images/gnss/history_glonass_en.jpg

2.5 Galileu (Europa)

O Galileo é o sistema global de navegação por satélite da Europa, proporcionando um serviço de posicionamento global altamente preciso e garantido sob controle civil. É interoperável com GPS e Glonass, os sistemas de navegação por satélite globais dos EUA e da Rússia. Ao oferecer frequências duplas como padrão, o Galileo é configurado para fornecer precisão de posicionamento em tempo real (*Europa Space Agency – ESA, 2016*).

O sistema Galileo totalmente implantado consistirá em 24 satélites operacionais e seis unidades a mais em órbita, posicionadas em três planos circulares de órbita terrestre média (MEO) a 23.222 km de altitude acima da Terra e numa inclinação dos planos orbitais de 56 graus para o Equador.

Os serviços iniciais estão sendo disponibilizados até o final de 2016. Então, à medida que a constelação for construída além disso, novos serviços serão testados e disponibilizados, com a conclusão do sistema agendada para 2020.

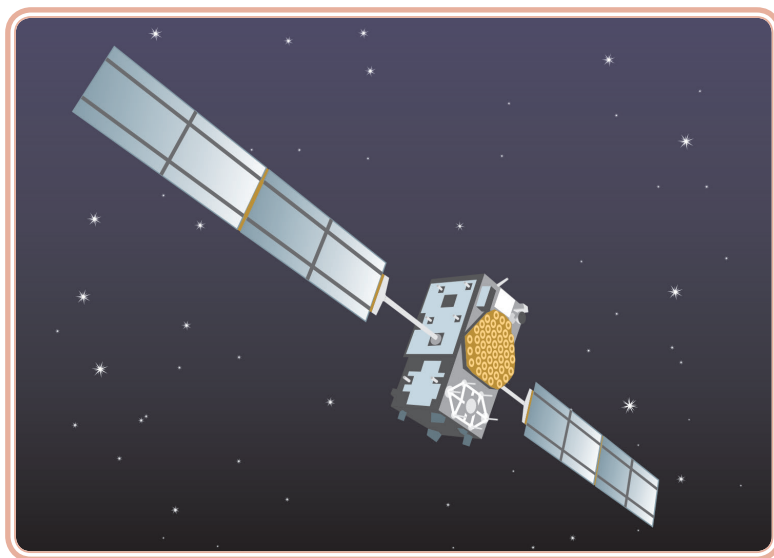


Figura 2.6: Satélite Galileo

Fonte: CTISM, adaptado de http://m.esa.int/var/esa/storage/images/esa_multimedia/images/2011/10/galileo_in-orbit_validation_satellite2/9765288-3-eng-GB/Galileo_In-Orbit_Validation_satellite_article_mob.jpg

2.6 Compass (China)

A constelação espacial do Sistema de Navegação por Satélite BeiDou (BDS) (ou *Compass* em inglês) possui 35 satélites para fornecer serviços abertos aos usuários globais. Com uma constelação de espaço de 14 satélites operacionais em órbita, o BDS está em pleno funcionamento para prestar serviços à maior parte da região Ásia-Pacífico desde 27 de dezembro de 2012 (BEIDOU NAVIGATION SATELLITE SYSTEM, 2016).

O atual segmento espacial BDS é composto por 5 satélites GEO, 5 satélites IGSO (ambos operando em órbita com uma altitude de 35.786 quilômetros) e 4 satélites MEO (operando em órbita com uma altitude de 21.528 quilômetros). O segmento de controle de solo consiste na estação de controle mestre (MCS), estações de sincronização e de monitoramento. O segmento de usuário engloba vários tipos de terminais BDS, incluindo aqueles compatíveis com outros sistemas de navegação (BEIDOU NAVIGATION SATELLITE SYSTEM, 2016).

Resumo

Nesta aula, aprendemos sobre o funcionamento dos Sistemas de Navegação Global por Satélites (GNSS), essencial para a compreensão e manipulação de dados georreferenciados para a aplicação em fruticultura. Estudamos que a composição destes sistemas se dá por 3 segmentos principais, que são: o

segmento espacial, o segmento de controle e o segmento de usuários, no qual estão situados todos os operadores e tecnologias que utilizam estes sistemas, inclusive nós. Conhecemos as principais constelações disponíveis para utilização nos dias de hoje, como GPS e Glonass, e algumas em fase de expansão, como Galileu e Compass (BEIDOU NAVIGATION SATELLITE SYSTEM, 2016).



Atividades de aprendizagem

Com a finalidade de fixar os conhecimentos apresentados nesta aula, manipular o receptor GNSS de navegação disponibilizado para as aulas práticas, e com a finalidade de identificação de satélites.

- 1.** Ligar o receptor.
- 2.** Acessar a tela de identificação de satélites.
- 3.** Verificar o número de satélites e os tipos de constelação.
- 4.** Verificar a intensidade do sinal, e neste momento, alternar o ambiente onde está realizando a coleta das informações (ambiente fechado, coberto e ambiente aberto).
- 5.** Observar dados calculados pelo receptor como coordenadas, elevação, precisão posicional da coordenada, em função do ambiente escolhido para a coleta.

Aula 3 – GPS/GNSS de navegação

Objetivos

Utilizar receptores GPS/GNSS de navegação na coleta de dados para a fruticultura.

3.1 Modelo e marca do receptor

Receptor Garmin modelo Etrex 20.

3.2 Configurações básicas padrão

Ao apresentar o receptor, destacamos os principais itens de sua interface:



Figura 3.1: Receptor Garmin modelo Etrex 20 – vista frontal e traseira

Fonte: Garmin, adaptado por CTISM

Legenda:

1. Botões de zoom
2. Botão voltar
3. Botão Trumb Stick®

4. Botão menu
5. Botão ligar/desligar
6. Porta mini USB – atrás da capa protetora
7. Tapa compartimento para pilhas
8. Anel para aperto da tampa do item 7
9. Suporte para fixação

3.3 Utilização dos botões do Etrex 20

- **Thumb Stick** – alterna as direções visando ao deslocamento sobre o mapa. Quando pressionado, vira opção de seleção do item em destaque.
- **Back** – se necessário retornar ao item anterior, pressione **Voltar (Back)**, acessando, novamente, o menu anterior.
- **Menu** – acessar a opção **Menu** para visualizar as opções do item acionado.
- **Acima/abaixo** – utilize ▲ e ▼ visando a aproximar ou a reduzir a opção de *zoom*.
- **Light** – botão Light para ligar luz do *display*.

3.4 Identificando sinais de satélite

Ao ligar o receptor, este inicia a aquisição de satélites. Em virtude da disponibilidade do ambiente, com horizonte livre de obstruções (ambientes abertos) o mesmo mostrará quais os SV (satélites) adquiridos no momento. Para acessar a visualização do sinal:

Selecione **Menu > Satélite**.

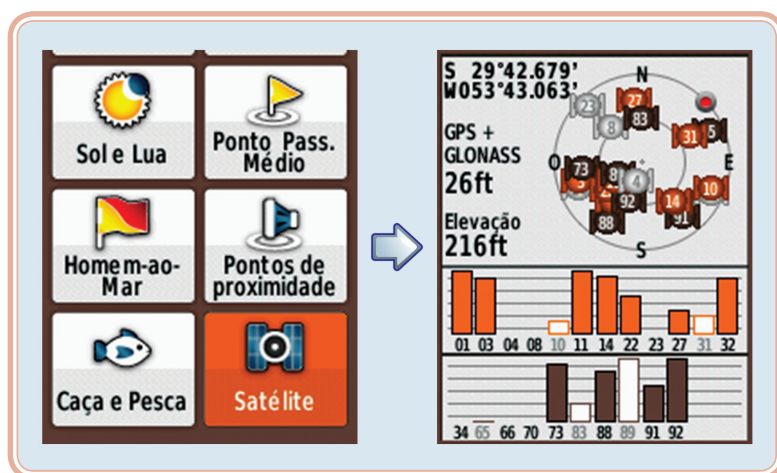


Figura 3.2: Acesso à tela de identificação de satélites do Etrex 20

Fonte: Garmin, adaptado por CTISM

3.5 Definições do sistema

Selecione **Configuração > Sistema**.



Figura 3.3: Acesso à tela de configuração do sistema

Fonte: Garmin, adaptado por CTISM

- **GPS + GLONASS** – define o GPS para coleta das duas constelações.
- **WAAS/EGNOS** (*Wide Area Aumentation System/European Geostationary Navigation Overlay Service*), ou modo demo (GPS desligado).
- **Idioma** – define o idioma do texto no dispositivo.

A mudança do idioma do texto não implica a mudança do idioma dos dados introduzidos pelo utilizador ou dos dados do mapa, por exemplo, os nomes das ruas.



- **Tipo de pilha** – permite seleccionar o tipo de pilha AA que está sendo utilizado.

3.6 Definições do Ecrã

Selecione **Configuração > Ecrã**.



Figura 3.4: Acesso à tela de configuração do Ecrã

Fonte: Garmin, adaptado por CTISM

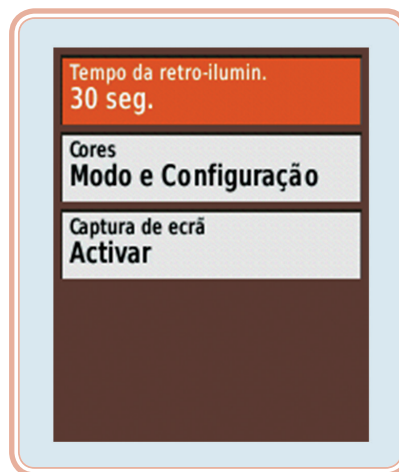


Figura 3.5: Configuração do Ecrã

Fonte: Garmin, adaptado por CTISM

- **Tempo da retroiluminação** – tempo de iluminação do visor quando acionado.
- **Modo** – estilos de cores diurno e noturno, conforme a posição solar do local em que se encontra o receptor, podendo ser configurados em:

Cor de fundo no modo diurno

Cor de destaque diurna

Cor de fundo no modo noturno

Cor de destaque noturno

3.7 Definições do mapa

Selecione **Configuração > Mapa**.



Figura 3.6: Acesso à tela de configuração do Mapa

Fonte: Garmin, adaptado por CTISM



Figura 3.7: Acesso à tela de configuração do Mapa

Fonte: Garmin, adaptado por CTISM

- **Orientação** – define a forma de apresentação do mapa na página, podendo ser: Norte no Topo, Trajeto para cima ou Modo automóvel.
- **Texto de orientação** – direção do texto.
- **Campos de dados** – informações apresentadas no mapa.
- **Configuração avançada do mapa** – apresenta opções sobre o nível de detalhamento do mapa.

3.8 Definição do formato da posição

Selecione **Configuração > Formato** da posição.



Figura 3.8: Tela de configuração do Formato da posição

Fonte: Garmin, adaptado por CTISM

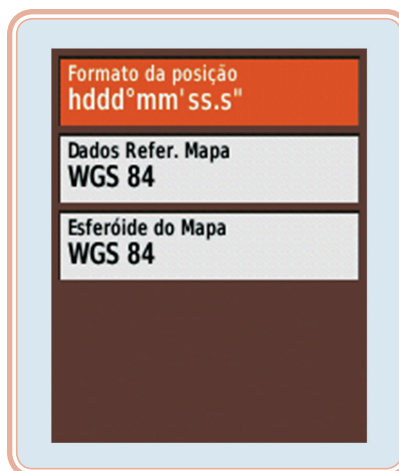


Figura 3.9: Tela de configuração do Formato da posição

Fonte: Garmin, adaptado por CTISM

- **Formato da posição** – configuração do estilo em que a leitura da posição será mostrada (coordenadas).
- **Dados de referência do mapa** – oferece o sistema de coordenadas a ser demonstrado.
- **Esferoide do mapa** – sistema geodésico de referência para escolher. O padrão é o WGS-84, utilizado mundialmente.

3.9 Técnicas de demarcação de pontos

Para a realização das técnicas de demarcação de pontos, podemos elencar os três tipos básicos de armazenamento: Pontos de passagem, Rotas e Trajetos.

3.9.1 Pontos de passagem

Relacionam-se as posições (pontos específicos) que serão registradas no receptor.

3.9.1.1 Criando pontos de passagem

- Selecione **Menu > Marcar Ponto**.
- Verifique a coordenada da posição atual registrada e, se necessário, altere os dados das coordenadas, nomes e ícones.
- Para visualizar, clique em **Mapa**.
- Após confirmadas as informações, clique em **Concluído** para armazenar a posição coletada.



Figura 3.10: Acesso à tela de criação de ponto de passagem

Fonte: Garmin, adaptado por CTISM

3.9.1.2 Procurar um ponto de passagem

a) Selecione **Para Onde? > Pontos de passagem**.



Figura 3.11: Acesso à tela de procura de Pontos de passagem

Fonte: Garmin, adaptado por CTISM



Figura 3.12: Tela de localização de pontos de passagem

Fonte: Garmin, adaptado por CTISM

3.9.1.3 Editar um ponto de passagem

a) Para utilização, acesse **Menu > Gestor de pontos de passagem**.

b) Escolha o ponto de passagem a ser editado.

c) Altere os dados.

d) **Concluído.**

3.9.1.4 Eliminar um ponto de passagem

- a) Acesse **Menu > Gestor de pontos de passagem**.
- b) Escolha o ponto de passagem e logo: **Menu > Eliminar > Sim**.

3.9.2 Rotas

A rota é um caminho obtido pela sequência de pontos de passagem, com ponto inicial e ponto final.

3.9.2.1 Criando uma rota

- a) Acesse **Planificador de rotas > Criar rota > selecionar 1º ponto**.
- b) Após **Utilize > Selecionar próximo ponto**.
- c) Repita os passos a e b até a rota ficar concluída.
- d) Selecione **Voltar** para armazenar a rota.



Figura 3.13: Acesso à tela de criação de rota

Fonte: Garmin, adaptado por CTISM

3.9.2.2 Editar o nome de uma rota

- a) Selecione **Planificador de Rotas > Selecione uma rota > mudar o nome**.
- b) Acesse **Concluído**.

3.9.2.3 Editar uma rota

- a) Acesse **Planificador de rotas**.
- b) Escolha uma rota.
- c) **Editar rota**.

d) Selecione um ponto e escolha uma opção:

- **Rever**, para ver o ponto no mapa.
- **Descer** ou **subir**, para alterar a ordem dos pontos na rota.
- **Inserir**, para adicionar um ponto adicional à rota.
- Para retirar o ponto da rota, selecione **Retirar**.
- **Voltar**, para armazenar a rota.



Figura 3.14: Tela de edição de rota

Fonte: Garmin, adaptado por CTISM

3.9.2.4 Visualizar uma rota no mapa

a) Acesse **Planificador de rotas > Ver mapa**.



Figura 3.15: Tela de visualização de Rota

Fonte: Garmin, adaptado por CTISM

3.9.2.5 Eliminar uma rota

a) Acesse **Planificador de rotas > Eliminar rota**.

3.9.2.6 Visualizar a rota ativa

a) Quando a navegação de uma rota estiver ativa, selecione **Rota ativa**.

3.9.2.7 Inverter uma rota

a) Acesse **Planificador de rotas > Inverter rota**.

3.9.3 Trajetos

O chamado **trajeto**, nada mais é do que o registro do deslocamento feito com o receptor ligado (somatório de vários pontos de passagem), e este contém as informações como hora, localização, elevação, nome do arquivo, etc.

3.9.3.1 Gravar registros de trajetos

a) Selecione **Configuração > Trajetos > Registro de trajetos**.



Figura 3.16: Tela de visualização de trajetos

Fonte: Garmin, adaptado por CTISM



Figura 3.17: Tela de configuração de trajetos

Fonte: Garmin, adaptado por CTISM

b) Para visualizar, acesse **Gravar, não mostrar ou gravar, Mostrar no mapa**.

c) Selecione **Método de Gravação** (Auto, Distância ou Tempo).

- **Auto** – registra trajetos a uma velocidade variável.
- **Distância** – registra trajetos a uma distância especificada.
- **Tempo** – registra trajetos por um tempo especificado.

d) Escolha o **Intervalo de gravação** (e uma das opções).

- **Maior frequência** – registra trajetos com pequena taxa de coleta.
- **Menor frequência** – registra trajetos com grande taxa de coleta.



A utilização de intervalo mais frequente permite o maior detalhe de trajeto, mas enche a memória do dispositivo mais rapidamente.

e) Informe o **Tempo** ou a **Distância** e selecione **Concluído**.

3.9.3.2 Salvar o trajeto atual

O trajeto salvo corresponderá ao trajeto ativo.

a) Opção **Gestor de trajecto > Trajecto atual**.

b) Escolha o trajeto e depois **Guardar trajecto**.

c) Caso não queira todo o trajeto, escolha a opção **Guardar parte**.

3.9.3.3 Ver dados do trajeto

a) Opção **Gestor de trajeto > seleccionar o trajeto**.

b) Opção **Ver mapa**. Serão assinalados **início** e **fim**.

c) Opção **Menu > Rever trajeto**.

3.9.3.4 Arquivar um trajeto salvo anteriormente

Esta ferramenta auxilia na economia de espaço na memória.

a) Opção **Gestor de trajeto > selecione o trajeto > Guardar trajeto**.



Figura 3.18: Acesso à tela de arquivamento de trajetos

Fonte: Garmin, adaptado por CTISM



Figura 3.19: Arquivamento de trajetos

Fonte: Garmin, adaptado por CTISM

3.9.3.5 Limpar o trajeto atual

a) Opção **Configuração > Repor > Eliminar trajeto atual > Sim.**

3.9.3.6 Eliminar um trajeto

a) Opção **Gestor de trajeto > selecione o trajeto > Eliminar > Sim.**

3.10 Navegação

Para navegar por uma rota, trajeto ou ponto de passagem ou para qualquer localização armazenada no dispositivo, utilizam-se as ferramentas **Mapa** ou **Bússola**, que farão a orientação e auxílio até o seu destino procurado.

3.10.1 Navegar até um destino

a) Opção **Para Onde? > escolher categoria > escolher destino > e opção IR.**

b) Siga as orientações sobre o mapa ou bússola em uma linha magenta.



Figura 3.20: Navegação pelo mapa e pela bússola

Fonte: Garmin, adaptado por CTISM

3.10.2 Parar a navegação

a) Opção **Para Onde? > Parar a navegação.**

3.11 Mapa

- Sua posição é indicada pelo ícone (Figura 3.21).

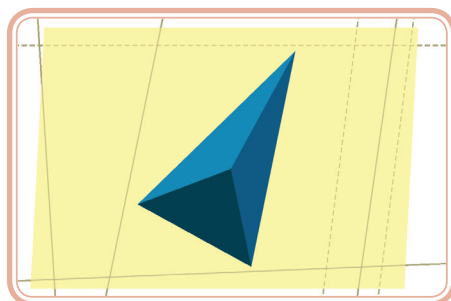


Figura 3.21: Ícone de posicionamento

Fonte: Garmin, adaptado por CTISM

- Quando ocorre algum deslocamento, o ícone move-se.
- Quando se navega até um destino, a sua rota é marcada por uma linha magenta no mapa.



Figura 3.21: Tela de navegação no mapa

Fonte: Garmin, adaptado por CTISM

3.11.1 Procurar no mapa

a) Acesse **Mapa** e escolha uma das opções:

- **Thumb Stick** para obter uma panorâmica do mapa.
- ▲ e ▼ para modificar o *zoom* no mapa.
- Selecione um local no mapa e, na barra, na parte superior do visor, aparecerão as informações do objeto.

3.12 Bússola

A utilização da bússola é dada por um ponteiro de rumo ou um ponteiro de percurso para navegar para o seu destino.

3.12.1 Navegar com o ponteiro de rumo

Ao navegar para um destino, o ponteiro do rumo aponta para o seu destino, independentemente da direção para onde se desloca.

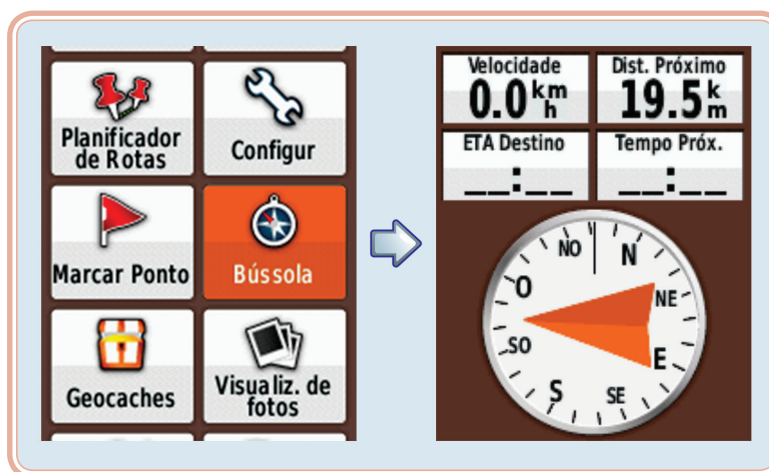


Figura 3.22: Tela de navegação na bússola pelo rumo

Fonte: Garmin, adaptado por CTISM

- a) **Iniciar navegação** para um destino.
- b) Selecione **Bússola**.
- c) Gire até que aponte em direção ao topo da bússola e continue a deslocar-se nessa direção até o destino.

3.12.2 Navegar com o ponteiro de percurso

Altere a definição de ponteiro para **Rumo** antes de poder navegar com o ponteiro de percurso. O ponteiro de percurso é mais útil se estiver em navegação náutica ou quando não existem grandes obstáculos no seu caminho.

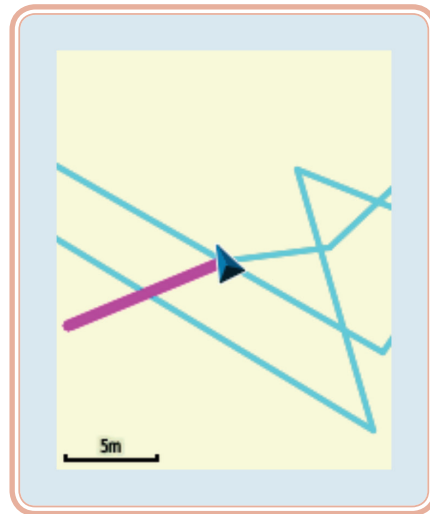


Figura 3.23: Tela de navegação por percurso

Fonte: Garmin, adaptado por CTISM

- a) Iniciar navegação para um destino.
- b) Opção **Bússola**.
- c) Utilize o ponteiro de percurso para navegar para o destino.

3.13 Cálculos de distâncias e áreas

Para proceder no menu que calcula áreas e distâncias, é necessário acessar o menu **Cálculo de área**, conforme descrito na Figura 3.24.

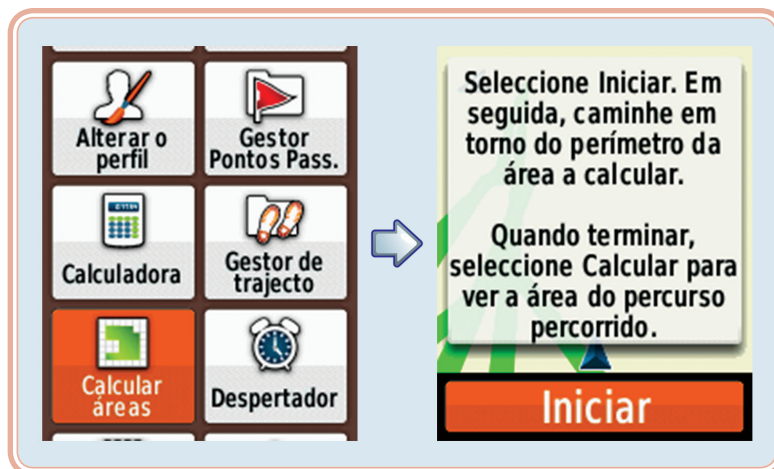


Figura 3.24: Tela de cálculo de área

Fonte: Garmin, adaptado por CTISM

3.13.1 Calcular as dimensões de uma área

- a) Opção **Cálculo da área > Iniciar**.

- b)** Caminhe em torno do perímetro da área que pretende medir.
- c)** Opção **Calcular** quando terminar.

Resumo

Nesta aula, aprendemos a realizar a coleta de dados georreferenciados utilizando receptores GNSS de navegação. Manipulamos tais receptores visando à verificação do número de satélites, tipos de constelação e intensidade do sinal. Também abordamos as configurações básicas do sistema operacional do receptor, menus de visualização, configurações de tela e definições de tipos de coordenadas e formato de posição. Falamos sobre as técnicas de demarcação de pontos, armazenamento e gerenciamento (salvar, renomear, excluir) e também sobre a procura por pontos já levantados. Ao final, foram verificadas as configurações finais de bússola e navegação, bem como o cálculo de distâncias e áreas. Tais ferramentas são essenciais na aplicação e no uso de dados georreferenciados na fruticultura.



Atividades de aprendizagem

Com a finalidade de fixar os conhecimentos apresentados nesta aula, realizar a coleta de dados georreferenciados e o receptor GNSS de navegação disponibilizado para as aulas práticas, com a finalidade de aplicar as técnicas apresentadas:

- 1.** Realizar em um *croqui*, um planejamento de pontos a serem coletados, distribuídos dentro da área do Campus (preferentemente nas proximidades do prédio da sala de aula e pontos com, no mínimo, 50 metros de distância). Ex.: cantos de quadras, canteiros, rotatórias, etc.
- 2.** Coletar de 10 a 15 pontos de passagem na área objeto de estudo. Gravar com nomes identificáveis.
- 3.** Coletar 3 rotas. Gravar com nomes identificáveis.
- 4.** Medir a área de três locais elencados. Ex.: canteiros, quadras, estacionamentos, etc.
- 5.** Apresentar as coordenadas em uma planilha dos pontos de passagem, descrevendo nome, latitude, longitude e elevação.
- 6.** Apresentar extensões de rotas e valores de áreas medidas em planilha.

Aula 4 – GPS Trackmaker®, ProjetoTracksource®, Google Earth®

Objetivos

Conhecer os aplicativos usados na transmissão de dados entre receptores GPS/GNSS.

4.1 GPS Trackmaker®

O software GPS TrackMaker®, nos dias atuais, é utilizado em diversos países e tem por finalidade proporcionar a utilização aos usuários que desejam empregar o GPS de forma profissional. É capaz de traçar mapas com detalhamento a partir dos dados coletados pelo GPS, tendo interface de integração com o Google Maps™ e Google Earth™, o que possibilita a utilização de imagens gratuitas de satélite. O GPS TrackMaker® proporciona a comunicação bidirecional de dados entre o GPS e as interfaces de comunicação com computadores, além de viabilizar a alteração dos dados e o armazenamento em disco.

As informações coletadas dos satélites são repassadas para o computador como *waypoints*, trilhas (*tracklogs*) e rotas (*routes*). O programa GPS TrackMaker® faz o reconhecimento destas informações, dando ao utilizador a possibilidade de edição gráfica e de uma maneira simples.



Figura 4.1: Logomarca TrackMaker

Fonte: TrackMaker, 2016

4.1.1 Recursos

Os principais recursos do GPS TrackMaker® são (os dados a seguir estão descritos conforme o fabricante do programa):

- Mapas vetoriais de fundo de alta velocidade.
- Com o auxílio de um cabo de dados, o programa faz a comunicação entre o computador e o GPS através de uma porta serial disponível.
- Cria, edita e apaga trilhas, rotas e *waypoints* de forma gráfica e intuitiva.
- Possui um banco de dados com mais de 250 diferentes parâmetros de datum.
- Os dados podem ser gravados em diversos formatos vetoriais.
- Rotulação automática de trilhas e rotas.
- Possibilita a inserção de imagens digitalizadas de mapas e fotos no fundo da tela e a impressão dos dados por cima, bem como a navegação total, com *zoom* e arraste.
- Calcula comprimento cartográfico e velocidade instantânea e média nas trilhas.
- Velocidades e comprimentos em diversas unidades de medida.
- Função de *zoom in*, *zoom out* e *zoom* para uma área específica.
- Movimenta todo o mapa desenhado, somente com o botão direito do *mouse*.
- Impressão de mais de 200 ícones coloridos.
- Exibe na tela o *waypoint* em diversos estilos diferentes.
- Possibilita a mudança de cor de fundo, das linhas de grade, dos *waypoints* e trilhas.
- Possibilita apagar dados de forma seletiva, por exclusão ou por inclusão.

- Função GPS Macro especialmente criada para eliminar *waypoints* distantes de uma rota definida pelo usuário, sendo útil para quem deseja viajar com o GPS.
- Função de autocarregamento que permite carregar o mapa do catálogo na Navegação em Tempo Real (RTN).
- Suporte para diversos sistemas retangulares de coordenadas: UTM, *British National Grid*, *Irish National Grid*, *Swiss Grid*, *Swedish Grid*, *New Zealand Grid*, *Finnish Grid*, *Dutch Grid*, etc.
- Função grade verdadeira que possibilita visualizar sistemas retangulares sem deformações.
- Suporte para trilhas preenchidas e escaláveis.
- Fontes escaláveis: o texto dos *waypoints* cresce de acordo com a escala da tela.
- Suporte para data, altitude e rotação nos *waypoints*.
- Suporte para altitude e data nas trilhas.
- Funções desfazer, copiar, recortar e colar.
- Possibilidade de enviar ao GPS somente os dados selecionados.
- Arraste de *waypoints*, *tracklogs* e rotas através do *mouse*.
- Suporte para GPS Garmin®.
- Suporte para GPS Magellan®.
- Suporte para GPS Lowrance/Eagle®.
- Suporte para GPS MLR®.
- Suporte para GPS Brunton®/Silva®.
- Suporte para rastreadores veiculares da Geo Studio.

- Protocolo NMEA0183 para navegação em tempo real.
- Suporte para diversos idiomas.

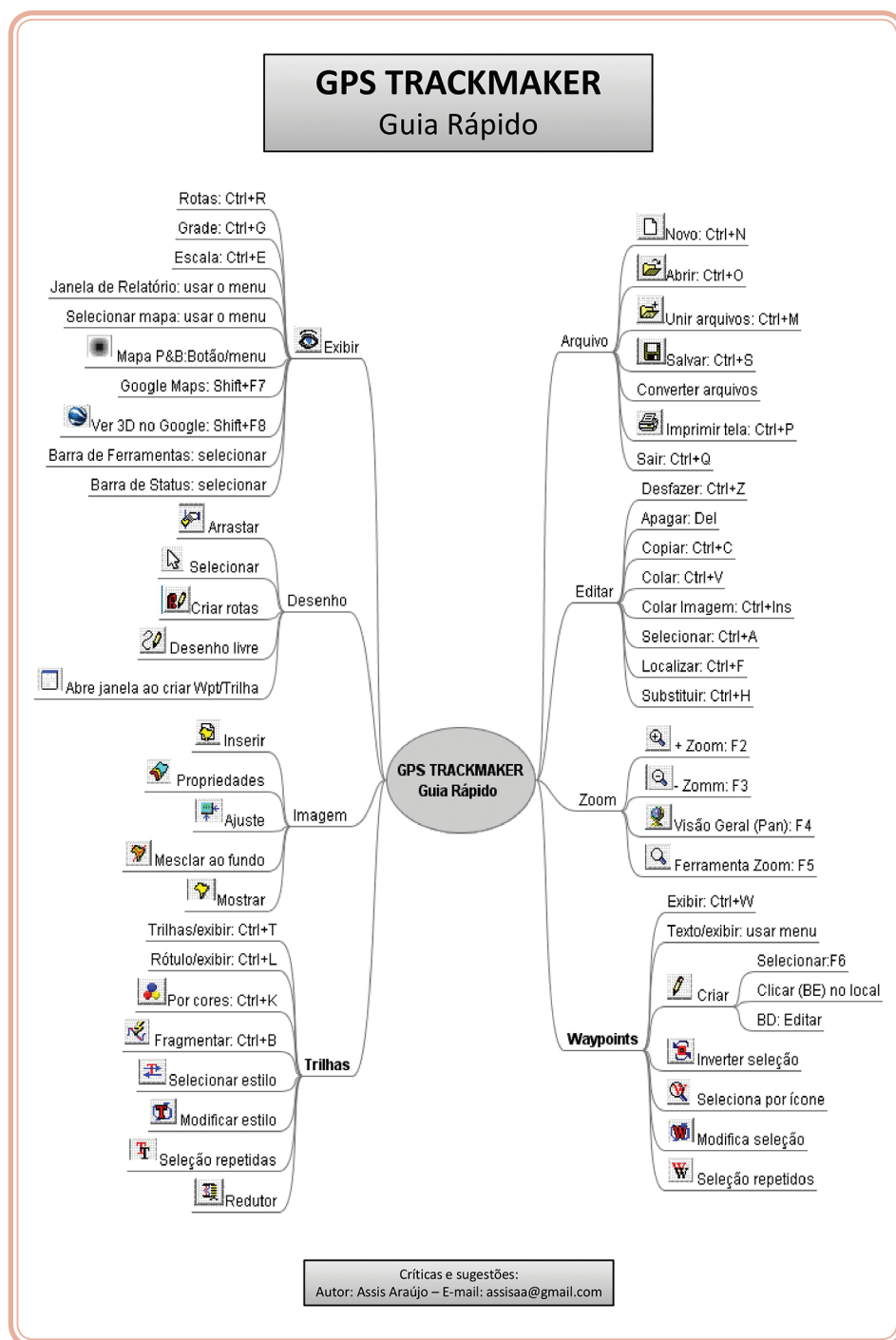


Figura 4.2. Funções e menus principais do GPS Trackmaker
Fonte: TrackMaker, 2016

4.1.2 Versões

Atualmente, o programa oferece duas versões de compatibilidade a serem utilizadas.

- **GPS TrackMaker® Grátis** – versão 13.9 – versão livre, disponível para *download* e utilização sem aquisição de licença de uso. Funções limitadas com relação à versão paga, que oferece mais recursos.
- **GTM PRO®** – versão 4.9 – versão completa do programa, sendo necessária a aquisição de licença, estando disponíveis maiores funcionalidades que a versão gratuita.

4.2 ProjetoTracksource®

O Tracksource é um projeto colaborativo e voluntário que tem por objetivo criar e distribuir gratuitamente mapas do Brasil para uso em GPS Garmin e compatíveis, *smartphones*, *tablets* e computadores com navegador 7Ways ou Navitel (Tracksource.org, 2016).

O Tracksource é uma associação livre de usuários, que se organizaram voluntariamente, com o objetivo de produzir mapas do Brasil para uso em GPS. Através deste *site*, informações levantadas pelos usuários são encaminhadas a desenvolvedores que atualizam os mapas e periodicamente os publicam para serem baixados por toda a comunidade.

Em constante evolução, desde que foi criado em 2002, hoje o Tracksource é um dos maiores projetos deste gênero no mundo, conta com milhares de colaboradores, centenas de desenvolvedores e produz os melhores, mais completos e atualizados mapas do Brasil para GPS.

Atualmente, produz mapas para uso em GPS da marca Garmin, em *smartphones* e computadores com navegador 7Ways ou Navitel, em outros navegadores que utilizem *softwares* compatíveis com estas plataformas, como também mapas para uso no computador, compatíveis com os *softwares* MapSource e TrackMaker (Tracksource.org, 2016).

4.2.1 Método de funcionamento

A unidade básica para o desenvolvimento compartilhado dos mapas é o município.

Usuários voluntários se cadastram como Desenvolvedores Municipais (DM), recebem o mapa base correspondente e tornam-se responsáveis pelo desenvolvimento no município.

Em cada estado, a área em que não existem DMs cadastrados fica sob a responsabilidade de um Desenvolvedor Estadual (DE), que também gerencia os DMs do estado e cuida da integração dos diversos mapas existentes.

Assim, o mapa do Brasil é como um grande quebra-cabeça, onde cada peça fica sob a guarda de um voluntário, que se responsabiliza por desenvolver o mapa e também por receber e incluir as contribuições da comunidade para a área.

O *site* do Tracksource é o repositório de todos estes mapas e contribuições, contando com toda uma estrutura de funções para o tráfego de informações com os desenvolvedores, armazenamento e *backup* dos dados.

Contribuições recebidas são automaticamente encaminhadas aos DMs e DEs correspondentes, que formatam no padrão do projeto, atualizam os mapas que estão sob sua guarda e os enviam para a base de dados do *site*.

Periodicamente, os mapas que foram atualizados no *site* são processados por compiladores regionais, que montam todas as peças do quebra-cabeça, convertem no formato específico para GPS e publicam os instaladores no *site* para que toda a comunidade possa baixar e utilizar gratuitamente.

A gerência deste processo, bem como a compilação, desenvolvimento do *site*, dos bancos de dados e das ferramentas do projeto é feita pela equipe de coordenação (Tracksource.org, 2016).

4.2.2 Produção de mapas

Mensalmente, por volta do dia 15, são publicadas versões atualizadas dos seguintes mapas (Tracksource.org, 2016):

- **TRC-Brasil** – Mapa Roteável Completo do Brasil, que contém os dados rodoviários de cada Estado, complementado por dados urbanos detalhados dos municípios que já foram adequados ao roteamento.
- **Versão para PC** – para ser instalado em um PC-Windows que disponha do *software* Mapsource da Garmin. Posteriormente, usando este *software*, pode ser consultado no computador ou transferido para o GPS.
- **Versão para MAC** – para ser instalado em um computador MAC que disponha do *software* Mapinstall da Garmin. Posteriormente, usando este *software*, pode ser consultado no computador ou transferido para o GPS.
- **Versão para cartão SD** – arquivo pronto que pode ser copiado diretamente para a pasta /Garmin em um cartão SD ou na memória interna de aparelhos GPS que utilizem cartão ou que funcionem como um *mass storage device*, quando conectados a um computador.
- **Versão para 7Ways** – arquivos prontos das quadrículas, que podem ser copiados diretamente para a pasta 7ways/Maps na memória de *smartphones* que utilizem o *software* de navegação 7Ways.
- **Versão para Navitel** – arquivos prontos das quadrículas, que podem ser copiados diretamente para a pasta /NavitelContent/Maps na memória de *smartphones* que utilizem o *software* de navegação Navitel.
- **TRC-GTM** – mesmo mapa do TRC-Brasil, porém para ser instalado em PC-Windows que disponha do *software* TrackMaker. Funciona como um mapa de fundo no TrackMaker, para auxiliar na conferência de *tracklogs* ou traçado de rotas, mas não pode ser transferido para o GPS.
- **TRU-GTM** – conjunto urbano, que contém, isoladamente, os mapas de teste de todos os municípios que estão em desenvolvimento no projeto. Tal como o TRC-GTM, é para ser usado no TrackMaker e não pode ser transferido para o GPS (Tracksource.org, 2016).

4.3 Google Earth®



Figura 4.3: Tela inicial Google Earth

Fonte: Google Earth

Google Earth é um programa de computador desenvolvido e distribuído pela empresa norte-americana Google cuja função é apresentar um modelo tridimensional do globo terrestre, construído a partir de mosaico de imagens de satélite obtidas de fontes diversas além de GIS 3D. Desta forma, o programa pode ser usado simplesmente como um gerador de mapas bidimensionais e imagens de satélite ou como um simulador das diversas paisagens presentes no Planeta Terra. Com isso, é possível identificar lugares, construções, cidades, paisagens, entre outros elementos. O programa é similar, embora mais complexo, ao serviço também oferecido pelo Google, conhecido como Google Maps.

Anteriormente conhecido como Earth Viewer, o Google Earth foi desenvolvido pela Keyhole, Inc, uma companhia adquirida pelo Google em 2004. O produto, renomeado de Google Earth em 2005, está disponível para uso em computadores pessoais rodando Microsoft Windows 2000, XP, Vista, 7, 8 e 8.1, Mac OS X 10.3.9 e superiores, e Linux (lançado em 12 de junho de 2006) e FreeBSD.



Figura 4.4: Logomarca Google Earth Pro

Fonte: Google Earth

O programa está disponível em duas diferentes licenças: Google Earth, a versão grátis, mas com funções limitadas; e o Google Earth Pro (gratuito), que se destina a uso comercial. O Google Earth Plus (R\$ 20 por ano), que dispunha de recursos adicionais foi cancelado em 2008 por motivos comerciais.

Resumo

Nesta aula, aprendemos sobre a parte introdutória dos *softwares* (programas) mais usuais que temos disponíveis nos dias de hoje, e que são acessíveis para o trabalho e desenvolvimento em ações que envolvam dados georreferenciados, tendo estes um grande potencial para o uso na fruticultura. Com ênfase, demos destaque ao Google Earth, o globo digital mais famoso na atualidade e o GPS Trackmaker, programa que possui interface de trabalho com os receptores GNSS trabalhados.

Atividade de aprendizagem

1. Faça uma pesquisa sobre os globos digitais mais usuais na presente data, para fins de conhecimento e uma futura comparação com demais ferramentas utilizadas na espacialização de dados georreferenciados.



Aula 5 – Utilização de globos digitais (Google Earth®) e *softwares* gratuitos no georreferenciamento e extração de dados georreferenciados

Objetivos

Manipular dados georreferenciados sobre globos terrestres e mapas digitais.

5.1 Considerações iniciais

Os globos digitais terrestres atualmente são utilizados para trabalhos que envolvem a espacialização de informações sobre plataformas virtuais com ambientes georreferenciados, no qual é possível utilizar a inserção de dados com essas características. Existe a possibilidade de localização de informações materializadas por pontos, linhas, polígonos ou sobreposição de imagens, sendo necessária, para a sua utilização correta, a informação referente a sua geometria (ponto, linhas ou polígono), a qual deve estar georreferenciada a um sistema de coordenadas e a um sistema de referência, como já vimos em aulas anteriores.

5.2 Manipulação no Google Earth

Ao iniciar o programa, temos a seguinte tela de abertura:

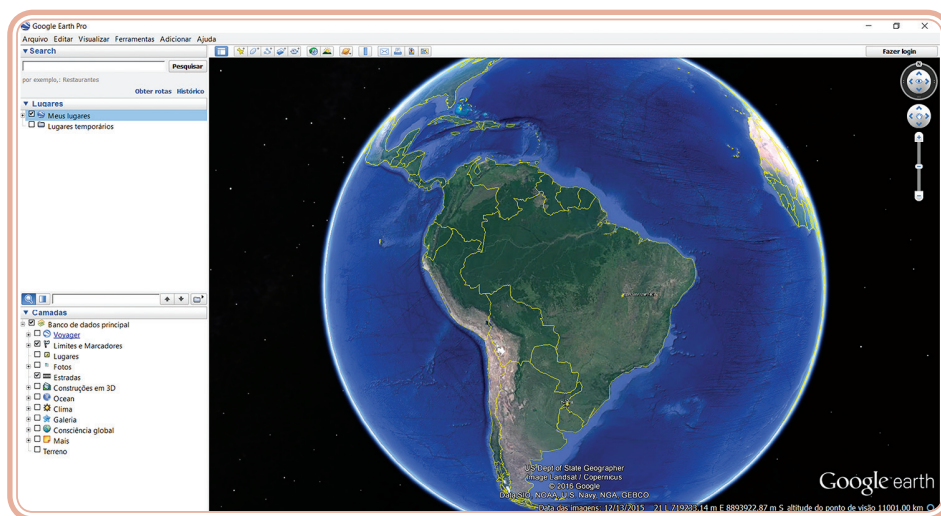


Figura 5.1: Tela inicial do programa Google Earth

Fonte: Google Earth

A tela inicial do programa apresenta a interface de abertura do *software* composta por três segmentos básicos que merecem destaque:

- **Interface com o usuário** – mostra o ambiente georreferenciado, com orientação, grade de coordenadas, valor de coordenadas, altitude, data das imagens, ambiente terrestre 2D e 3D.
- **Barra de menus** – com a localização das opções do programa acessadas via menu de acesso.
- **Barra de ferramentas** – com acesso às principais ferramentas disponibilizadas para a manipulação do programa.
- **Barra lateral** – contendo os principais lugares salvos em outras navegações, camadas de dados, opções de novas camadas a serem adicionadas, e busca de lugares mapeados no Google.

5.2.1 Configurando o programa

Para acessar as opções de configurações do programa, basta acionar o menu **Ferramentas > Opções**, que aparecerá a tela a seguir:

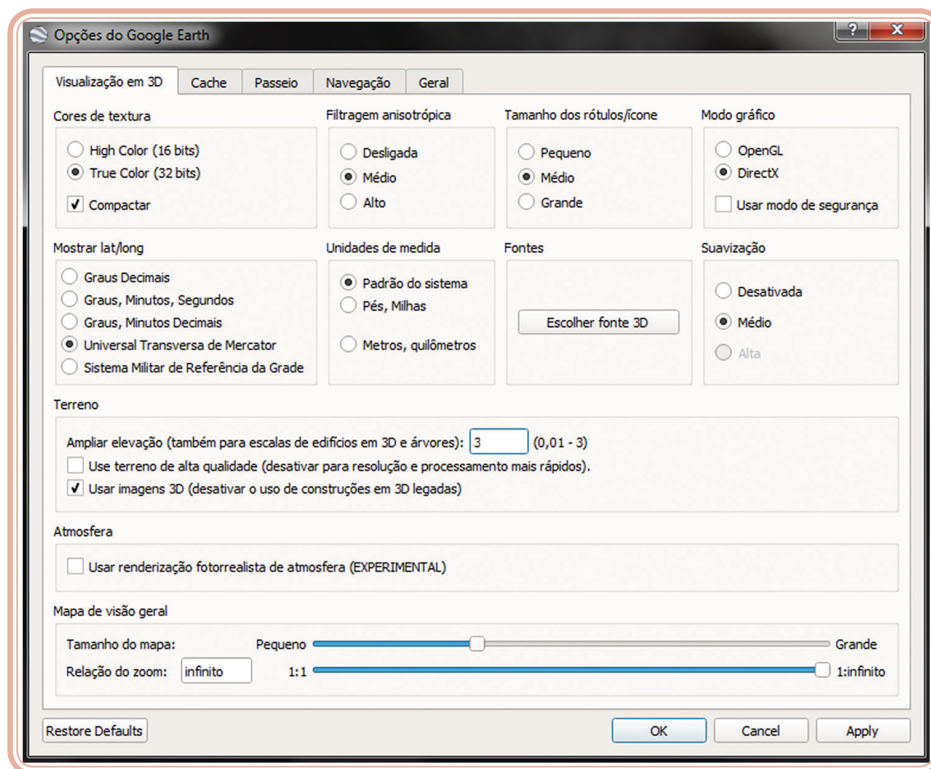


Figura 5.2: Tela de Opções do programa Google Earth

Fonte: Google Earth

Nesta tela, o usuário poderá configurar e personalizar, a qualquer momento, a maneira como este utilizará a interface do programa. Temos as seguintes abas: **Visualização em 3D**, **Cache**, **Passeio**, **Navegação** e **Geral**. Nesta apostila, daremos ênfase às ferramentas que serão mais utilizadas para o desenvolvimento das atividades.

5.2.1.1 Configuração do sistema de coordenadas

Aba **Visualização em 3D > Mostrar Lat/Long**. Nesta, o usuário poderá escolher se quiser navegar ou inserir as coordenadas no **Sistema de Coordenadas Geográficas** (graus decimais, graus minutos e segundos, ou graus e minutos decimais), no Sistema UTM, ou no Sistema Militar de Referência.

5.2.1.2 Unidades de medida

Aba **Visualização em 3D > Unidades de medida** – padrão do sistema utilizado no momento, pés ou milhas, ou metro.

5.2.1.3 Opções de navegação

Aba **Navegação > opção Navegação** – por esta, será estabelecida a opção de controle, se deseja inclinar ou não a navegação durante a aplicação do *zoom*. Aconselha-se a primeira opção (não inclinar automaticamente) para que não interfira na hora de visualizar algum dado de medida.

5.2.1.4 Configuração de idioma

Aba **Geral > Configuração de idioma** – permite que seja configurado a opção do idioma a ser utilizado. Aconselha-se a utilizar o padrão do sistema.

5.2.2 Navegando no Google Earth

Para executar a navegação do Google Earth é necessário observar alguns comandos que serão executados, tanto pela operação do *mouse* como a operação do teclado:

- No *mouse*, ao **rolar o botão *scroll***, possibilita-se a opção de *zoom*.
- No *mouse*, ao **pressionar o botão *scroll***, possibilita-se a opção de inclinação do terreno.
- No *mouse*, ao **pressionar o botão esquerdo**, possibilita-se a opção de *pan*.
- No *mouse*, ao **pressionar o botão direito**, possibilita-se a opção de *zoom* e giro, mantendo como ponto central o ponto onde foi dado o clique inicial.



Dica

Ao pressionar a letra R do teclado, as opções de inclinação e giro em relação ao norte voltam às configurações iniciais.

Outra forma para realizar tais operações é por meio da utilização da barra de navegação, disponível no canto superior direito da interface com o usuário, conforme Figura 5.3: (caso não esteja habilitada, ir no menu **Visualizar > Mostrar navegação > Automaticamente**).



Figura 5.3: Botão de navegação

Fonte: Google Earth, adaptado por CTISM

5.2.3 Abrindo arquivos nativos do Google Earth (.Kml e .Kmz)

Acionar o menu **Arquivo > Abrir**, ou o atalho no teclado **CRTL+O**.

O arquivo deverá estar com as feições georreferenciadas (pontos, linhas ou polígonos com coordenadas georreferenciadas) para que esta opção seja realizada com sucesso. O programa também abre diversos outros tipos de arquivos que não serão abordados neste material, mas que poderão ser explorados conforme o nível de desenvolvimento do usuário.

5.2.4 Adicionando marcador no ambiente georreferenciado

Ir no menu **Adicionar > Marcador**; ou **CTRL+SHIFT+P**. Também poderá ser adicionado utilizando o botão sinalizado da Figura 5.4, disponível na barra de ferramentas, localizada acima do mapa.

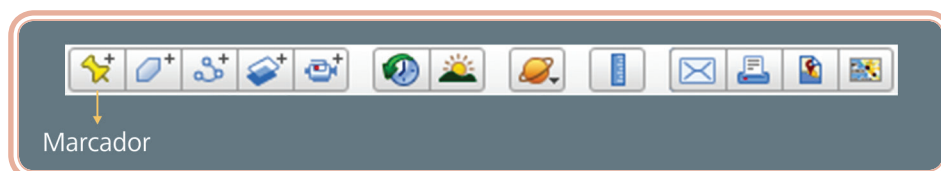


Figura 5.4: Botão marcador

Fonte: Google Earth, adaptado por CTISM

A função desta ferramenta representa a inserção de um ponto estratégico a ser demarcado, seja de maneira “visual” com o arrasto manual do mesmo para cima da posição desejada, ou seja pela localização exata através da informação de sua coordenada. Podemos ver, conforme mostra a Figura 5.5.

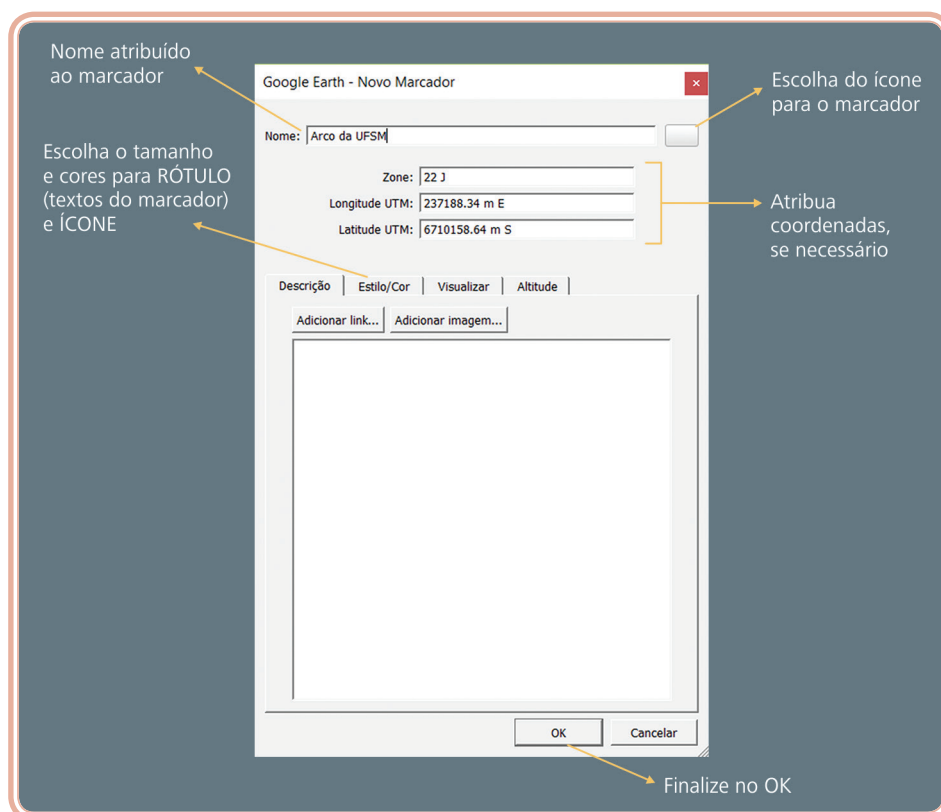


Figura 5.5: Tela de inserção de marcador

Fonte: Google Earth, adaptado por CTISM

5.2.5 Medindo distâncias, azimutes, caminhos, áreas, raios e circunferências

Para executar a ferramenta, deve-se acionar o menu **Ferramentas > Régua**, ou pressionar o botão sinalizado da Figura 5.6, disponível na barra de ferramentas, localizada acima do mapa.



Figura 5.6: Botão régua

Fonte: Google Earth, adaptado por CTISM

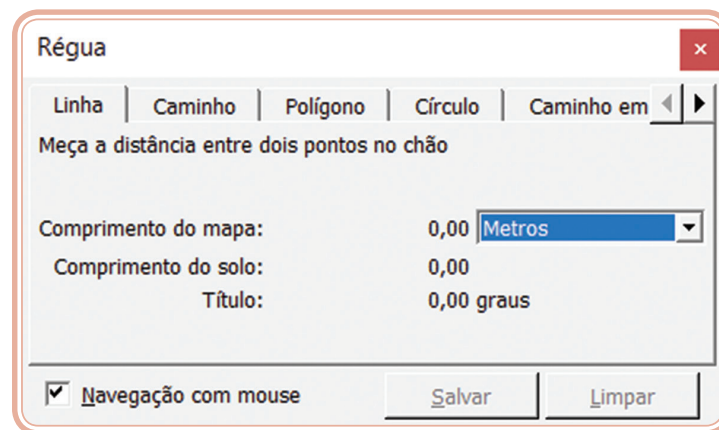


Figura 5.7: Ferramenta Régua

Fonte: Google Earth

Para melhor entendermos como funciona, segue explicativo abaixo:

- Medir **linha** – mede uma única distância entre dois pontos, dando como resultado a medida da projeção do comprimento. Se estiver com a opção “Terreno” selecionada (opções de Camada), aparecerá uma medida chamada “comprimento no solo”, que será uma medida considerando o relevo do local.
- Medir **caminho** – mede um caminho ou trajeto a ser percorrido.
- Medir **polígono** – mede áreas de regiões de interesse demarcadas no mapa.
- Medir **círculo** – mede círculos perfeitos sobre o solo, informando raio, área e circunferência.

- Medir **caminho em 3d** e **polígono em 3d** – mede e informa estes dados, levando em consideração o modelo 3D disponível para a região da área estudada.

Após a medição e clicado em **OK**, o arquivo poderá ser salvo como um arquivo temporário dentro da sub-aba “Lugares”.

Nota

Esta ferramenta não substitui os trabalhos técnicos topográficos realizados a campo, nem as metodologias e técnicas de medição existentes para cálculos de área e medidas. Para verificar a área de maneira técnica e confiável, deve-se procurar um profissional da área de geomensura.



5.2.6 Gerenciando dados demarcados no Google Earth

A cada vez que o usuário manipula dados na interface do usuário, seja com inserção, importação, demarcação ou outra ação com arquivos georreferenciados, esses arquivos poderão ser salvos temporariamente neste ambiente. Para verificar, basta observar na sub-aba chamada Lugares, localizada na **Barra lateral**, situada à esquerda do mapa de trabalho. (Para ativar a Barra lateral, acione o menu **Visualizar > Barra lateral**).

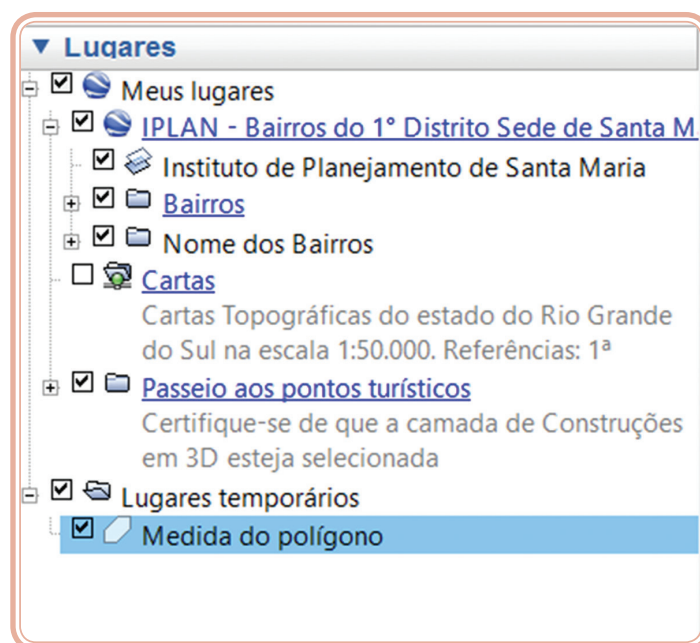


Figura 5.8: Sub-aba Lugares, na Barra lateral do Google Earth

Fonte: Google Earth

Logo que realizada a demarcação de uma área, linha, polígono ou sobreposição de imagem, esta perguntará se deseja salvar ou não no local chamado “Lugares Temporários”. Para salvá-los na memória do Google Earth, basta clicar uma vez com o **botão direito** sobre o arquivo e ir em “**Salvar em Meus Lugares**”.

Caso o usuário queira salvá-lo em um local específico do computador ou em alguma mídia removível (HD externo, *pendrive*), este deverá seguir os seguintes passos:

- a) Localizar o vetor ou ponto demarcado e selecionar com o **botão esquerdo**.
- b) Clicar uma vez com o **botão direito** e visualizar as opções disponíveis.
- c) Escolher a opção “**Salvar Lugar Como**”, e escolher a pasta de saída.
- d) Escolher o tipo de arquivo (kml ou kmz) e clicar em **OK**.

Observação

Caso queira editar as propriedades de nome e cores antes de salvar, clicar uma vez com o **botão direito** sobre o arquivo e acessar a opção **Propriedades**.

5.2.7 Trabalhando altitudes e manipulação do perfil de elevação

Quando se trabalha com valores de elevação (altitudes) no Google Earth, vale destacar que este programa utiliza dados provenientes de um projeto americano compilado pela NASA chamado missão SRTM, no qual foram mapeadas as elevações de todo o globo terrestre, tendo como referencial altimétrico o WGS-84. Os valores não estão representados por locais pontuais, e sim por áreas mínimas de 90 m x 90 m, possibilitando, assim mesmo, a estimativa de elevações ao longo de um caminho ou perímetro traçado sobre o Google Earth e, com isso, a oportunidade de traçar um perfil do local (transversal ou longitudinal).

Para isto, é necessário acionarmos a ferramenta **Régua**, descrita no item 5.2.5 deste caderno, e com ela, traçarmos um caminho sobre uma determinada região.



Figura 5.9: Caminho traçado sobre Google Earth

Fonte: Google Earth

Para visualizar o perfil, com a ferramenta **Régua** ativada, e com o **caminho traçado**, selecione a opção “**Exibir perfil de elevação**”.

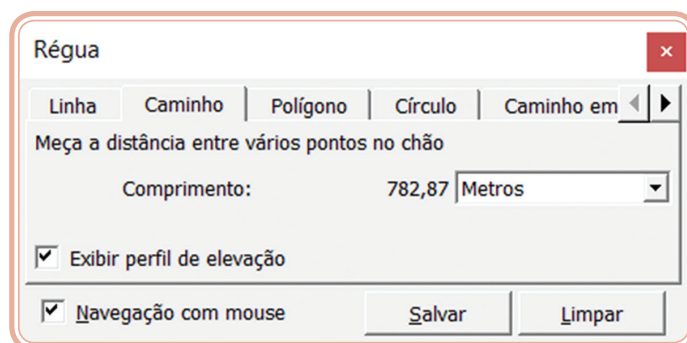


Figura 5.10: Ativando o perfil de elevação na ferramenta Régua

Fonte: Google Earth

Como resultado, aparecerá o perfil traçado abaixo e disponível para análise do usuário.

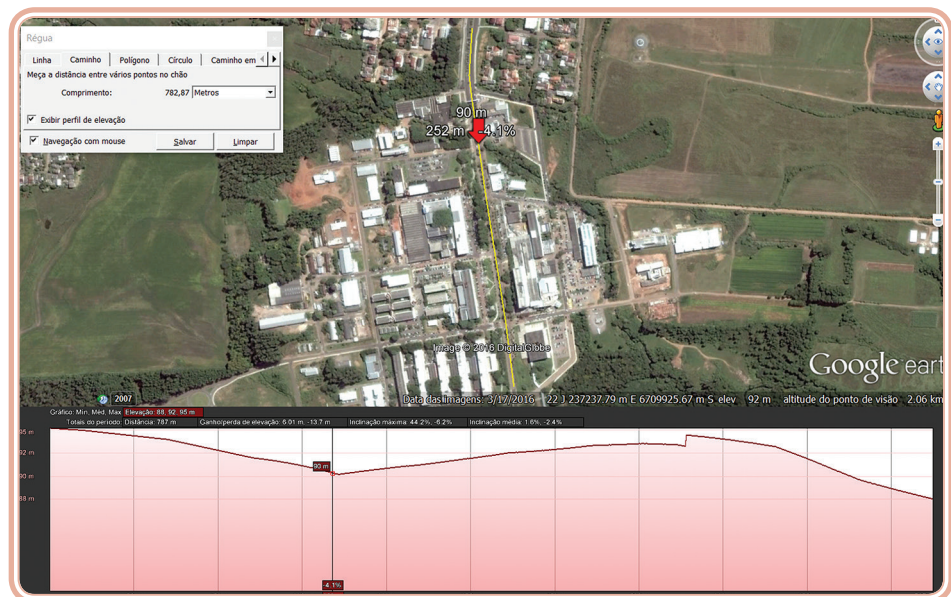


Figura 5.11: Perfil de elevação extraído no Google Earth

Fonte: Google Earth

5.2.8 Exibição de imagens históricas (*time-lapse*)

O Google Earth possibilita o resgate da visualização de imagens de satélites de outras épocas, e através desta ferramenta é possível ver como estava o local a ser estudado em meses ou anos anteriores.

Para acionar esta ferramenta, basta ir no menu **Visualizar > Imagens históricas** ou ir no botão sinalizado da Figura 5.12, disponível da Barra de ferramentas. Logo aparecerá esta ferramenta no canto superior esquerdo do mapa (Figura 5.13).



Figura 5.12: Botão imagens históricas

Fonte: Google Earth, adaptado por CTISM

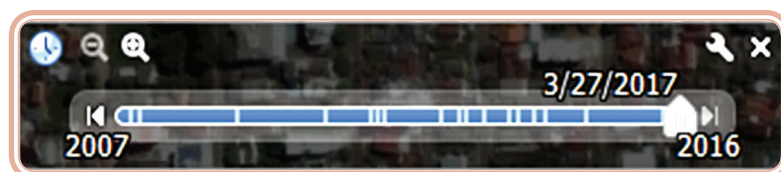


Figura 5.13: Janela de Imagens históricas do Google Earth

Fonte: Google Earth

Ao deslizar a linha com o botão sinalizado na Figura 5.14, nota-se que aparecerão as imagens históricas de anos ou meses anteriores do local, possibilitando uma análise temporal de como ocorreram as modificações no ambiente.

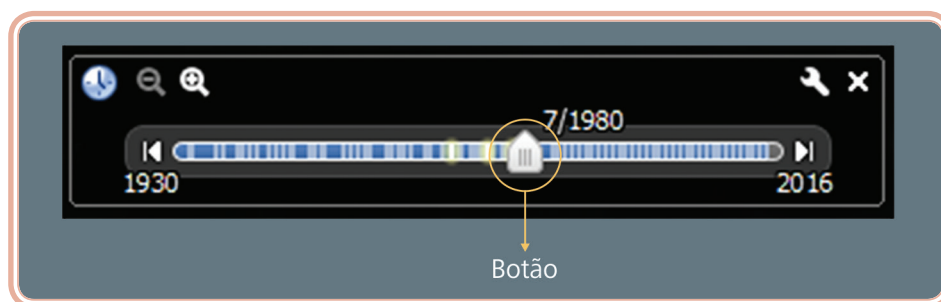


Figura 5.14: Botão deslizante de imagens históricas

Fonte: Google Earth, adaptado por CTISM

Nota

Esta disponibilidade de imagens não é padrão para todos os locais e sim, de acordo com a alimentação do banco de imagens do Google Earth, que é responsável pela disponibilização destes dados.



5.3 Manipulação do GPS Trackmaker

Este capítulo tem por objetivo trazer um resumo das principais ferramentas do *software* GPS TrackMaker, com o intuito de auxiliar o usuário nas mais diversas aplicações de levantamentos com o sistema GNSS, através de receptores de navegação.

5.3.1 Interface do programa

O programa possui uma interface distribuída entre aquelas que mostram a representação espacial (*map display*), com as devidas geometrias (pontos, linhas, polígonos) e também imagens, todas georreferenciadas a um sistema de coordenadas e a um Datum. Outra parte do programa, apresenta as ferramentas com que estas geometrias serão trabalhadas. De início, apresentaremos o que segue abaixo:

5.3.1.1 Ambiente de desenho (*map display*)

Local onde aparecerão os dados georreferenciados, possibilitando a localização de coordenadas e visualização da importação de dados de outros programas.

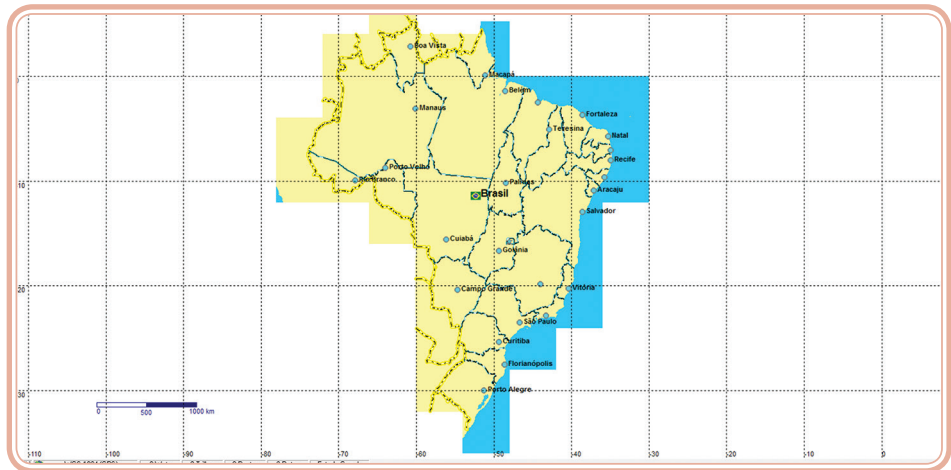


Figura 5.15: Map display ou tela do mapa do GPS Trackmaker

Fonte: GPS Trackmaker

5.3.1.2 Barra de ferramentas padrão

Além da barra de menus, tradicional em todos os *softwares*, o GPS Trackmaker apresenta as barras de ferramentas, sendo a destacada abaixo denominada barra de ferramentas padrão.

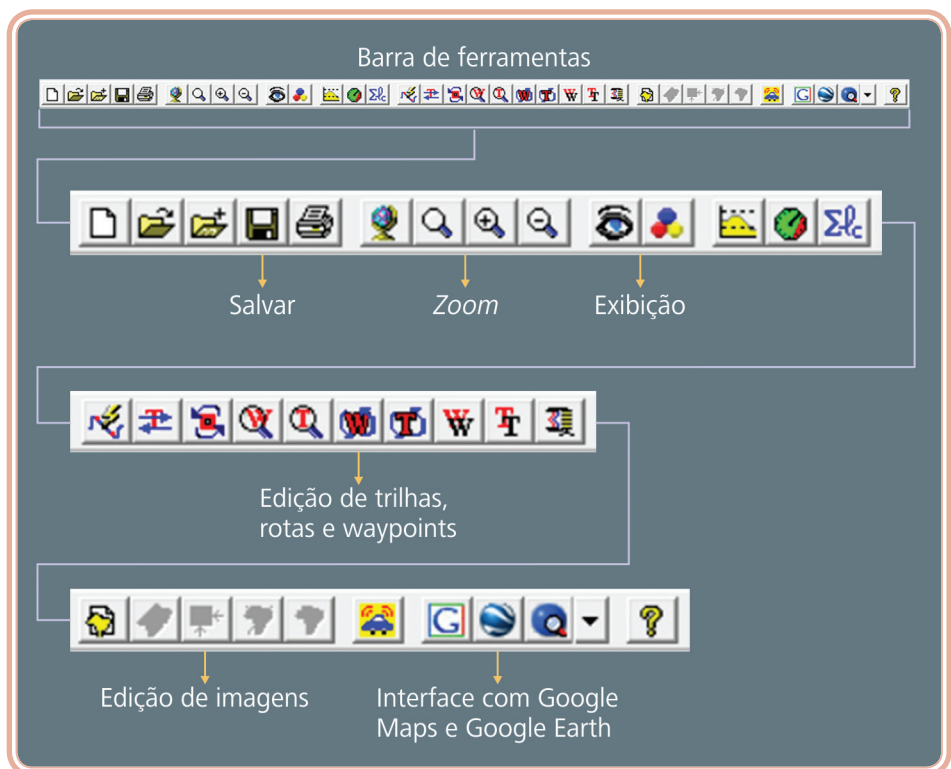


Figura 5.16: Barra de ferramentas padrão do GPS Trackmaker

Fonte: GPS Trackmaker, adaptado por CTISM

5.3.1.3 Barra de ferramentas de busca

A barra de ferramentas de busca serve como um localizador rápido de informações sobre o mapa, bem como a escolha de mapas base para a localização dos dados.

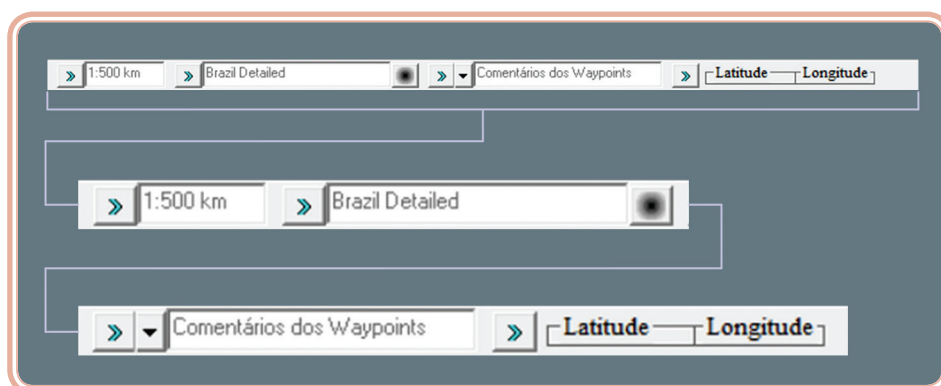


Figura 5.17: Barra de ferramentas de busca do GPS Trackmaker

Fonte: GPS Trackmaker, adaptado por CTISM

5.3.1.4 Barra de ferramentas de desenho

Possibilita a utilização de ferramentas de edição de pontos, vetores, linhas, rotas e trajetos. Destacamos as mais importantes para as nossas atividades.



Figura 5.18: Barra de ferramentas de desenho do GPS Trackmaker

Fonte: GPS Trackmaker, adaptado por CTISM



Se porventura alguma destas barras de ferramentas não estiver sendo visualizada, estas poderão ser habilitadas acessando o menu **Exibir > Barra de ferramentas**.

5.3.2 Edição de dados – criação de pontos

Para criar um ponto, deve-se ativar a ferramenta Lápis, destacada no item 5.3.1.4 desta apostila. Logo, será necessário clicar sobre o local onde deseja criar o ponto e pressionar o botão esquerdo do *mouse* para efetivá-lo.

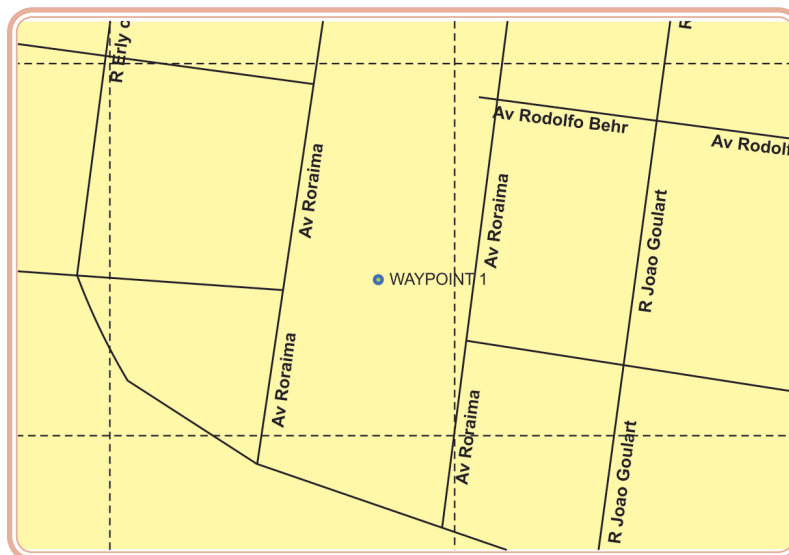


Figura 5.19: Criação de ponto no GPS Trackmaker

Fonte: GPS Trackmaker

Se necessária a inserção de um ponto através de uma **coordenada conhecida**, este deverá ser editado. Para editar o ponto, faz-se necessário:

- a) Com a ferramenta **Lápis** acionada, aproximar o cursor ao ponto criado até demonstrar *status* de seleção. Após, clicar com o **botão direito** do *mouse*. Aparecerá a tela.

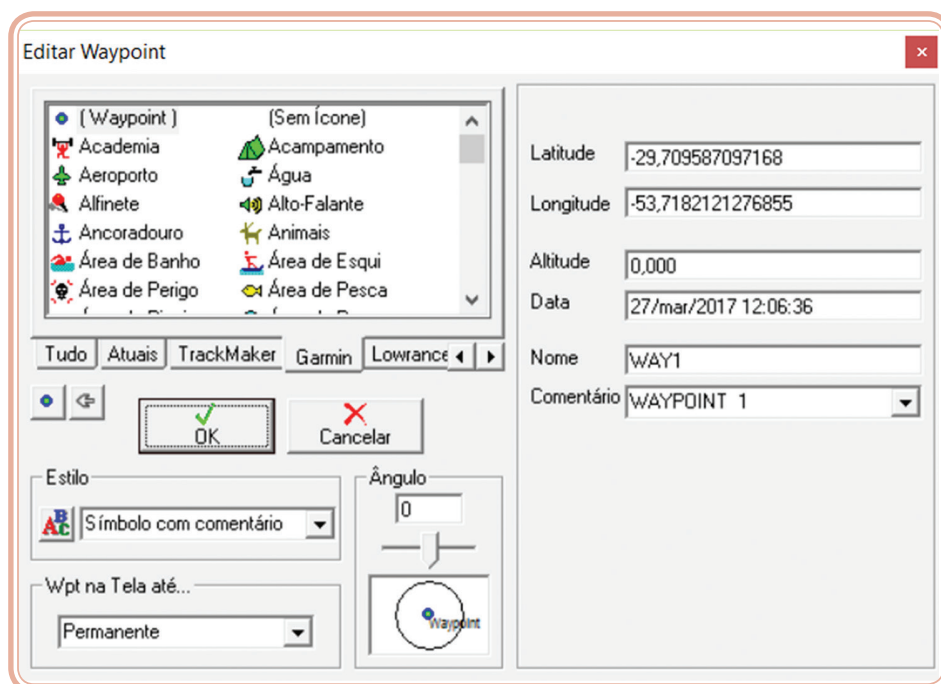


Figura 5.20: Edição de ponto no GPS Trackmaker

Fonte: GPS Trackmaker

Nesta tela, a edição será possibilitada em vários itens, seja através de suas **coordenadas** (latitude, longitude, altitude), **data**, **nome**, e algum **comentário** ou nota referente ao ponto criado. Destaca-se, também, a possibilidade de edição dos ícones para cada ponto criado.

Este procedimento de edição também poderá ser utilizado para rotas e trilhas.



5.3.3 Conectando receptor GNSS para descarga e envio de dados georreferenciados

Para conectar o receptor ao programa, é necessária a conexão com a interface de comunicação com o receptor, conforme a marca e modelo. Para acessar a interface, aciona-se o menu **GPS > Interface "marca do receptor"**. Para este exemplo, utilizaremos um receptor Garmin.

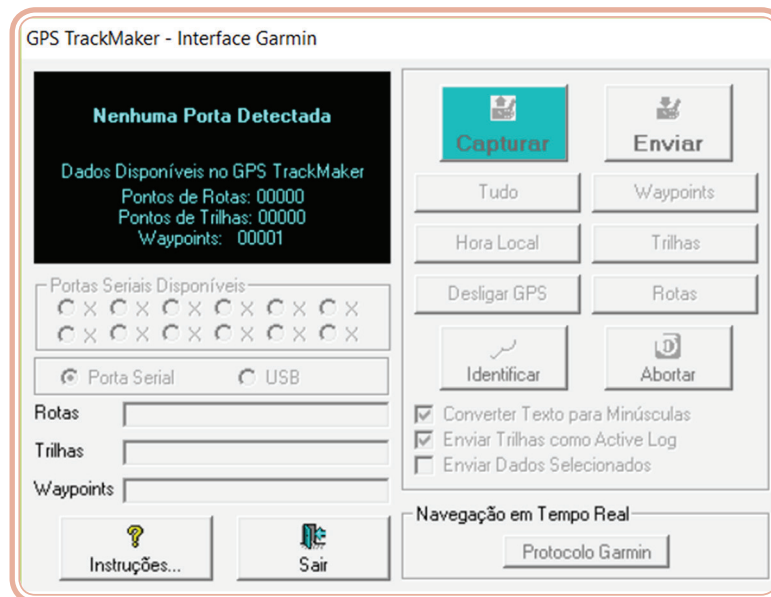


Figura 5.21: interface de comunicação com receptor Garmin

Fonte: GPS Trackmaker

Ao conectar o receptor (que deverá estar previamente conectado à porta USB do computador), ele será identificado na tela com o fundo preto, descrita logo acima. Para envio e descarga de dados, deve-se proceder da seguinte forma:

5.3.3.1 Envio de dados

Clicar em **enviar** e, após, clicar na opção abaixo escolhida, apenas **rotas**, **trilhas**, **waypoints**, ou a opção **tudo**. Atenta-se que será feito o envio do mapa que consta carregado no *map display*.

5.3.3.2 Descarga de dados

Clicar em **capturar** e, após, clicar na opção abaixo escolhida, apenas **rotas**, **trilhas**, **waypoints**, ou a opção **tudo**. Atenta-se que será feita a descarga do que estiver na memória do receptor.

5.3.3.3 Reconhecimento do receptor

Caso o receptor não tenha sido reconhecido pelo computador, basta clicar no botão identificar para a sua ação.

5.3.4 Importando arquivos de outros programas

Menu **Arquivo > Abrir arquivo**. Para adicionar demais arquivos ao mesmo projeto, ir em **Arquivo > Unir arquivos**.

Resumo

Nesta aula, aprendemos a manipular dados georreferenciados sobre globos terrestres digitais, no qual visualizamos como se procede à inserção de tipos de geometria como pontos, linhas e polígonos. Executamos, também, a realização de medidas de áreas e distâncias, manipulação de série histórica das imagens e operações utilizando o ambiente 3D do programa. Finalizando os trabalhos, executamos as rotinas de importação e exportação entre os programas.

Atividade de aprendizagem



1. Relacionar os pontos listados na atividade de aquisição de dados GNSS (planilha) e inserir as coordenadas destes no Google Earth.
2. Medir áreas e distâncias entre os pontos.
3. Criar pastas e vetorizar polígonos e linhas na área de estudo.
4. Exportar planos de informação em KML.
5. Traçar perfil 3D sobre um alinhamento entre pontos.
6. Importar/exportar arquivos em Google Earth e GPS Trackmaker.

Referências

ANDERSON, P. S. (Coord.). **Princípios de cartografia básica**. Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 1982.

BEIDOU NAVIGATION SATELLITE SYSTEM. 2016. Disponível em: <<http://en.beidou.gov.cn/>>. Acesso em: 18 nov. 2016.

CARVALHO, E. A. de; ARAÚJO, P. C. de. **Leituras cartográficas e interpretações estatísticas I**. Natal, RN: EDUFRN, 2008.

ESA. Europa Space Agency. 2016. Disponível em: <http://www.esa.int/Our_Activities/Navigation/Galileo/What_is_Galileo>. Acesso em: 18 nov. 2016.

FITZ, P. R. **Cartografia básica**. RS: Centro Universitário La Salle, 2005.

GARMIN, Etrex. **Manual do utilizador**. 2016. Garmin International Inc., 2011.

GLONASS. **Information and analysis center for positioning**. 2016. Disponível em: <<https://www.glonass-iac.ru/en/guide/index.php>>. Acesso em: 18 nov. 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Atlas Geográfico escolar/IBGE**. 5. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv44152_cap2.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geodésia**. 2013. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/default.shtm>>. Acesso em: 18 nov. 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual de normas técnicas, especificações e procedimentos técnicos para a Carta Internacional do Mundo, ao milionésio – CIM: 1:1.0000.00**. Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 1993. 63 p. (Manuais Técnicos em Geociências, n. 2). Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv23847.pdf>>. Acesso em: 18 nov. 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Noções básicas de cartografia**. v. 1. Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 1999. 130 p. (Manuais Técnicos em Geociências, n. 8).

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema de referência**. 2011. Disponível em: <ftp://geofp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/sisref_2.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2016.

ITCG. Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná. **Cartas topográficas**. 2009. Disponível em: <<http://www.itcg.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=51>>. Acesso em: nov. 2016.

OLIVEIRA, C. de. **Curso de cartografia moderna**. Rio de Janeiro: IBGE, 1993.

QUOOS, J. H. **Carta Internacional do Mundo ao Milionésimo – CIM – Índice de nomenclatura e articulação de folhas**. 2015. Disponível em: <www.quoos.com.br/index.php/geografia/material-para-aulas-de-cartografia/29-cim-carta-internacional-do-mundo-o-milionesimo-cim-indice-de-nomenclatura-e-articulacao-de-folhas>. Acesso em: nov. 2016.

ROCHA, R. S. da. **Proposta de definição de uma projeção cartográfica para mapeamento sistemático em grande escala para o Estado do Rio Grande do Sul**. 1994. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba 1994.

SEBEM, E.; MONGUILHOTT, M. **Curso de cartografia básica, GPS e ArcGIS**. Santa Maria: Colégio Politécnico da UFSM, 2010.

TRACKMAKER. **Guia rápido do GPS Trackmaker**. 2016. Disponível em: <<http://www.trackmaker.com/main/index.php/pt-br/numanuals-br>>. Acesso em: 17 nov. 2016.

TRACKSOURCE. **Sobre o projeto**. 2016. Disponível em: <<http://tracksource.org.br/sobre-o-projeto/>>. Acesso em: 18 nov. 2016.

WEBER, J. P. S. **Sistemas globais de navegação por satélite**. Florianópolis, 2008. 28 slides. Apresentação em Power-point. Disponível em: <<http://www.petma.com.br/v3/wp-content/uploads/2013/03/Sistemas-Globais-de-Navega%C3%A7%C3%A3o-por-Sat%C3%A9lite.pdf>>. Acesso em: nov. 2016.

ZANETTI, M. A. Z. **Geodésia**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2007.

Currículo do professor-autor



O professor **Luiz Felipe Díaz de Carvalho** possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria (1997) e mestrado em Geomática pela Universidade Federal de Santa Maria (2004). Atualmente, é doutorando pela UFSM na área de solos. Atuou na Prefeitura Municipal de Uruguaiana como Consultor Técnico, na Pontifícia Universidade Católica de Uruguaiana (PUC) como professor do Curso de Agronomia, atuou como Professor do Centro Universitário Franciscano nos Cursos de Engenharia Ambiental (Coordenador) e Arquitetura, e como Consultor Técnico da Procampo Levantamentos Rurais, geomensor cadastrado no INCRA – DJS. No momento, é professor assistente do Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria, lotado no Curso de Tecnologia em Geoprocessamento. Avaliador do INEP-MEC, tem experiência na área de topografia, geoprocessamento, geodésia e sensoriamento remoto, desenvolve plataformas para sistema de aeronave remotamente pilotada (multirotor e asa fixa).



Renato Giovani Chaves de Sá é Técnico em Geoprocessamento pelo Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria (2014). Atuante na área de Geociências desde o ano de 2001 na empresa PROCAMPO (Santa Maria-RS), trabalhando com Sistemas de Informações Geográficas, Cartografia Digital, Georreferenciamento, Posicionamento por GNSS e Sensoriamento Remoto. Participou também como colaborador na atualização da base territorial do Cadastro Técnico Multifinalitário realizado no município de Uruguaiana-RS (1998). Sócio proprietário da empresa Procampo na cidade de Santa Maria-RS (2015). Consultor na área de geotecnologias, ministrando cursos e treinamentos visando o desenvolvimento de soluções com a aplicação de ferramentas na área de geoprocessamento, também palestrando em diversos eventos acadêmicos da área. Possui graduação em Enfermagem – Bacharelado pela Faculdade Integrada de Santa Maria (2010), participando de grupos de estudos em análise de fenômenos em Saúde Pública/Saúde Coletiva na área de Epidemiologia e Geografia da Saúde, realizando o georreferenciamento, mapeamento do território e espacialização de dados em saúde. Atualmente é aluno da Pós-Graduação em Geomática pela Universidade Federal de Santa Maria – UFSM (2017-2018).