

Programa Agricultura de Precisão

Sistemas de Orientação por Satélite

» Módulo 2: Coordenadas geográficas

Ficha técnica

2015. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural de Goiás - SENAR/AR-GO

INFORMAÇÕES E CONTATO

Serviço Nacional de Aprendizagem Rural de Goiás - SENAR/AR-GO
Rua 87, nº 662, Ed. Faeg, 1º Andar: Setor Sul, Goiânia/GO, CEP:74.093-300
(62) 3412-2700 / 3412-8701
E-mail: senar@senargo.org.br
<http://www.senargo.org.br/>
<http://ead.senargo.org.br/>

PROGRAMA AGRICULTURA DE PRECISÃO

PRESIDENTE DO CONSELHO ADMINISTRATIVO

Leonardo Ribeiro

TITULARES DO CONSELHO ADMINISTRATIVO

Daniel Klüppel Carrara, Alair Luiz dos Santos, Osvaldo Moreira Guimarães e Tiago Freitas de Mendonça.

SUPLENTE DO CONSELHO ADMINISTRATIVO

Bartolomeu Braz Pereira, Silvano José da Silva, Eleandro Borges da Silva, Bruno Heuser Higino da Costa e Tiago de Castro Raynaud de Faria.

SUPERINTENDENTE

Eurípedes Bassamurfo da Costa

GESTORA

Rosilene Jaber Alves

COORDENAÇÃO

Fernando Couto Araújo

IEA - INSTITUTO DE ESTUDOS AVANÇADOS S/S

Conteudistas: Renato Adriane Alves Ruas e Juliana Lourenço Nunes Guimarães

TRATAMENTO DE LINGUAGEM E REVISÃO

IEA: Instituto de Estudos Avançados S/S

DIAGRAMAÇÃO E PROJETO GRÁFICO

IEA: Instituto de Estudos Avançados S/S

Módulo 2

» Coordenadas geográficas

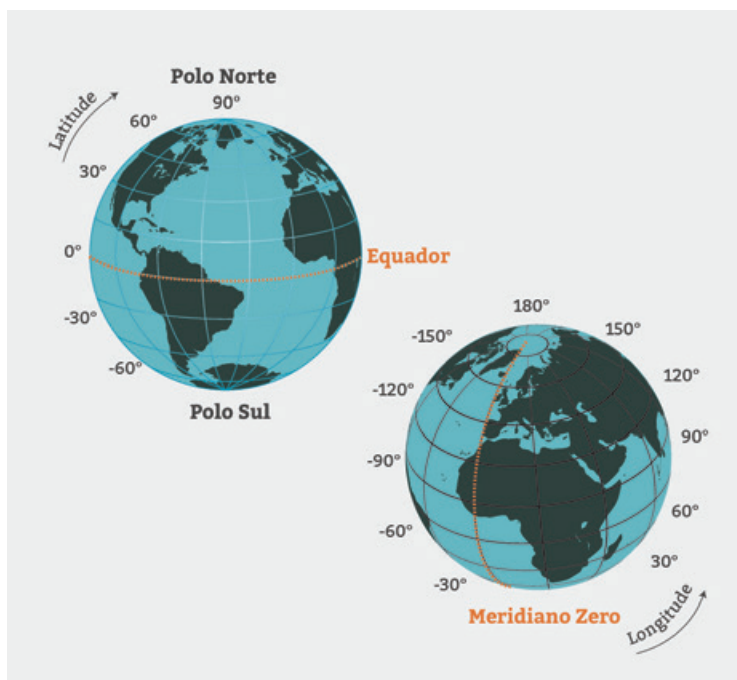
Olá! Neste segundo módulo do curso Sistemas de Orientação por Satélite, você vai explorar um tema presente nas aulas de Geografia do Ensino Fundamental e Médio: as coordenadas geográficas. O chamado Sistema de Coordenadas Geográficas anda de mãos dadas com o sistema de orientação por satélite, permitindo transformar as informações numéricas enviadas e recebidas pelos satélites em pontos geográficos precisos em qualquer terreno do planeta. Portanto, como você pode perceber, assim como os satélites, as coordenadas geográficas também são parte integrante da agricultura de precisão.

Dessa forma, neste módulo você vai estudar que o registro e processamento (por meio de equipamentos) dos dados das coordenadas geográficas geram informações que, quando utilizadas na agricultura, se traduzem com precisão em cada subárea do talhão, proporcionando maior eficiência das operações agrícolas e consequentemente maior produtividade das lavouras.

Ou seja, com o auxílio de aparelhos e softwares específicos, os dados de coordenadas geográficas são coletados, processados e utilizados para diversas operações na área de agricultura de precisão, destacando-se: geração de mapas de variabilidade, determinação de pontos georreferenciados e o sistema de piloto automático.

Atenção! Sempre que finalizar a leitura do conteúdo de um módulo, você deve retornar ao Ambiente de Estudos para realizar a atividade de aprendizagem.

Siga em frente e faça bom proveito!



Fonte: Wikimedia Commons



Fonte: Shutterstock

Aula 1

A importância das coordenadas geográficas a serviço da agricultura de precisão

Cada ponto na Terra possui um conjunto único de dados referentes às coordenadas geográficas para identificar sua localização. Isso faz com que o sistema de mapeamento da Terra, através das coordenadas geográficas, possa expressar qualquer posição horizontal no planeta. Assim, podemos dizer que esse é um sistema bastante eficiente para a localização precisa da posição de objetos, de áreas ou do deslocamento de máquinas na superfície terrestre.

Nesta aula, você vai revisar o cenário da orientação na agricultura convencional e, em seguida, enumerar os ganhos de produtividade com a orientação por satélite.

Ao final desta aula, você deve ser capaz de: reconhecer a importância das coordenadas geográficas para a agricultura de precisão.

Tópico 1

Cenário da agricultura convencional

No sistema de agricultura convencional, a orientação de máquinas agrícolas em passadas paralelas normalmente é feita por meio de marcadores de espuma, de riscadores no solo acoplados nas semeadoras-adubadoras, ou ainda apenas visualmente, pelas demais fileiras de plantio. No entanto, a utilização destas técnicas facilita a sobreposição de faixas, que por sua vez causa falhas na aplicação e deposição dos insumos.

Ou seja, utilizar sistemas “manuais” de orientação é uma saída comum, mas que abre margem para grandes erros no sentido de direcionamento do plantio. Mesmo um operador de máquinas muito experiente corre o risco de desviar alinhamentos do sulco de plantio na ordem de 10 a 15 centímetros, para mais ou para menos, do espaçamento desejado. O resultado disso será menor ou maior densidade de plantio, dificultando futuras operações com deslocamento de máquinas na entrelinha da cultura e impactando diretamente na produtividade da lavoura.

Estes erros causados pela dificuldade de indicar o curso do deslocamento podem causar perdas de insumos e/ou redução da produtividade nas operações de aplicação tanto de corretivos quanto de fertilizantes e defensivos agrícolas. Nos casos em que há existência de faixas com sobreposição, ocorre a aplicação do dobro da dose de insumos desejada: isso cria, além de desperdício, possibilidade de atingir níveis de toxidez prejudiciais às plantas, além de contaminação do solo e da água. Por outro lado, as faixas sem aplicação de insumos proporcionam redução na produtividade da lavoura.

Tópico 2

Benefícios das coordenadas geográficas na agricultura de precisão

Na agricultura de precisão, os sistemas de direcionamento via satélite, através das coordenadas da área, proporcionam a substituição de sistemas de direcionamento tradicionais e manuais. Além de tornar a operação mais simples de se realizar, essa tecnologia proporciona precisão ao determinar o sentido de deslocamento das máquinas.

Acompanhe, no quadro a seguir, os principais benefícios que as coordenadas geográficas agregam à agricultura de precisão!

Orientação espacial	O reconhecimento e registro das coordenadas geográficas (inclusive em movimento) são utilizados para criar faixas perfeitamente paralelas nas aplicações terrestres e aéreas. Neste contexto, os receptores montados nas máquinas agrícolas reconhecem a localização e o sentido de deslocamento da máquina e, através dos dados das coordenadas geográficas, permitem, por exemplo, a pulverização de defensivos ou a distribuição de insumos sempre em faixas paralelas e com o espaçamento correto entre elas. Dessa mesma forma, se torna possível a orientação por satélites de várias outras máquinas, em variadas operações agrícolas.
Mapas de variabilidade	O registro das coordenadas geográficas é essencial também para o levantamento de todos os mapas de variabilidade espacial da área cultivada. Desde a amostragem de solo, cada gride (ou subárea) do talhão é georreferenciado e sua localização geográfica é reconhecida. Mais tarde, estas coordenadas serão vinculadas ao resultado das análises de solo, elaborando assim o mapa de variabilidade espacial dos atributos do solo e, posteriormente, os mapas de recomendações técnicas, como necessidade de calagem ou adubação, por exemplo. Cada trecho do terreno, sendo assim, tem um “endereço próprio” cujas informações sobre atributos do solo, fertilidade e produtividade são registradas ao longo do tempo.
Operações de pulverização	A importância das coordenadas geográficas também é observada na operação de pulverização terrestre, guiada por sistema de orientação por satélites com piloto automático. Ao final de cada aplicação, lá estão também os dados das coordenadas geográficas da área, permitindo elaborar o seu mapa com as linhas das passadas do pulverizador durante seu deslocamento. Estas coordenadas permitem que, na próxima pulverização, a máquina reconheça a localização da passada anterior e se desloque exatamente no mesmo rastro, evitando perdas por amassamento da cultura de interesse ou por compactação desnecessária do solo.
Operações de colheita	Na operação de colheita de uma área cultivada, enquanto a colhedora realiza o deslocamento no talhão, uma série de sensores registram as informações referentes à produtividade e outros aparelhos registram as coordenadas geográficas, onde, ao final, é possível identificar a produtividade da cultura em cada localização da área (a partir do mesmo “endereço” do terreno). Com base nas coordenadas geográficas, portanto, é possível analisar a variabilidade temporal da produtividade no talhão, interpretando os dados da produção em pontos de mesma coordenada, em diferentes anos de cultivo.



Fonte: Shutterstock

Ou seja, as coordenadas geográficas se tornaram uma referência imprescindível para a agricultura de precisão. Junto aos sistemas de orientação por satélite e de piloto automático, aprimoraram inclusive a aviação agrícola nas pulverizações aéreas.

Com a utilização destas tecnologias, os dados de localização passaram a ser coletados automaticamente no decorrer do deslocamento da máquina e se tornaram de grande importância para análise e suporte da tomada de decisões do produtor.

A operação das máquinas em campo tornou-se também mais simples e precisa. Na maioria delas, é necessário apenas localizar as coordenadas do ponto inicial e final do alinhamento de referência no início da operação, que a máquina traça automaticamente a rota de deslocamento, o local de manobra e indica a posição do próximo alinhamento.

Recapitulando

Você estudou, nesta aula, que a definição das coordenadas geográficas permite identificar a localização exata de qualquer ponto ou rota de deslocamento em uma área. O registro e o processamento dos dados das coordenadas geram informações que, quando utilizadas na agricultura, aumentam a precisão de várias operações agrícolas. No sistema de orientação por satélite, o reconhecimento das coordenadas geográficas, bem como da localização e deslocamento da máquina, torna possível estabelecer: o espaçamento entre passadas uniformes e precisas, o reconhecimento do mesmo rastro de deslocamento em sucessivas passadas e a utilização do piloto automático. Este conjunto de tecnologias é a base da agricultura de precisão, proporcionando maior eficiência nas operações e maior produtividade das lavouras.



Fonte: Shutterstock

Aula 2

As coordenadas geográficas utilizadas nos sistemas de orientação por satélite

Os receptores de sinais GNSS tradicionalmente podem apresentar a posição de um objeto sobre a superfície terrestre de duas formas: ou no sistema de coordenadas geográficas ou no UTM (sigla para Sistema Universal Transverso de Mercator). Essas duas formas de apresentação somente se tornaram possíveis depois que vários cientistas pesquisaram a superfície terrestre e elaboraram alguns modelos matemáticos para representá-la de forma uniforme. Assim, algumas linhas imaginárias que circulam a Terra hoje são aceitas mundialmente para a localização de pontos em qualquer parte do planeta. O usuário deve ter uma compreensão clara sobre o funcionamento dos sistemas de coordenadas para fazer uso correto dos princípios que envolvem o georreferenciamento na agricultura de precisão. Portanto, agora você vai começar a entender como se leem as coordenadas geográficas. Vamos lá?

Ao final desta aula, você deve ser capaz de:

- identificar as coordenadas utilizadas nos sistemas de orientação por satélite; e
- explicar as coordenadas geográficas e UTM empregadas nos sistemas de orientação por satélite.

Tópico 1

O que são os sistemas de coordenadas

Primeiro o ser humano acreditou que o planeta Terra era redondo, porém mais tarde percebeu-se que ele não é perfeitamente esférico. A partir daí, vários cientistas começaram a estudar detalhadamente a superfície terrestre para propor meios de calcular com exatidão uma determinada posição sobre ela.

Com o avanço destes estudos, surgiu o conceito de **Datum** (do latim “dado” ou “detalhe”, cujo plural é data), que mais tarde passou a ser chamado de **Sistema Geodésico de Referência (SGR)**. Esse sistema nada mais é que um conjunto de modelos matemáticos que permite visualizar a superfície terrestre através de linhas imaginárias.

Assim, quando uma pessoa necessita saber onde ela se encontra e utiliza um receptor GNSS, a informação apresentada pelo aparelho leva em consideração o modelo matemático da superfície terrestre local. Desse modo, os aparelhos receptores de sinais GNSS devem ser configurados para se basear no Datum ou SGR mais próximo do local onde se encontram.

Hoje, os SGRs mais utilizados oficialmente no Brasil são:

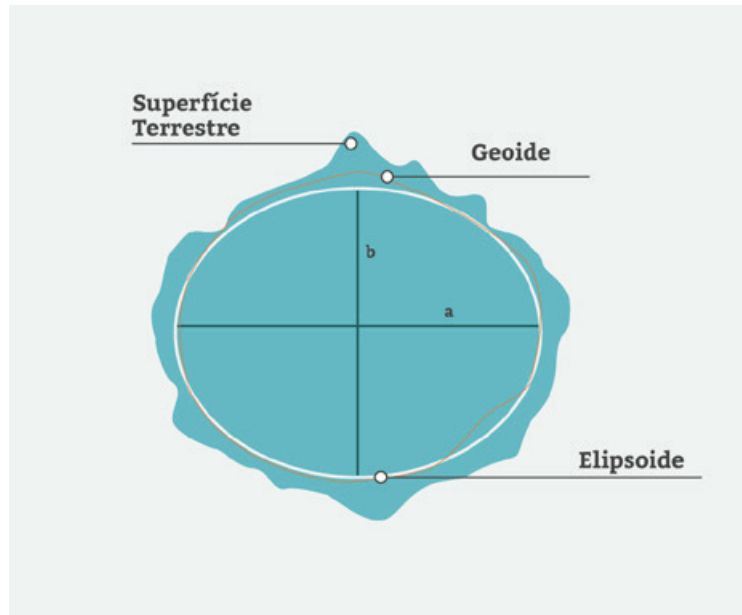
- o Córrego Alegre;
- o WGS 84;
- o SAD 69; e
- o Sirgas 2000.

Saiba Mais

Atualmente, o Sirgas 2000 é o Sistema Geodésico de Referência oficial no Brasil. O objetivo dessa padronização é aprimorar a exatidão na determinação dos posicionamentos em geral, além de padronizar o estabelecimento das coordenadas de certo ponto. Afinal, quando se utiliza Data ou SGRs diferentes para determinar a localização de um mesmo ponto, pode ser que as coordenadas apresentadas sejam diferentes.

Para saber mais sobre os SGRs, cheque o Material Complementar I deste curso, no fim deste módulo. Não esqueça que os materiais complementares deste curso também estão disponíveis para download no Ambiente de Estudos.

Para determinar a posição de um ponto, os aparelhos levam em consideração basicamente dois modelos matemáticos que representam duas linhas imaginárias em relação à superfície terrestre: o geoide e o elipsoide. O geoide representa uma superfície com altitude coincidente com o nível médio dos mares. Ele se prolonga sobre os continentes e não possui uma forma definida. Já o elipsoide possui uma forma definida, baseada na superfície terrestre, e utilizada como referência para a determinação das posições.



Fonte: <<http://vinigeobr.wix.com/mapas/forma-da-terra>>.

Os Sistemas Geodésicos de Referência buscam uma melhor correlação entre o geoide e o elipsoide e elegem um elipsoide que melhor se ajusta ao geoide local. Desta forma, são estabelecidas posições horizontais e verticais que são utilizadas como referências para uma determinada região. Elas formam um sistema de localização que se estrutura através de linhas imaginárias, traçadas paralelamente entre si nos sentidos Norte-Sul e Leste-Oeste, medidas em graus, minutos e segundos. Combinando essas linhas, criam-se localizações específicas para cada ponto sobre a superfície terrestre, permitindo identificar qualquer ponto sobre ela.

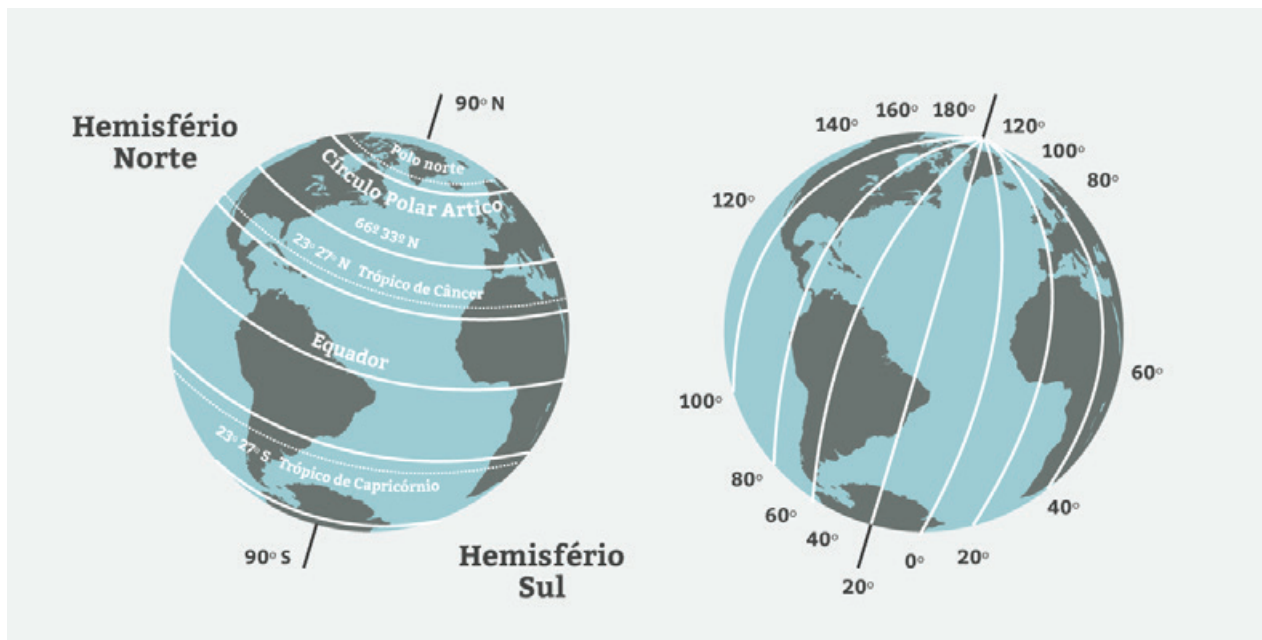
Os aparelhos receptores de GNSS leem dois padrões de linhas imaginárias sobre a Terra que são aceitos internacionalmente: o Sistema de Coordenadas Geográficas e o sistema Universal Transversa de Mercator ou UTM. Como são os padrões utilizados pelos equipamentos de agricultura de precisão, é relevante que você tenha familiaridade com estes dois sistemas.

Tópico 2

Sistema de Coordenadas Geográficas

O Sistema de Coordenadas Geográficas é composto por círculos denominados de **meridianos (que medem a longitude)** e **paralelos (que medem a latitude)**. Os meridianos são círculos que cortam a terra em duas partes iguais entre os polos (por isso, são lidos verticalmente). Por convenção, decidiu-se que o ponto de partida para a numeração dos meridianos seria o meridiano zero, que passa pelo observatório de Greenwich, na Inglaterra. Portanto, o **meridiano de Greenwich** é o principal.

A longitude portanto é medida pelos **meridianos**, que a leste de Greenwich são medidos por valores crescentes até 180° e a oeste suas medidas são decrescentes até o limite de -180° . Esse marco representa também a divisão do planeta entre o hemisfério oriental, ao leste, e o hemisfério ocidental ao oeste.



Fonte: Wikimedia Commons

A latitude é formada pelos **paralelos**, círculos dispostos no sentido Leste-Oeste que cruzam com os meridianos em sentido perpendicular. O círculo maior é denominado **Linha do Equador**, já os demais círculos são linhas paralelas ao Equador e diminuem à medida que se afastam dele. Cada ponto da Terra está localizado em um ponto de interseção entre um meridiano e um paralelo. O paralelo 0° corresponde ao Equador, o 90° ao Polo Norte e o -90° ao Polo Sul.

Saiba Mais

A latitude é um elemento importante para explicar as diferenças de temperatura na superfície terrestre, o que pode favorecer ou prejudicar as atividades agrícolas, a depender da capacidade de adaptação da espécie vegetal que se deseja comercializar. As temperaturas diminuem do Equador para os Polos. Assim, quanto menor a latitude, maior a temperatura.

Por este sistema, para se conhecer a localização de um ponto, o usuário deverá informar quais são as suas latitude e longitude. Por exemplo: supondo que se deseje saber a localização oficial da cidade de Goiânia-GO, a seguinte informação será encontrada:

- Latitude: $-16^{\circ}40'50,4''$ ou $16^{\circ}40'50,4''S$
- Longitude: $-49^{\circ}15'22,6''$ ou $49^{\circ}15'22,6''W$

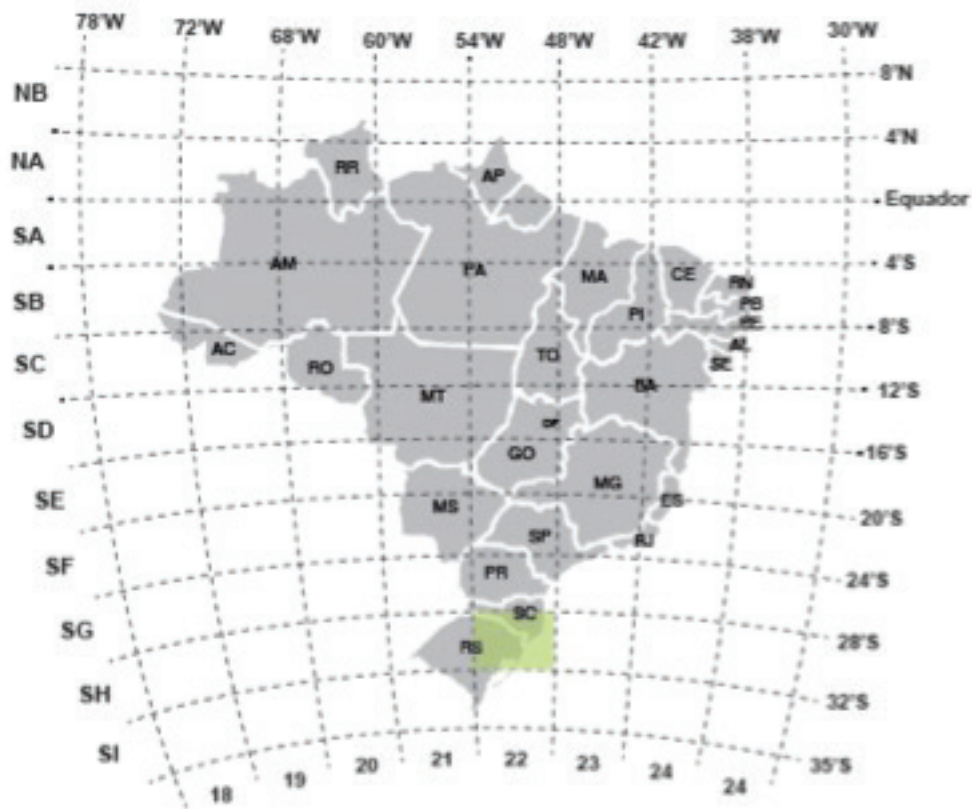
Vale lembrar que cada ponto é único, ou seja, sempre haverá somente uma cidade que se localiza sobre esse ponto.

Definidas as linhas imaginárias que circundam a Terra, podemos imaginar como elas estabelecem coordenadas para identificar o posicionamento de um ponto sobre a superfície terrestre. Estas coordenadas, somadas à tecnologia dos satélites, atualmente dão às medições uma precisão de poucos centímetros.

Tópico 3

Sistema Universal Transverso de Mercator ou UTM

O Sistema Universal Transverso de Mercator, conhecido mundialmente como sistema UTM, é fundamentado na projeção cilíndrica transversa proposta nos EUA em 1950, com o objetivo de abranger todas as longitudes. Ele utiliza coordenadas cartesianas bidimensionais para fornecer localizações na superfície da Terra, isso é, ele realiza uma representação de posição horizontal independentemente da posição vertical, diferindo em vários aspectos do método tradicional de latitude e longitude. Assim, o sistema de coordenadas UTM permite a representação bidimensional da Terra.



Fonte: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA)

Desta forma, as posições do mundo real são medidas usando coordenadas X e Y a partir de um ponto de origem. A conversão de coordenadas esféricas para coordenadas planas causa a distorção de uma ou mais propriedades espaciais.

Acompanhe as principais características deste sistema:

- a terra é representada por um elipsoide de revolução, dividido em 60 fusos de 6° de longitude, numerados de um a 60, com origem no antimeridiano de Greenwich, no sentido anti-horário para um observador situado no Polo Norte;
- assim como no Sistema de Coordenadas Geográficas, os paralelos são as linhas imaginárias horizontais e os meridianos as linhas verticais;
- os meridianos e paralelos interceptam-se sempre em ângulos retos;
- os pontos possuem propriedade de conformidade (conservam a forma para áreas não muito extensas); e

- enquanto o sistema de coordenadas geográficas é de uso geral para referenciar qualquer ponto da Terra, o sistema UTM, é limitado pelos paralelos 80° S e 84° N, ou seja, não descreve pontos nos extremos dos polos, por isso, este sistema não é recomendado para a representação de pontos nos Polos da Terra.

A padronização das coordenadas UTM obedece as seguintes normas:

- a) para a obtenção da latitude, estabeleceu-se o valor de 10.000.000 m para o Equador, sendo que os valores crescem no sentido norte e decrescem para sul;
- b) para a obtenção da longitude, estabeleceu-se o valor de 500.000 m para cada meridiano central (MC), sendo que os valores crescem no sentido leste e decrescem no sentido oeste; e
- c) cada fuso pode ser prolongado por até 30 minutos sobre os adjacentes, criando-se uma área de superposição para facilitar os trabalhos nos locais onde ocorre a mudança de fuso.

Recapitulando

Nesta aula, você estudou que cada ponto da superfície terrestre é único e pode ser localizado através de um sistema de coordenadas. Ele é obtido pela interseção de uma linha de meridiano e outra de paralelo. Essas linhas definem os sistemas de coordenadas que se divide em Sistema de Coordenadas Geográficas e em Sistema Universal Transverso de Mercator (UTM). Os dados das coordenadas geográficas são apresentados em graus, minutos e segundos e a localização é definida de acordo com a latitude, longitude e altitude. Já o sistema de coordenadas UTM permite expressar a localização do ponto na forma de um plano sobre a superfície da Terra. Este sistema subdivide a Terra em 60 planos múltiplos de 6° de longitude. Os receptores de sinais GNSS podem apresentar a determinação dos pontos tanto na forma de coordenadas geográficas quanto UTM, sempre tomando como referência um sistema geodésico.

Nas próximas páginas, você vai encontrar a atividade de aprendizagem para verificar os conhecimentos construídos ao longo deste módulo. Não esqueça que você deve entrar no Ambiente de Estudos para registrar as respostas no sistema, que também vai liberar o próximo módulo de conteúdo!

Siga em frente e aproveite bem a atividade!

Atividade de aprendizagem

Você chegou ao final do Módulo 2 do Curso Sistemas de Orientação por Satélite. A seguir, você realizará algumas atividades relacionadas ao conteúdo estudado neste módulo. Lembre-se que as repostas devem ser registradas no Ambiente de Estudos, onde você também terá um feedback, ou seja, uma explicação para cada questão.

1. Neste módulo, você aprendeu sobre a importância dos dados obtidos através da determinação de coordenadas geográficas. Agora, indique a opção correta:
 - a) O mesmo dado de uma coordenada geográfica pode determinar a localização de um ou mais pontos na Terra.
 - b) No sistema convencional, o direcionamento manual da máquina pode ser mais preciso do que nos sistemas de piloto automático.
 - c) O sistema de amostragem de solo, na agricultura de precisão, utiliza as referências das coordenadas geográficas para o georreferenciamento dos pontos de coleta.
 - d) Nos mapas de variabilidade espacial de produtividade, os dados de produtividade são relacionados com localizações aleatórias da área.
2. Considerando os sistemas de coordenadas geográficas apresentados neste módulo, assinale a alternativa correta.
 - a) A forma geoidal é um modelo matemático definido e que representa a forma da superfície da Terra.
 - b) As latitudes variam de 0° a 90° para as direções de Leste e Oeste.
 - c) Os meridianos são círculos paralelos à linha imaginária do Equador.
 - d) O sistema de coordenadas UTM permite representação bidimensional da Terra.