

COORDENADAS UTM

META

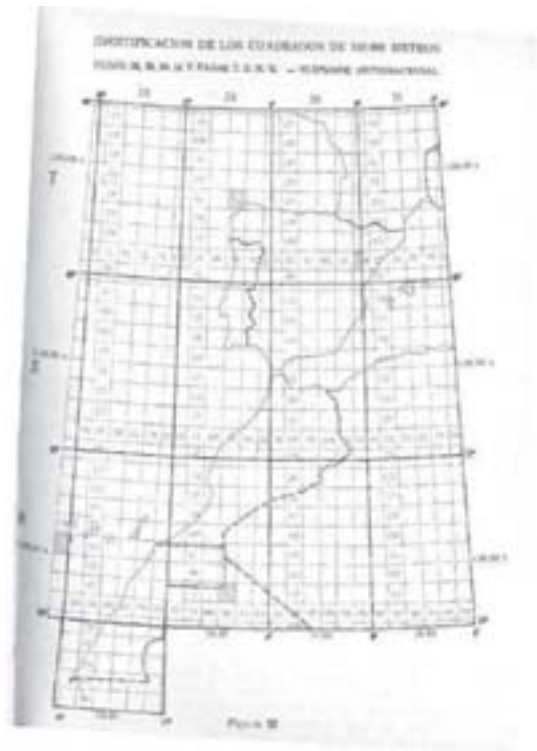
Apresentar a localização de elementos em cartas topográficas de acordo com o sistema UTM.

OBJETIVOS

A partir desta aula, o aluno deverá: estabelecer medidas de distâncias por coordenadas UTM comparando com as coordenadas geográficas presentes nas extremidades dos documentos; e determinar os referenciais externos das folhas topográficas com vistas a reconhecer distâncias em quilômetros ou em metros entre elementos localizados internamente na área de cobertura da carta.

PRÉ-REQUISITOS

Aula 12 – O sistema UTM.



(Fonte: <http://www.elgps.com>).

Caros alunos, além das coordenadas geográficas, a maioria das cartas de grandes e médias escalas, em nosso país, também são construídas com coordenadas plano-retangulares. Estas coordenadas formam um quadriculado relacionado à Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM).

INTRODUÇÃO

Como vimos na aula anterior, os comprimentos dos graus de latitude variam do equador para o norte ou para o sul, mas no sistema UTM a faixa de latitude de 0° a 4° corresponde a 444 km. Enquanto que no sentido longitudinal as medidas são expressas pelo afastamento do Meridiano Central (MC) de cada Fuso da Carta internacional ao Milionésimo que por sua vez possui um tamanho de 6° (graus), ou seja, 666 km de comprimento.

Normalmente as coordenadas UTM são expressas em metros. O eixo **E** (*Easting*) representa a coordenada no sentido leste-oeste e o eixo **N** (*Northing*) representa a coordenada no sentido norte-sul.

Para evitar coordenadas negativas, é atribuído o valor **500.000 m** ao meridiano central. Assim, para os 6° de amplitude do fuso, o eixo **E** varia de aproximadamente **166.000 m** até **833.000 m** para cada fuso.

Para o eixo **N**, a referência é o equador e o valor atribuído depende de hemisfério. Quando tratamos de regiões no hemisfério norte, o equador tem um valor de **N** igual a **0 m**. No hemisfério sul, o equador tem um valor **N** igual a **10.000.000 m** (figura 1). Assim, por exemplo: A zona SD delimitada por 12°/16°S tem como coordenada **N** (norte UTM) 8.668 km e 8.224 km S (sul UTM).

$$111 \times 12 = 1.332 \text{ km} \dots\dots\dots 10.000 - 1.332 = 8.668 \text{ km}$$

$$111 \times 16 = 1.776 \text{ km} \dots\dots\dots 10.000 - 1.776 = 8.224 \text{ km}$$

Portanto, o posicionamento de um ponto em coordenadas UTM é dado pelo par coordenado E e N, correspondentes ao afastamento do meridiano central (E) e do Equador (N), como por exemplo:

Ponto P (E,N) = P (362.422,00 m; 7.389.901,38 m)

Ponto Q (713.901,38 m; 8.728.773,83 m)

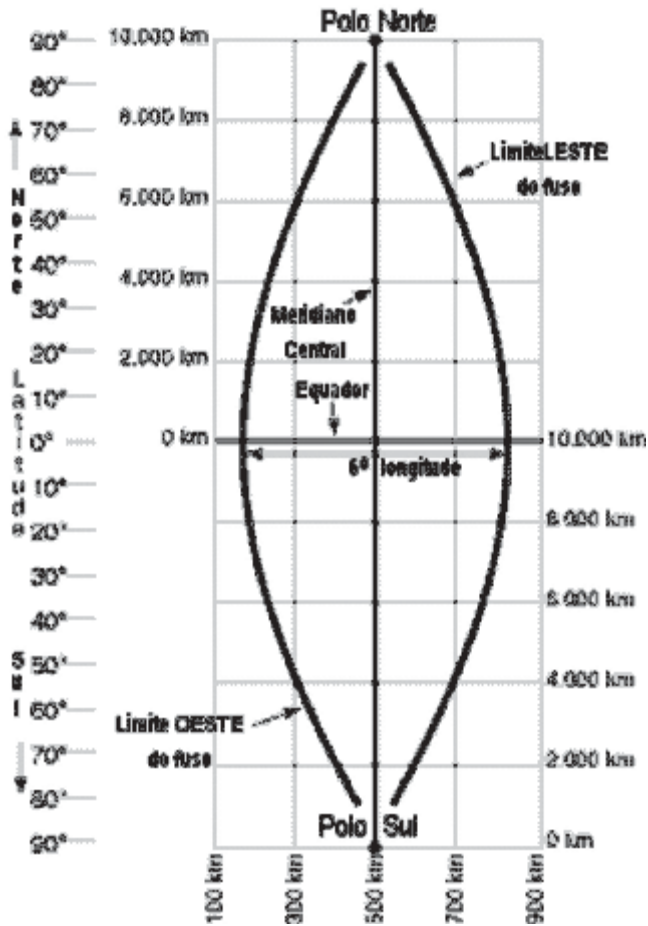


Figura 1. Fuso completo

Nas quadrículas de uma faixa de UTM a linha limite do lado oeste tem o valor zero no sistema métrico decimal. Todas as medidas na direção leste são positivas e chamadas

AS BASES

de *abscissas*, isto é, são medidas feitas na direção leste a partir da linha zero. Na realidade essa linha zero nunca aparece numa carta topográfica, porque ela extrapola a folha; os lugares terrestres mapeados em cada faixa nunca vão além de 333 quilômetros do meridiano central (Figura 1). Segundo Paul Anderson, “é importante lembrar que cada uma das sessenta faixas do sistema UTM tem sua própria linha zero” (ANDERSON, 1982:122).

As *abscissas* (numerações a leste da linha zero) estão anotadas nas margens horizontais das cartas. Estes são os números pequenos que ficam no alto à esquerda que significam as centenas de quilômetros de separação entre aquele ponto específico e a linha zero, que está no extremo oeste; eles geralmente não são usados quando se está referindo somente às coordenadas contidas em uma carta. Porém, o leitor mais atento deve perceber que os números sempre variam em torno de 500 km ou 500.000 metros, conforme podemos observar na figura abaixo.

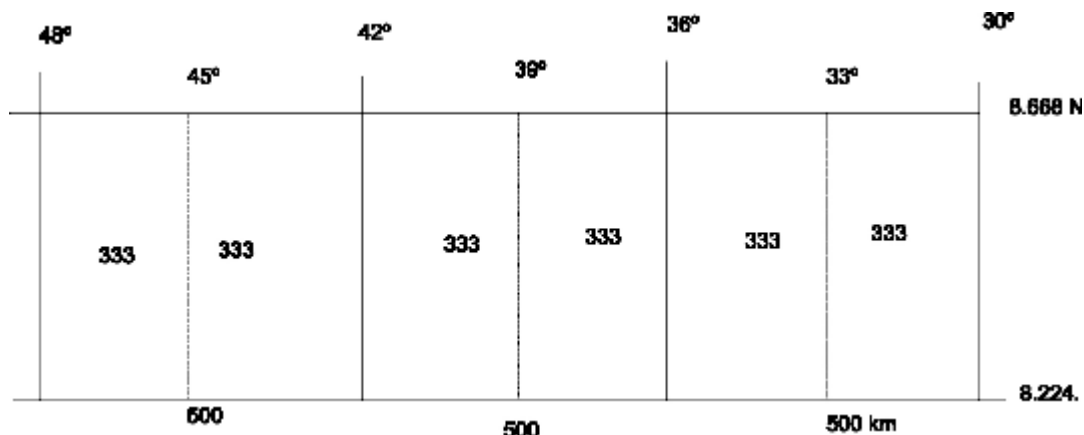


Figura 2. Estrutura das coordenadas UTM.

Para as medidas de coordenadas norte-sul do sistema UTM, a linha zero do hemisfério sul está perto do pólo sul; porém, ela nunca aparece numa carta porque as regiões polares têm um

sistema especial de coordenadas (projeção estereográfica polar), que substitui as do UTM. Todos os valores de coordenadas são positivos e medidos na direção do norte; eles são chamados de *ordenadas*.

Combinando a abscissas com a ordenada, cada ponto da superfície da Terra tem seu par de coordenadas, dentro de uma faixa UTM. Esta quadrícula de coordenadas pode ser subdividida quantas vezes se queiram para obter uma precisão de centenas ou dezenas de metros, e até frações deste, se a carta está numa escala adequada para tanta precisão (op. cit, 122).

Por convenção, sempre se escreve primeiro a abscissa e depois a ordenada. As letras GR (Grade de Referência) indicam que as coordenadas se referem a um ponto específico.

A determinação de um ponto na carta, mediante as suas coordenadas planas E e N ou a sua latitude e longitude, é um processo usado no sentido de situar um detalhe cartográfico, como o cruzamento de estradas, a foz de um rio, a torre de uma igreja, etc.

No caso de se ter os valores das coordenadas e quando se precisa marcá-lo na carta, é necessário em primeiro lugar, verificar, de acordo com os valores das coordenadas em questão, quais os dois pares do grid (UTM) ou paralelos e meridianos (geográficas) que abrangem o ponto a ser determinado.

Para fazermos as medições, escolhemos preferencialmente uma extensão em centímetros (ou milímetros) que corresponda a um múltiplo do valor encontrado no intervalo entre os pares do grid (metros) ou paralelos e meridianos (graus, minutos, segundos) e que exceda a medida entre eles.

O espaço entre as linhas do quadriculado UTM é conhecido como equidistância do quadriculado e será maior ou menor de acordo com a escala da carta.

Para encontrar as coordenadas de pontos que não estejam sobrepostas às linhas impressas, precisa-se uma régua milimetrada para medir perpendicularmente às linhas, certo segmento a leste e o outro a norte do ponto de interesse. (ver a Figura 3) Desta

forma não é necessário escrever as letras “E” e “N” deixando, por exemplo, as coordenadas GR4384 para o ponto onde cruzam as linhas 43 E e 84 N. Esse ponto também pode ser identificado como GR 439 840, ou GR 43906 84053, sempre com o mesmo número de cifras para a abscissa e a ordenada, usando as centenas da notação seria Gr ⁴³906 ⁸⁴053. Deixar um pequeno espaço entre as duas “metades” é opcional.

Com o sistema de coordenadas UTM é fácil identificar rapidamente qualquer ponto numa carta com o quadriculado impresso, basta somar os valores da grade de referência.



Figura 3. Coordenadas UTM em uma carta topográfica

MEDIÇÃO DAS COORDENADAS EM UTM: PROCEDIMENTOS PRÁTICOS

1. Verificar que, nas cartas de escala 1: 100.000, as linhas impressas do sistema UTM se distanciam umas das outras de dois em dois quilômetros e nas cartas de 1: 50.000 esse afastamento continua sendo de dois em dois quilômetros, mas o distanciamento na carta é quatro centímetros.
2. Localizar na carta o ponto do qual se quer achar as coordenadas.
3. Anotar o valor, em quilômetros, da distância entre o ponto e a linha da abscissa impressa mais próxima, que se encontra a oeste do ponto. Fazer o mesmo com a linha da ordenada mais próxima ao sul, em relação ao ponto.
4. Colocar a “Régua para medir coordenadas UTM” sobre uma carta com o seu respectivo canto (onde está o ângulo reto) voltada para a direção NE, e com cada um de seus lados paralelos às linhas impressas das quadrículas UTM. Posicionar a régua com o canto de ângulo reto exatamente indicando o ponto do qual se quer determinar as coordenadas UTM.
5. Ler os valores de décimos de quilômetros indicados onde as marcas da régua cruzam as linhas UTM impressas no mapa. O valor da medida Leste (“E” na margem superior) está indicado pela linha UTM norte-sul. Soma-se este valor de décimos com o da abscissa (em quilômetros) notado na etapa 3.
6. De maneira semelhante, ler o valor da medida para norte e somar com o valor da ordenada da linha a identificada na etapa 3.

OBTENÇÃO DE COORDENADAS UTM NA CARTA

O problema é prático, devendo-se inicialmente ser verificada a escala da carta de onde serão obtidas as coordenadas. As coordenadas serão obtidas por interpolação linear, dentro da quadrícula que contém o ponto de interesse, sendo, portanto, essenci-

al a sua identificação, através dos valores de coordenadas E e N que a limita. Assim, a exemplo para a escala 1: 50.000, a quadrícula é definida pelos limites de coordenadas inferiores e à esquerda. No caso P.1 (672, 7536), lembrando que as quadrículas sempre serão referenciadas em quilômetros.

São medidos na carta, os afastamentos de cada uma das linhas de coordenadas limite, que corresponderão às diferenças de coordenadas, a partir do início da quadrícula. Para a obtenção de coordenadas, basta multiplicar o valor de dE ou dN obtidos na carta, pela Escala do mapa:

$$dE \times Escala = m \quad e \quad dN \times Escala = m$$

Sendo

$\ddot{A}E_C$ = afastamento total da quadrícula Leste na Carta

$\ddot{A}E_T$ = afastamento total da quadrícula Leste no Terreno

$\ddot{A}N_C$ = afastamento total da quadrícula Norte na Carta

$\ddot{A}N_T$ = afastamento total da quadrícula Norte na Carta

dE = diferença de coordenada Leste em (cm)

dN = diferença de coordenada Norte em (cm)

E = fator da Escala ou simplesmente Escala

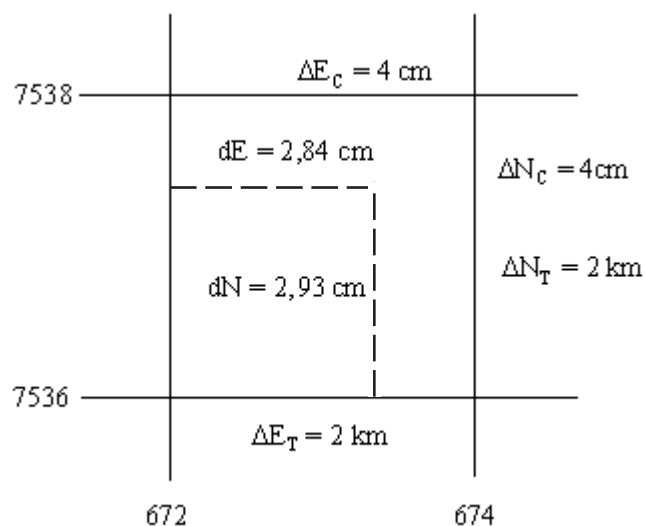


Figura 4. Composição da localização em UTM

Estes dados obtidos devem ser somados às coordenadas inferiores da quadrícula: 672.000 para E e 7.536.000 para N, dando as coordenadas do ponto considerado:

$$dE = 2,84 \text{ cm} \times 50.000 = 1.420 \text{ m}$$

$$dN = 2,93 \text{ cm} \times 50.000 = 1.465 \text{ m}$$

$$E_p = 672.000 + 1.420 = 673.420 \text{ m}$$

$N_p = 7.536.000 + 1.465 = 7.537.465 \text{ m}$, formando a grade de referencia GR $67^3420 \ 7537465$.

O problema maior de se localizar utilizando qualquer sistema de coordenadas é a necessidade de se possuir parâmetros internacionais de posicionamento e medição que sejam únicos ou sejam aceitos como marcos de referência geral para um país ou região, e que a partir dessa referência se possa construir todo material cartográfico utilizado no país ou região. Para isso, se utiliza o DATUM como fonte referencial, seja horizontal para orientar o posicionamento das longitudes e latitudes ou vertical que orienta as altitudes de determinada região.

DATUM

Datum é um ponto de amarração da carta em relação ao terreno. Para caracterizar um Datum utiliza-se uma superfície de referência e uma superfície de nível. Uma superfície de referência (datum horizontal) consiste em cinco valores: a latitude e longitude de um ponto inicial, o azimute de uma linha que parte deste ponto e duas constantes necessárias para definir o elipsóide de referência. Assim, forma-se a base para o cálculo dos levantamentos de controle horizontal no qual se considera a curvatura da Terra.

A superfície de nível (datum vertical) refere-se às altitudes. Para a definição do datum escolhe-se um ponto mais ou menos central em relação à área de abrangência do datum.

Para o Brasil, nos mapas mais antigos adota-se o Datum de Córrego Alegre - MG, e mais recentemente, o Datum SAD 69

(Datum Sul Americano de 1969), porém existem mapas feitos em ambos e até mesmo com Datum locais.

Córrego Alegre - MG

- Latitude: 19° 45' 41.34"S

- Longitude: 48° 06' 07.08"W

SAD 69

- Latitude: 19° 45' 41.6527"S

- Longitude: 48° 06' 04.0639"W

- Azimute de Uberaba: 271° 30' 04.05".

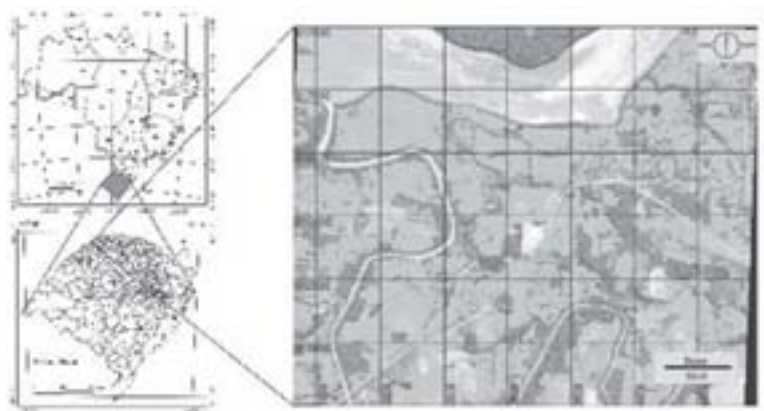
O sistema de referência do GPS (Sistema de Posicionamento Global) é o WGS 84. Como as cartas do território brasileiro são referenciadas ao SAD 69 (e em alguns casos são referenciadas ao sistema mais antigo – Córrego Alegre), algumas normas devem ser adotadas para que os resultados obtidos com o GPS possam ser utilizados para fins de mapeamento, ou outras atividades que necessitem de informação georreferenciada.

A rede de pontos levantados com GPS terá suas coordenadas referenciadas ao WGS 84, devendo sofrer uma transformação para o SAD 69. Assumindo-se que os dois sistemas são paralelos e com mesma escala, no Brasil, os parâmetros oficiais de transformação de WGS 84 para SAD 69 são os seguintes.

Para x 'l WGS 84 + 66,87m = SAD 69;

Para y 'l WGS 84 + 4,37m = SAD 69;

Para z 'l WGS 84 + 38,52m = SAD 69.



(Fonte: <http://www.ambitojuridico.com.br>).

Conforme explicamos na aula n°. 7, a localização absoluta resulta de medições em relação a referências já conhecidas, portanto, o reconhecimento das linhas de grade que estão presentes nos documentos sistemáticos tem um papel importante na amarração e exatidão dos objetos localizados. Vez que estas linhas de grade ou grid como os especialistas chamam, sempre estão ligados a algum elipsóide de referência que deve ser registrado no documento com o nome de DATUM.

CONCLUSÃO

Entretanto, o processo de leitura das coordenadas de um ponto qualquer em uma carta ou mapa é o mesmo das coordenadas geográficas, apenas encontramos a distância da referência (linhas do grid ou paralelos e meridianos) até o ponto desejado e calcularemos em metros estas distâncias que depois serão adicionadas aos valores de referência que estão nas bordas do documento.

RESUMO

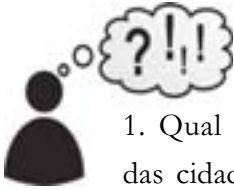


O posicionamento de um ponto em coordenadas UTM é dado pelo par coordenado E e N, correspondentes ao afastamento do meridiano central (E) e do Equador (N). O problema de se obter as coordenadas UTM em uma carta topográfica e a sua plotagem está ligado à escala da carta e ao erro gráfico de percepção.

As coordenadas N (norte) crescem de S para N e são acrescidas de 10.000.000 (metros) para não se ter valores negativos ao sul do Equador que é a referência de origem; já as coordenadas E (leste) crescem de W para E, acrescidas de 500.000 (metros) para não se ter valores negativos a oeste do meridiano central.

Observamos que enquanto o sistema de *coordenadas geográficas*, angulares, em graus, minutos e segundos é de uso geral para referenciar qualquer ponto da Terra, o sistema UTM, além de limitado pelos paralelos 80° S e 84° N, deve contar com a indicação da Zona UTM, pois as mesmas coordenadas métricas N e E repetem-se em todas as 60 zonas.

As projeções de linhas meridianas geográficas em mapas próximos das bordas das zonas (múltiplas de 6° de longitude) mostram ângulo com as linhas cartesianas do sistema UTM. Exemplo de coordenadas UTM: Zona 23, N 8.569.300, E 645.750, o que significa que o ponto referenciado acha-se entre 36 e 48° W (zona 23), 145.750 m a leste do meridiano central (no caso 39° W) e 1.430.700 m a sul do Equador.



ATIVIDADES

1. Qual a coordenada UTM, aproximada, dos pontos centrais das cidades localizadas na carta abaixo?



COMENTÁRIO SOBRE AS ATIVIDADES

O processo de plotagem das coordenadas UTM remete a aplicação da lógica matemática e da precisão milimétrica para elaboração de cálculos utilizando uma régua ou efetuando medidas a partir dos pontos de referência Leste e Norte da referida carta. Observe que o reconhecimento das coordenadas geográficas pode auxiliar na conversão desta para o sistema UTM.

PRÓXIMA AULA



Na próxima aula vamos trabalhar com a idéia de Fuso horário e determinação das horas em diferentes lugares. Conceito que é muito utilizado na escola para que os alunos compreendam como se processa o movimento da terra.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, Paul S. **Princípios de Cartografia Básica**. v. 1. Illinois State University, 1982.

FUNDAÇÃO IBGE. **Noções Básicas de Cartografia**. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia>.> Acesso em 12/07/2006.

Paulo Araújo. **Fundamentos de Cartografia**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1994. Série Didática.