

SISTEMA DE COORDENADAS UTM

* Francisco Carvalho de Cerqueira

Os trabalhos geodésicos em território brasileiro, a partir de 1977, vêm considerando o elipsóide internacional de referência de 1967, adotado pelo sistema geodésico sul-americano de 1969 (Sad-69).

1.0 – INTRODUÇÃO

O Sistema de Coordenadas UTM (Universal Transverso de Mercator) trata das coordenadas planas e retangulares aplicadas aos pontos do globo terrestre, baseadas nas projeções cilíndricas de Mercator.

As projeções cartográficas apresentam grandes dificuldades, devido às deformações que sofrem, pelo fato de a superfície da terra não possuir uma forma desenvolvível. Para tornar possível sua representação será necessário estabelecer determinadas condições básicas, definidoras de sua execução. Essa representação deverá ser feita por partes, projetando-se seções da superfície terrestre sobre superfícies geométricas desenvolvíveis como o cilindro ou o cone. Tendo em vista não ser possível conservar ao mesmo tempo as grandezas lineares, angulares ou de áreas, sem que sofram deformações, procura-se conservar, no decorrer das projeções, pelo menos uma delas. As projeções que conservam as linhas sem deformações são chamadas de "equidistantes"; as que conservam as áreas são denominadas de "equivalentes" e as que mantêm os ângulos são designadas de "conformes". As projeções cilíndricas de Mercator adotam a condição da conformidade.

2.0 – ELIPSÓIDE INTERNACIONAL DE REFERÊNCIA

A forma da superfície terrestre, para fins de medidas de coordenadas (Geográficas ou UTM), é assimilada a um elipsóide de revolução girando em torno de seu eixo menor (eixo dos pólos). Essa figura geométrica, definida através das medidas de seus diversos parâmetros constitui o que se denomina de "elipsóide de referência".

No estudo do elipsóide de referência, várias determinações foram feitas: Bessel (1841), Clarke (1858), Helmert (1907) e Hayford (1909). Por longo tempo as determinações de Hayford foram adotadas para o "elipsóide de referência".

Atualmente adota-se o Elipsóide Internacional de Referência de 1967, conforme foi na época, recomendado pela Associação Geodésica Internacional, na Assembleia Geral de Lucerna, para uso universal. Em território brasileiro, o IBGE passou a adotá-lo, a partir de 1977, após ser utilizado pelo Sistema Geodésico Sul-Americano de 1969 (SAD - 69).

Esse elipsóide possui os seguintes parâmetros definidores:

Semi-eixo maior (equatorial) = 6.378.160m

Semi-eixo menor (polar) = 6.356.775m

3.0 – COORDENADAS GEOGRÁFICAS

O Sistema de Coordenadas Geográficas é constituído de Latitude e Longitude.

• Engo. Civil – Prof. da UNIFOR.

A Latitude consiste no ângulo formado pela vertical do lugar com o plano do Equador. Varia de zero a noventa graus e é considerada positiva no hemisfério norte e negativa no hemisfério sul.

A Longitude é definida pelo ângulo diedro compreendido entre o meridiano de origem e o meridiano do lugar. Mediante acordo internacional, o meridiano de origem é o que passa pelo Observatório Astronômico de Greenwich. A Longitude varia de zero a cento e oitenta graus para leste (E) e para oeste (W).

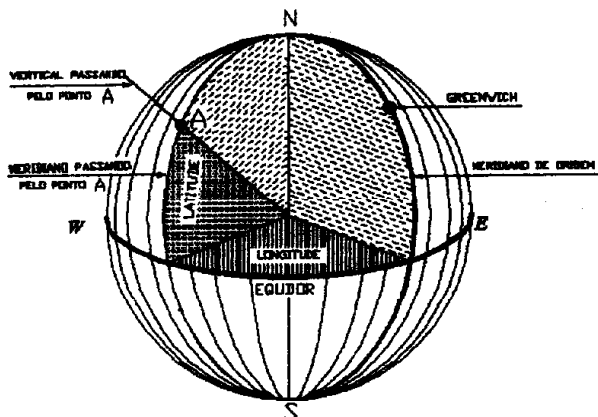


Figura 1
COORDENADAS GEOGRÁFICAS
O ponto A representa o lugar de coordenadas conhecidas

4.0 – COORDENADAS UTM

O Sistema de Coordenadas UTM é formado de coordenadas planas e retangulares, obtidas através de uma projeção cilíndrica e conforme, do tipo cilindro secante, onde o eixo de revolução do elipsóide se mantém perpendicular ao eixo do cilindro. O elipsóide foi dividido em 60 fusos de 6° de amplitude cada, sendo limitados pelos meridianos múltiplos desse valor.

A numeração dos fusos é feita a partir do antimeridiano de Greenwich, no sentido oeste-leste. Assim o fuso 1 fica compreendido pelos meridianos de 180° W e 174° W, tendo, conseqüentemente, o meridiano central, a longitude de 177° W. O estado do Ceará, por exemplo, encontra-se contido no fuso de número 24, o qual é limitado pelos meridianos de 36° W e 42° W.

As coordenadas são indicadas, na direção Norte-sul, pela letra N e na direção Leste-Oeste pela letra E. Para operar o sistema UTM associa-se a cada fuso um sistema de referência, constituído das coordenadas retangulares, cuja origem é a interseção da linha do Equador com a linha do meridiano central do fuso. No hemisfério Norte, a origem tem coordenadas $N = 0$ (linha do Equador) e $E = 500.000$ m (meridiano central). No hemisfério Sul, esta origem possui as coordenadas $N = 10.000.000$ m (Equador) e mantém o valor de $E = 500.000$ m (meridiano central).

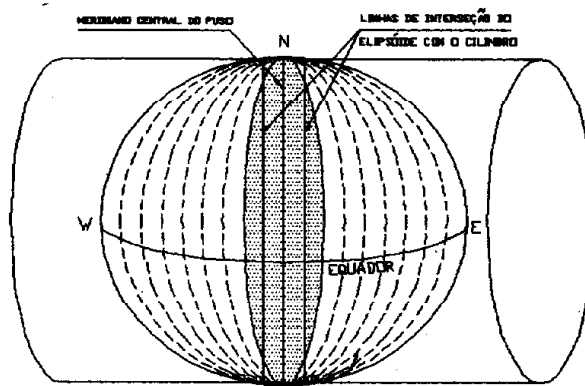


Figura 2
Cilindro Secante
As linhas de interseção do elipsóide com o cilindro são paralelas ao meridiano central

A cidade de Fortaleza possui as seguintes coordenadas.

Geográficas:	UTM:
Latitude = $3^\circ 59' S$	N = 9.558.893m
Longitude = $38^\circ 31' W$	E = 552.651m

Para a transformação de coordenadas Geográficas em UTM e vice-versa, sugerimos a utilização das "Tabelas para cálculos no sistema de projeção universal transversa de mercator (UTM)", Trabalho desenvolvido pelo engenheiro Luiz Paulo Souto Fortes e publicado pela Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, em 1986.

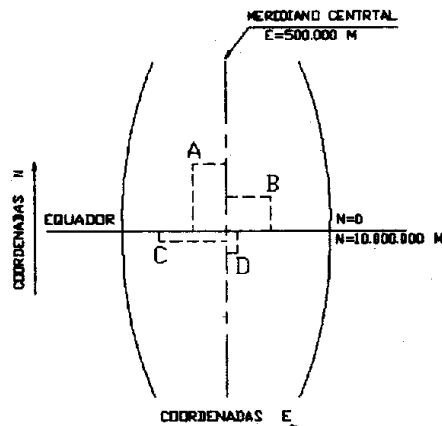


Figura 3
Referencial do Sistema UTM e exemplo de Coordenadas de pontos do fuso N: 24.

A (ATLÂNTICO)	B (ATLÂNTICO)
N = 2.850,000 m	N = 1.420,000 m
E = 380,000 m	E = 684,000 m
C (PIRACUR-PI)	D (OURICURI-CE)
N = 9.580,904 m	N = 9.201,077 m
E = 212796 m	E = 519,709 m

5.0 DEFORMAÇÕES LINEARES

As projeções UTM, consistem, como foi dito, numa representação que atende à condição da conformidade, isto é, aquelas que conservam os ângulos (azimutes). O sistema se caracteriza pela deformação tão somente dos comprimentos em função da situação dos segmentos considerados em relação ao meridiano central do fuso. Ao longo das linhas de interseção do cilindro com o elipsóide, as quais são paralelas ao meridiano central, não haverá deformações. A partir das linhas de secância, os comprimentos dos segmentos sofrem modificações que aumentam a medida que delas se afastam. Na área compreendida entre as linhas haverá somente redução e nas áreas externas, somente ampliações.

Essas variações se processam de forma bastante lenta, de modo que as deformações dos comprimentos em torno de um ponto são praticamente uniformes.

A variação de escala entre o meridiano central e os bordos do fuso é representada por um coeficiente

denominado “fator de escala (fator K)”. Esse fator varia de $K = 0,9996$ ao longo do meridiano central, $K = 1$ ao longo das linhas de interseção e $K = 1,0016$ nos limites do fuso com o Equador.

Nos levantamentos topográficos de precisão, as distâncias diretamente medidas no terreno deverão ser multiplicadas pelo fator de escala, para a elaboração do desenho.

6.0 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IBGE – “Tabelas para cálculos no sistema de projeção universal transversa de mercator (UTM) – 1986.

IBGE – “Manual de atualização cartográfica” – 1988.

LELIS ESPARTEL – “Curso de topografia” – 1977.
NOTAS E REGISTROS do Eng. Antonio Leite dos Santos.