

Aula 12

O SISTEMA UTM, A CARTA INTERNACIONAL AO MILIONÉSIMO E O DESDOBRAMENTO DAS FOLHAS TOPOGRÁFICAS

META

Apresentar o sistema UTM como forma de localização dos elementos terrestres e a composição das folhas topográficas de diversas escalas, além do mapeamento geral do mundo ao milionésimo.

OBJETIVOS

Ao final desta aula, o aluno deverá: estabelecer a localização dos documentos cartográficos de escalas específicas de acordo com o posicionamento destes no sistema UTM; e identificar os tipos de documentos cartográficos sistemáticos em relação à área de abrangência, dimensão e aplicabilidades na Geografia.

Antônio Carlos Campos

INTRODUÇÃO

Como vimos na aula anterior, as projeções possuem inúmeras classificações, regras e utilizações. Dentre elas, destacamos a Projeção Universal Transversa de Mercator que desempenha fundamental importância na sistematização do mapeamento cartográfico mundial a partir da criação do sistema de determinação das coordenadas retangulares nas cartas militares de escala grande, em todo o mundo. Idealizada no século XVIII, o sistema UTM somente teve sua utilização iniciada em 1947, após a Segunda Guerra Mundial, quando foi adotado pelo exército norte americano.

O nome Universal se deve à utilização do elipsóide de Hayford (1924), que era conhecido como elipsóide Universal, como modelo matemático de representação do globo terrestre. Transversa é o nome dado à posição ortogonal do eixo do cilindro em relação ao eixo menor do elipsóide. E de Mercator (1512-1594), porque foi o idealizador da projeção que apresenta os paralelos como retas horizontais e os meridianos como retas verticais.

No Brasil, a Diretoria do Serviço Geográfico do Exército passou a utilizar o sistema UTM em 1955 como recomendações da UGGI (União Geodésica e Geofísica Internacional).

Adotada por muitas agências de cartografia nacionais e internacionais, inclusive a OTAN, é comumente usado em cartografia topográfica e temática, para referenciamento de imagens de satélite e como sistema de coordenadas para bases cartográficas para Sistemas de Informação Geográfica.

SISTEMA UTM

O Sistema UTM é dividido em 60 fusos de 6 graus de amplitude em longitude. Cada fuso também é chamado de Zona UTM. Os fusos são numerados de 1 (um) a 60 (sessenta) começando no fuso 180° a 174° W de Greenwich, seguindo de oeste a leste para fechar no mesmo ponto de origem. Cada um destes fusos é gerado a partir de uma rotação do cilindro de forma que o meridiano de tangência divide o fuso em duas partes iguais de 3° de amplitude (Figura 1).

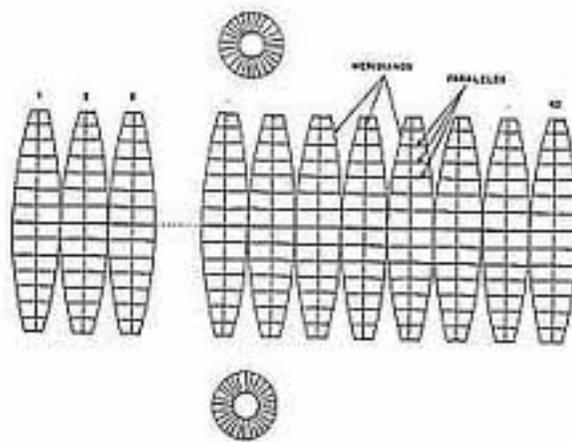


Figura 1. Os fusos do sistema UTM (Anderson, Paul S. et al, 1982: 42).

Para compreender como a Projeção UTM é desenvolvida, imagine a Terra como uma laranja, com pólos, linha do equador, paralelos e meridianos desenhados sobre ela. Imagine usar uma faca e retirar dois pequenos círculos no pólo norte e no pólo sul. Fazendo um corte na casca da laranja na direção norte-sul e repetindo este corte norte-sul a intervalos iguais, obter 60 zonas ou fusos destacados.

Cada uma destes fusos formará a base de uma projeção de um mapa. O achatamento necessário para projetar a superfície curva da casca da laranja em uma superfície plana pode ser visualizado forçando esta tira de casca laranja nesta superfície. Comprimindo seu centro, podemos forçar a casca a ficar plana até tocar totalmente a superfície lisa. Esta ação resulta em uma distorção leve das características geográficas dentro deste fuso. Mas, sendo o fuso relativamente estreito, a distorção é pequena e pode ser ignorada pela maioria dos usuários de mapas.

Em cada fuso as medidas quilométricas têm origem na intersecção do meridiano central com o equador. No sentido da longitude o valor 500 km foi arbitrado para identificar o meridiano central de cada fuso e, a partir dele, os valores crescem para leste e decrescem para oeste do meridiano central, i. e. as distâncias quadrículas longitudinais variam de 166,5 a 167 km a oeste do meridiano central do fuso UTM, passa pelo meridiano central que representa 500 km e distancia-se até 833 km, aproximadamente, aumentado de oeste para leste (Figura 2).

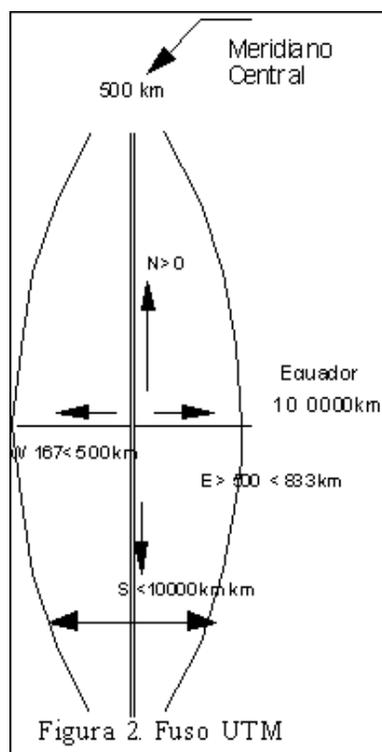


Figura 2. Fuso UTM

O sistema UTM é usado entre as latitudes 84° N e 80° S. Cada faixa compreende 4° de latitude, que são indicadas por letras A, B, C, D, E..., crescentes a partir do Equador, tanto para o norte quanto para o sul.

Sabe-se que 1° (um grau) de longitude e latitude apresenta valor aproximado de 111,11 km e que no sentido da latitude têm-se valores decrescentes saindo do Equador para o sul. O Equador representa 10.000 km, ou 10.000 000 m, e o Pólo Sul corresponde a 0 km. Já no hemisfério norte os valores crescem do Equador para o Norte (Equador = 0 km, pólo - 10.000 km); assim, o paralelo de 4° de latitude no hemisfério sul corresponde à diferença de $10.000 - (4 \times 111) = 9.556$ km, no hemisfério norte corresponde a $4 \times 111 = 444$ km.

Esses valores quilométricos constituem-se na coordenada N do sistema UTM. O referencial para indicar o hemisfério ou a latitude norte ou sul é, respectivamente, o sinal N e S.

A CARTA INTERNACIONAL DO MUNDO AO MILIONÉSIMO – CIM

De acordo com o Departamento de Cartografia do IBGE, a Carta Internacional ao Milionésimo “fornece subsídios para a execução de estudos e análises de aspectos gerais e estratégicos, no nível continental” (IBGE, 1998:47). É uma representação de toda a superfície terrestre, na projeção cônica conforme de LAMBERT (com dois paralelos padrões) na escala de 1:1.000.000 (Figura 3).

Como o leitor já deve ter observado, a divisão em fusos aqui apresentada é a mesma adotada nas especificações do sistema UTM. Na verdade, o estabelecimento de suas especificações é pautado nas características da CIM.

A distribuição geográfica das folhas ao milionésimo foi obtida com a divisão do planeta (representado aqui por um modelo esférico), em que cada uma das folhas ao milionésimo pode ser acessada por um conjunto de três caracteres:

1. letra N ou S - indica se a folha está localizada ao Norte ou a Sul do Equador.
2. letras A até U - cada uma destas letras se associa a um intervalo de 4° de latitude se desenvolvendo a Norte e a Sul do Equador e se prestam à indicação da latitude limite da folha. Além das zonas de A a U, temos mais duas que abrangem os paralelos de 84° a 90°. A saber: a zona V que é limitada pelos paralelos 84° e 88° e a zona Z, ou polar, que vai deste último até 90°.
3. números de 1 a 60 - indicam o número de cada fuso que contém a folha.

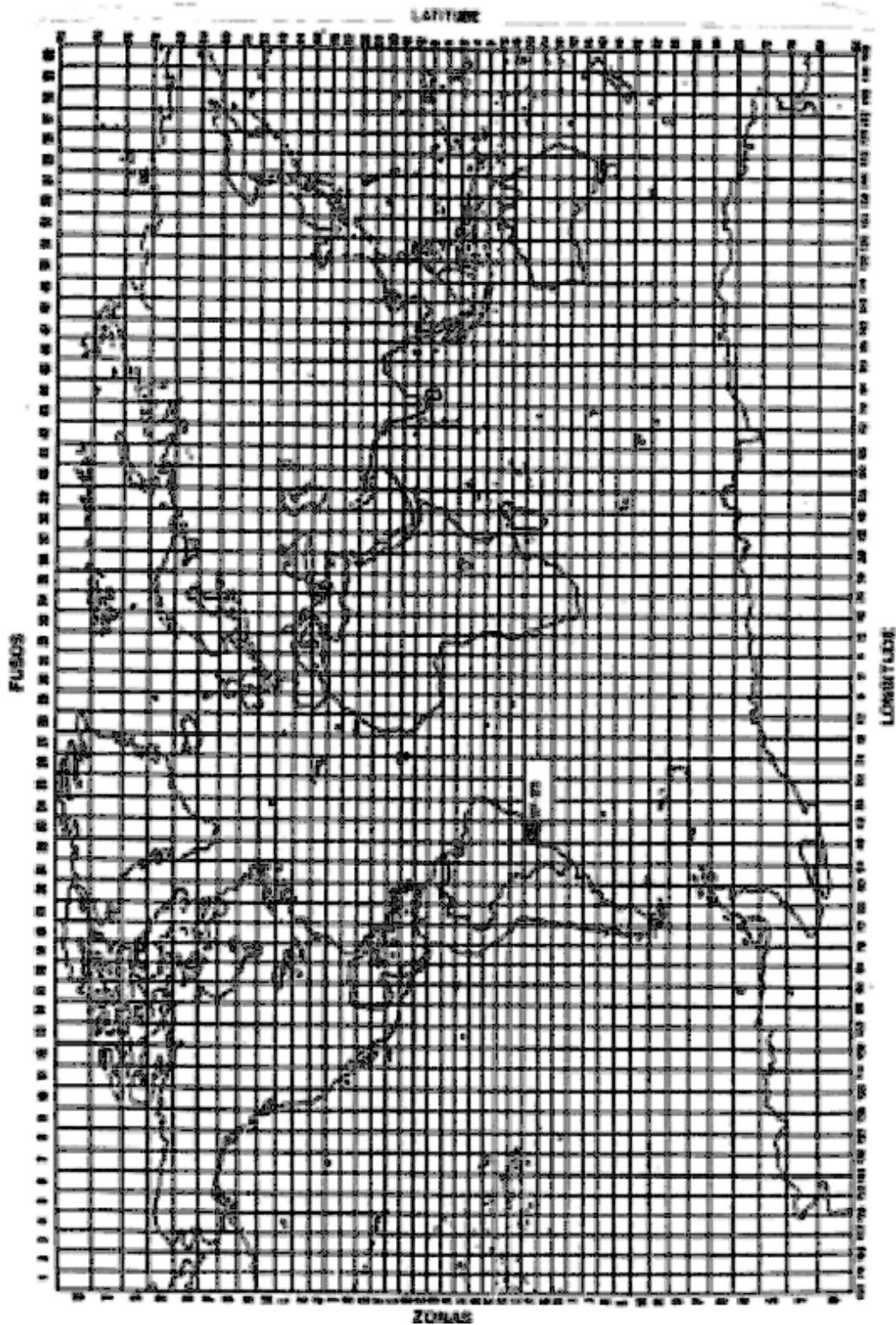


Figura 3. Carta Internacional do Mundo ao Milionésimo

Embora cada país decida o conjunto de escalas para a série de cartas, existe concordância entre as nações sobre a área coberta por uma carta topográfica, na escala de 1: 1.000.000, chamada de Carta Internacional ao Milionésimo - CIM e que tem uma amplitude de quatro graus de latitude por seis graus de longitude.

No Brasil, o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e o Exército brasileiro, através da DSG (Diretoria do Serviço Geográfico), são, constitucionalmente, responsáveis pelo mapeamento topográfico sistemático. Devido, principalmente, às dimensões nacionais e aos custos elevados para a produção deste tipo de mapeamento, tem-se que este mapeamento topográfico sistemático está restrito às escalas de 1: 1.000.000, 1: 500.000, 1: 250.000, 1: 100.000, 1: 50.000 e 1: 25.000 para cobrir todo o território nacional (Figura 4).

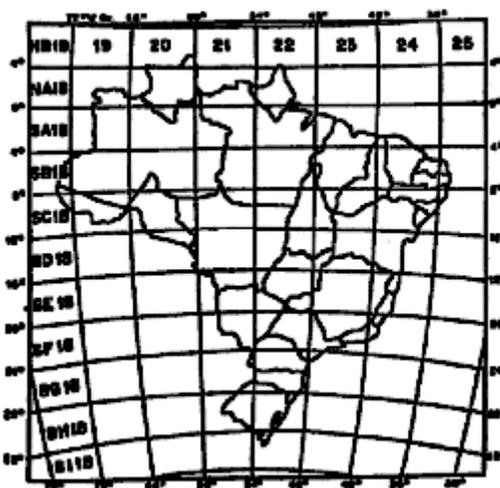


Figura 4. – Área do Brasil coberta pelas Cartas Internacionais ao Milionésimo

A carta do Brasil na escala 1: 1.000.000 é constituída por 46 folhas de formato 6° X 4°. A área representada por uma folha topográfica na escala ao milionésimo tende a necessitar de um número crescente de folhas à medida que aumenta a escala. Assim, uma folha ao milionésimo é decomposta em 4 folhas na escala 1:500.000, 16 folhas na escala 1:250 000, 96 folhas na escala 1:100 000 e 384 na escala 1:50 000.

Escala	Dimensões	n°. de folhas
1:1.000.000	6° 00' x 4°	01
1:500.000	3° 00' x 2	04 (1 x 04)
1:250.000	1°30' x 1°	16 (04 x 04)
1:100.000	30' x 30'	96 (06 x 16)
1:50.000	15' x 15'	384 (04 x 96)

Exemplo: Uma área situada entre 08° e 12° S recebe as letras SC. Outra entre 60° e 64° N receberá as letras NP. Assim, as folhas citadas acima representando áreas situadas entre as longitudes 36°W/42°W e 156°W/162°W têm índice SC-24 e NP-04, respectivamente.

Para determinar as longitudes delimitadoras de cada fuso procede-se a multiplicação do número do fuso por 6, em seguida subtrai-se do produto encontrado o valor 180. Verifica-se que pode resultar em um número positivo ou negativo. Quando o número encontrado for negativo significa que se trata de longitude ocidental e corresponde ao limite inferior do fuso, logo, é suficiente somar mais 6 para obter o limite superior do referido fuso. Quando o número for positivo, significa que se trata de longitude oriental e, nesse caso, o número encontrado corresponde ao limite superior do fuso. Subtraindo-se 6 desse número encontra-se o respectivo limite inferior do fuso.

Ex. Determinar as longitudes extremas do fuso numero 5 e do 45 (quadragésimo quinto) fuso UTM.

Solução 1. $5 \times 6 = 30 \dots\dots\dots 30 - 180 = - 150$ logo, longitude W e limite inferior do fuso

Longitudes extremas = $150^\circ\text{W} / 156^\circ\text{W}$.

Solução 2. $45 \times 6 = 270 \dots\dots\dots 270 - 180 = 90$ logo, longitude E e limite superior do fuso.

Longitudes extremas = $84^\circ \text{ E} / 90^\circ\text{E}$.

Determina-se a latitude de cada zona UTM verificando o número correspondente a cada letra indicadora da faixa e multiplicando-se esse número por 4. O produto dessa operação indica o limite superior da zona, devendo-se subtrair desse valor 4° com a finalidade de se conhecer o respectivo limite inferior.

A. $1 \times 4 = 4 - 4 = 0 \dots\dots\dots 0^\circ / 4^\circ \text{ N ou S}$

B. $2 \times 4 = 8 - 4 = 4 \dots\dots\dots 4^\circ / 8^\circ \text{ N ou S}$

M. $13 \times 4 = 54 - 4 = 48 \dots\dots\dots 48^\circ / 52^\circ \text{ N ou S}$

K. $11 \times 4 = 44 - 4 = 40 \dots\dots\dots 40^\circ / 44^\circ \text{ N ou S}$



ATIVIDADES

1. Identifique os fusos cartográficos localizados nas seguintes faixas longitudinais.

Faixas (°)	Fuso	Faixas (°)	Fuso	Faixas (°)	Fuso
6 – 0		48 – 42		126 – 120	
0 – 6		108 – 102		150 – 144	
42 – 48		18 – 24		24 – 30	

2. Identifique as letras relacionadas às seguintes faixas latitudinais;

Faixas (°)	Letra	Faixas (°)	Letra	Faixas (°)	Letra
0 – 4		60 – 64		12 – 16	
40 – 44		28 – 32		48 – 52	
16 - 20		76 - 80		56 – 60	

COMENTÁRIO SOBRE AS ATIVIDADES

É importante observar a rede geral de distribuição da CIM e exercitar a operacionalização da localização absoluta. Para aqueles que já são professores, uma boa estratégia para despertar o interesse do aluno é explicar as metas de um jogo tipo “Batalha Naval”, que se assemelham às normas utilizadas para o mapeamento sistemático global.

NOMENCLATURA E ARTICULAÇÃO/ DESDOBRAMENTO DAS FOLHAS

Este desdobramento tem origem nas folhas ao milionésimo, e se aplica a denominação de todas as folhas de cartas do mapeamento sistemático que vão desde as escalas de 1: 1.000.000 até a escala de 1: 25.000.

A decomposição sucessiva das folhas topográficas baseada na CIM conduz aos índices de referência formados por 5 ou 6 indicadores, como por exemplo: SC-24-V-A-IV-2.

Cada carta topográfica é identificada por um nome, que se refere à localidade, ou ao acidente geográfico de “maior importância”, que está contido pela carta. Por exemplo, a carta topográfica ao milionésimo, que tem para o canto inferior esquerdo latitude e longitude, respectivamente, latitude = 12°S e longitude = -42°W e para o canto superior direito latitude = 8°S e longitude = 36°W é denominada “Aracaju” (Figura 5). Se alguém desejar adquirir uma carta topográfica, pode fazê-lo usando como referência o nome da carta e a escala desejada.

Entretanto, nem sempre se conhece a priori o nome de uma carta. Dessa forma, é mais comum fazer esta solicitação usando a nomenclatura da carta ao invés do nome da carta. A nomenclatura de uma carta topográfica ao milionésimo fica determinada por três códigos alfanuméricos. O primeiro identifica o hemisfério em que a carta está se ao sul, código S e se ao Norte, código N. O segundo código identifica a zona em se encontra a carta. Quando se considera o hemisfério sul, a primeira zona está com-

preendida entre os paralelos de zero grau sul e quatro graus sul. Esta zona recebe como código a letra A. A segunda zona esta compreendida entre os paralelos de quatro graus sul e oito graus sul e recebe o código B.

As zonas seguintes recebem as letras subseqüentes, sendo que a última zona está compreendida entre os paralelos de oitenta e oitenta e quatro graus sul. O último código identifica o fuso que contém a carta. No exemplo da carta “Aracaju” a sua nomenclatura é então SC-24, ou seja, esta carta está no hemisfério sul, na zona C e no fuso 24. Na Figura 5 é apresentado o formato da carta ao milionésimo com as informações marginais relativas ao nome e nomenclatura da carta.

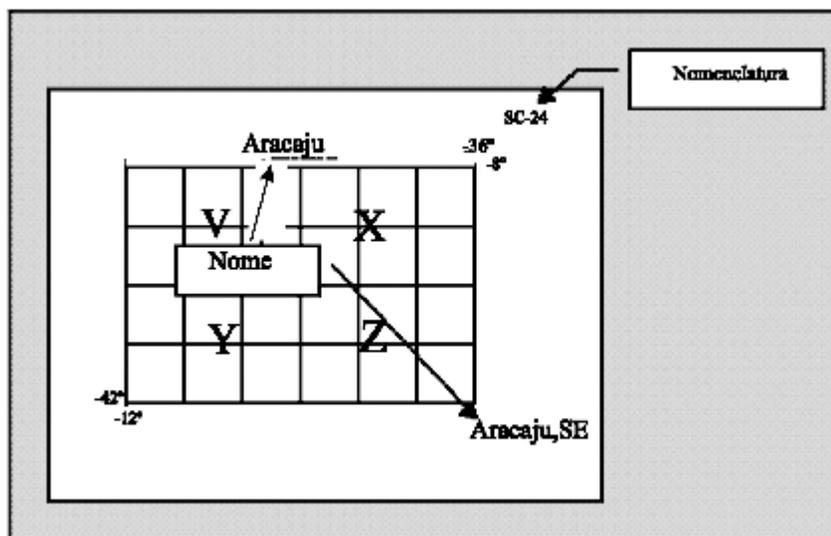


Figura 5. Carta de Aracaju ao Milionésimo.

A partir de cada carta ao milionésimo é feita a sua articulação (ou decomposição) visando identificar as outras cartas topográficas em escalas maiores. A forma de particionamento para cada uma das cartas topográficas em escalas maiores foi estabelecida por convenção nacional que envolve a FIBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; a DSG - Diretoria do Serviço Geográfico (Exército); a DHN - Diretoria de Hidrografia e Navegação (Marinha); e o ICA - Instituto de Cartografia Aeronáutica (Aeronáutica).

No sistema de indicação de nomenclatura atual, as cartas de 1:1.000.000 são divididas em 4 retângulos (VXYZ) de 3 por 2 graus na escala 1:500.000. Cada uma destas é dividida em 4 partes (A, B, C, D) de 1 grau e 30 minutos por 1 grau, tal como a figura acima. Por sua vez, o retângulo correspondente a cada uma dessas letras é dividido em seis quadrados de 30 minutos, os quais são numerados com algarismos romanos de I a VI da esquerda para a direita, a escala da folha em destaque (IV) é de 1: 100.000, e o seu índice de nomenclatura é SC-24-X-D-IV, que é o da folha de Pão de Açúcar no estado de Alagoas. Figura 6.

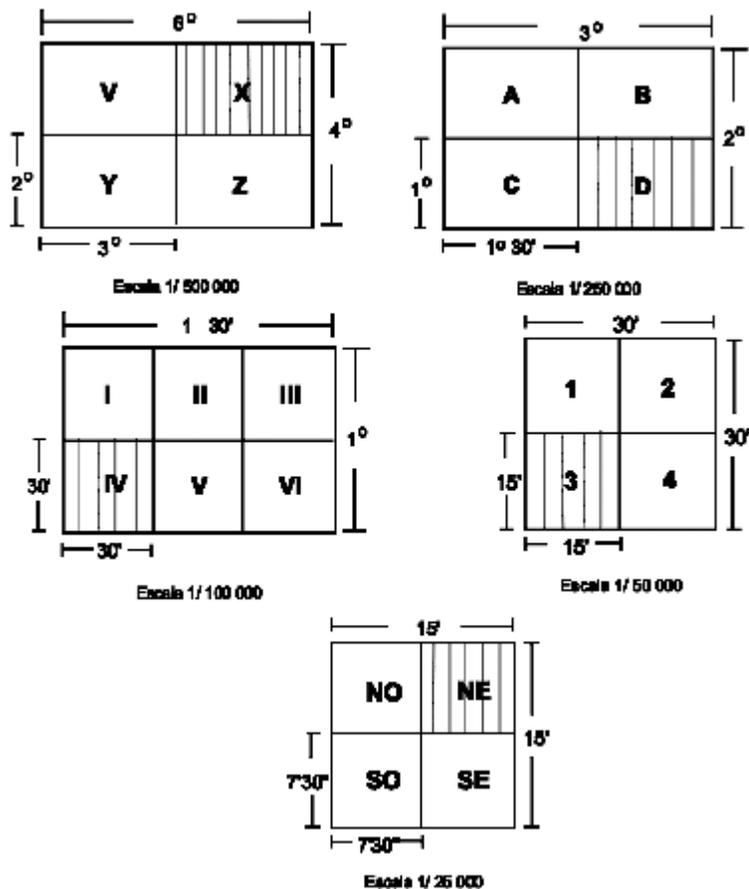


Figura 6. Decomposição/ articulação da CIM SC-24

A partir desse nível de classificação (escala 1: 100.000), o sistema “UTM Atual” subdivide as folhas em quatro partes. Estas cartas são denominadas com os algarismos 1, 2, 3, e 4, e têm formato de 15' por 15' na escala de 1: 50.000. As cartas de 1: 50.000 também são divididas em quatro partes, segundo as direções NO, NE, SO, SE da mesma forma que as anteriores. A folha em destaque na Figura 4.16c tem formato de 7, 5' X 7,5' na escala de 1: 25.000, e seu índice de nomenclatura é: SC-24-X-D-IV-3-NE.

As organizações responsáveis pelo mapeamento topográfico sistemático brasileiro consideram que a escala de 1: 25.000 é a maior escala de carta a ser produzida. Entretanto, existe uma enorme demanda por mapeamento topográfico em escalas maiores do que 1: 25.000, que são as escalas 1: 20.000, 1: 10.000, 1: 5.000, 1: 2.000, podendo incluir também as escalas de 1: 1.000 e 1: 500. No Brasil é comum usar-se a denominação de Carta Cadastral para fazer referência às cartas topográficas com escalas maiores do que 1: 25.000 (Figura 7). Normalmente, as especificações para este tipo de produto cartográfico são estabelecidas por Institutos Estaduais de Cartografia ou então a partir de consenso entre contratante e contratada.

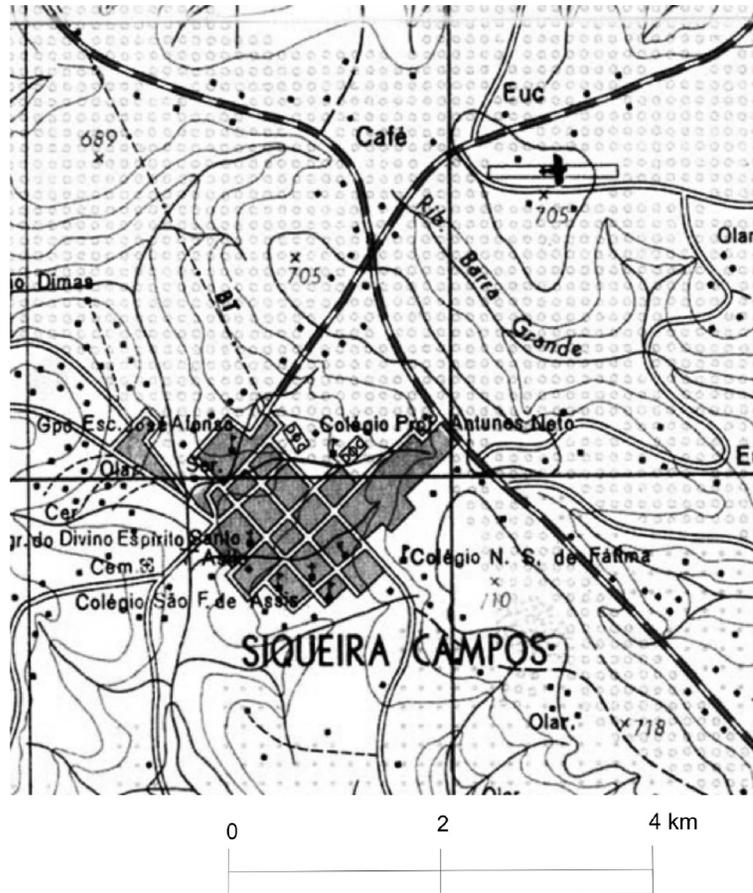


Figura 7 - Fragmento da carta topográfica 1: 50.000 produzida pelo IBGE.

CONCLUSÃO

O sistema de nomenclatura utilizado para as folhas topográficas e geográficas é baseado no sistema da Carta do Brasil ao Milionésimo, descrito a seguir.

A Carta do Brasil ao Milionésimo faz parte da Carta Internacional do Mundo CIM, na escala 1: 1.000.000, para a qual foi adotada a Projeção Cônica Conforme de Lambert, até as latitudes de 84° N e 80° S. Para as folhas das regiões polares foi utilizada a Projeção Estereográfica Polar.

As especificações estabelecidas para a CIM tiveram as seguintes finalidades:

- Fornecer, por meio de uma carta de uso geral, um documento que permitisse uma visão de conjunto do mundo para estudos preliminares de investimentos, planejamentos de desenvolvimento econômico e, também, para satisfazer às diversas necessidades dos especialistas de variadas ciências.
- Oferecer uma carta básica que permitisse preparar séries de cartas temáticas. Estas cartas constituem elementos fundamentais para a eficaz execução de estudos e análises.



RESUMO

No sistema UTM, a terra é dividida em 60 fusos de 6 graus de longitude, com início no anti-meridiano de Greenwich e seguindo de oeste para leste. Em relação à latitude, a divisão consiste em zonas de 4 graus e isso está vinculado ao tamanho da Carta de 1: 1.000.000 que também é chamada de CIM.

Para calcular a zona UTM para uma dada longitude, adicione 180° à longitude inicial da zona e divida por 6. Por exemplo, a zona do Rio de Janeiro está entre as longitudes -42° e -48° ; para descobrirmos a zona UTM, fazemos a operação $(180 - 42) / 6$, cujo resultado é 23 e, como estamos ao sul do Equador, a zona é 23 S.

A distorção de escala na direção Norte-Sul paralela ao meridiano central é constante. No entanto, a distorção aumenta nas duas direções se afastando do meridiano central. Para equalizar a distorção do mapa ao longo da zona UTM, é aplicado um fator de escala de 0.9996 para todas as medidas de distância dentro da zona. A distorção nos limites da zona, distantes 3 graus do meridiano central, é de aproximadamente 1%.

No Brasil, é utilizado o sistema UTM para os mapas com escalas até 1: 25 000 pelos principais órgãos de pesquisa e controle do espaço brasileiro, como IBGE e DSG (Exército).

Pelos conceitos já definidos, as cartas das escalas de mapeamento sistemático são divididas em folhas e cada folha representa a cobertura topográfica de uma área, sob a projeção cartográfica escolhida para a representação terrestre.



ATIVIDADES

1. Identifique as escalas das cartas cujas folhas recebem as titulações abaixo:
 - a) SD-22-Y-B-II
 - b) SB-21-Z-C-IV-3
 - c) NF-18-X-D-V-2-NW
2. Explicar o enquadramento da folha SD 21-Y-B-IV, citando as coordenadas geográficas inferiores e superiores dos paralelos, fuso e a escala da referência.

COMENTÁRIO SOBRE AS ATIVIDADES

Aqui você irá perceber de acordo com a denominação dos códigos de nomenclatura, quais as escalas dos documentos apresentados e quais as possibilidades de identificação dos documentos necessários a determinados estudos, de acordo com o seu objetivo.



PRÓXIMA AULA

Na próxima aula vamos trabalhar com determinação das coordenadas UTM usando os conhecimentos adquiridos a partir de agora.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, Paul S. et all. Princípios de Cartografia Básica. Vol. 1. Illinois State University, 1982.

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

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