

Introdução

Uma projeção cartográfica consiste de uma representação de posições referidas a uma superfície em outra superfície. As superfícies envolvidas neste processo são denominadas de superfície de referência (SR) e superfície de projeção (SP). O estudo de superfícies representadas por meio de curvas paramétricas pertence ao domínio da Geometria Diferencial. A abordagem ao tema projeções cartográficas quando segue este caminho proporciona um conhecimento geral que permite estabelecer relações entre duas superfícies. Para o âmbito da cartografia a ferramenta geometria diferencial auxilia no estabelecimento das funções bi-unívocas que permitirão fazer a transformação de espaços entre a superfície de referência (SR) e a superfície de projeção (SP). Estas funções bi-unívocas são estabelecidas partindo-se de condições iniciais e de propriedades que caracterizarão a nova superfície. Desse modo, pode-se escolher uma superfície de referência, uma superfície de projeção e uma característica desejável e então desenvolver as funções. Além disso as funções bi-unívocas que realizam as transformações entre as superfícies contêm informações que permitem avaliar o comportamento dos elementos transformados.

Projeções:

As projeções cartográficas são classificadas em três tipos diferentes: **cilíndrica, cônica e plana, polar ou azimutal.**

As projeções cilíndricas são aquelas elaboradas como se o elipsoide ou a esfera estivesse disposta dentro de um cilindro. As projeções cônicas são elaboradas como se colocassem o elipsoide ou esfera em um cone e, em seguida, ele fosse aberto e colocado em um plano. Com isso, observa-se que os meridianos formam uma série de linhas retas que se direcionam aos polos. Esse tipo de projeção é muito utilizado para representar alguns trechos de continentes ou países. Nas projeções planas, observa um plano colocado de forma tangente à superfície que será representada no centro do mapa. Nele, as linhas concentram-se do ponto central e dispersam-se em direção às áreas mais afastadas. Essa projeção é muito utilizada para representar os polos ou para colocar no centro de um mapa qualquer ponto da Terra.

Distorções

Distorções em escala

Quando se utiliza uma projeção cartográfica como meio de representação de algum modelo da Terra, é necessário estabelecer uma escala de representação. A escala é uma relação entre dois comprimentos, um deles considerado como referência, normalmente um segmento de arco pertencente à superfície de referência e outro comprimento considerado como pertencente à superfície de representação. Este valor de escala é verdadeiro apenas para pontos em que as duas superfícies, SR e SP, têm contato. No caso particular das superfícies utilizadas em projeções cartográficas, esta escala representa a escala verdadeira apenas nos pontos ou linhas de tangência ou ainda nas linhas de secância. A escala válida para os pontos comuns entre as duas superfícies, SR e SP, é dita escala nominal da representação. Para todos os outros pontos de uma projeção cartográfica a escala de representação é diferente da escala nominal. A existência de valores distintos de escala conduz ao termo distorção de escala pois torna possível explicar a existência da distorção em uma representação de uma superfície em outra e torna possível quantificar esta distorção. A distorção de escala é definida pela razão entre um arco de comprimento infinitesimal na superfície de projeção pelo seu homólogo na superfície de referência, onde:

$$m^2 = \frac{dS^2}{ds^2}$$

Onde m é a distorção de escala e dS representa o comprimento do arco infinitesimal na superfície de projeção SP e ds representa o comprimento do arco infinitesimal na superfície de referência SR. A quantidade m assume apenas valores positivos e podem ocorrer os seguintes casos

Quando $m=1$ os segmentos dS e ds são iguais e não houve distorção naquele ponto ou região e a escala nominal é válida para relacionar o comprimento medido com o seu correspondente original.

Quando $m > 1$ o segmento dS resulta maior do que o segmento ds, e isso indica que o comprimento do segmento representado, se afetado da escala nominal, produzirá um comprimento maior do que o comprimento original sobre a superfície de referência.

Quando $m < 1$ o segmento dS resulta menor do que o segmento ds, e isso indica que o comprimento do segmento representado, se afetado da escala nominal, produzirá um comprimento menor do que o comprimento original sobre a superfície de referência.

Comportamento da distorção de escala em caso de: conformidade; equivalência; e equidistância

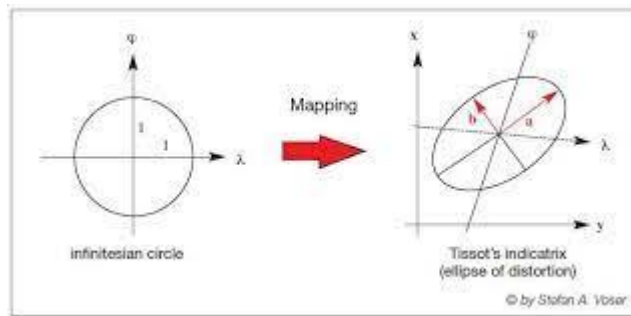
A representação de uma superfície em outra superfície implica uso de uma transformação. A aplicação de transformações entre os dados no âmbito das projeções 16 cartográficas implica em modificações de grandezas geométricas como forma, comprimentos, orientações e áreas. A distorção de escala assume comportamentos particulares para os casos de conformidade, equivalência e equidistância.

Conformidade: A propriedade de conformidade é caracterizada pela manutenção da forma de pequenas figuras, ou, pela manutenção de ângulos. Se os quatro pontos que definem um quadrado na SR forem observados na SP deve-se encontrar a figura de um quadrado, isto significa a preservação dos ângulos da figura. Conformidade, com base no conceito de distorção de escala, significa a existência de um único valor de distorção de escala por posição na SP.

Equivalência: Numa representação equivalente de uma superfície em outra existe uma relação constante entre os valores numéricos entre as áreas das duas superfícies. Neste caso o valor numérico representativo da área Ad de uma figura qualquer da superfície de projeção representa o valor numérico da área ad da mesma figura na superfície de referência.

Equidistância: A equidistância significa que ocorre a manutenção de uma relação constante entre uma família de linhas da SR quando observadas na SP. Nesse caso o valor da distorção de escala para as curvas desta família assume o valor 1. A generalização do conceito de distorção de escala é realizada no estudo da Elipse Indicatriz de Tissot.

Exemplo:



Projeção UTM

O Sistema UTM, é uma projeção cilíndrica reduzida em plano a parti do elipsoide de Hayford, é dividida em 60 fusos de 6 graus de amplitude em longitude. Cada fuso também é chamado de Zona UTM que é numerada, iniciando em "1" da esquerda para a direita em relação à longitude 180 graus oeste. Pode-se identificar também o fuso a partir de seu Meridiano Central que fica exatamente no centro do fuso.

A unidade é o metro tendo como origem o Equador e o Meridiano Central. No hemisfério Sul, o sistema possui o valor 10.000.000,00 m no Equador para a coordenada Norte, decrescendo para o Sul. E o valor 500.000,00 m no Meridiano Central para a coordenada Este, decrescendo para Oeste e crescendo para Este. No hemisfério Norte o sistema difere apenas na coordenada Norte, possuindo o valor de 0,00 m no Equador, crescendo para o Norte. As Coordenadas UTM definem posições bi-dimensionais e horizontais.

O esferoide possui 360 graus e cada fuso UTM possui 6 graus de longitude de arco, a projeção UTM possui ao todo 60 fusos UTM. Fusos estes que são contados partindo-se do antimeridiano de Greenwich em sentido anti-horário. Cada fuso UTM por sua vez, possui seu próprio meridiano central. O meridiano central é o meridiano que ocupa a posição central de determinado fuso UTM. Ou seja, partindo-se do anti-meridiano de Greenwich em sentido anti-horário nós teremos a contagem dos fusos UTM, os quais irão somar 60 ao chegar-se novamente no anti-meridiano de Greenwich. A projeção UTM é restringida a 84 graus norte e 80 graus sul, regiões estas nas quais as distorções não são significativas.

A grande vantagem trazida pela projeção UTM é que ao cortar o elipsoide desta maneira, a mesma mantém os ângulos, deformando pouco as áreas e nas áreas que

possuem essas deformações, podemos controlar tais deformações através do fator K. Com isso, ao projetar a forma da terra para o plano, o fuso UTM possui locais nos quais a área é expandida e locais nos quais a área é reduzida

