

Natalia Ribeiro¹

Andressa Carvalho Sókora²

Gabrielle Lane da Silva³

Mariana da Silva Segabinazzi⁴

Leonard Niero da Silveira⁵

Resumo:

O sistema de projeção cartográfica Universal Transversa de Mercator (UTM) é usada para representação gráfica de grandes áreas, ou seja, para confecção de cartas, mapas ou plantas e como toda projeção cartográfica apresenta distorções lineares, angulares ou ambas (SILVEIRA, 2017). Este sistema de projeção é inadequado para a implantação de obras civis com o intuito de gerenciamento do espaço urbano utilizando métodos clássicos de levantamentos com estação total, devido à influência nociva da curvatura terrestre. No entanto deve-se ter cuidado com as distâncias entre o ponto de referência onde está estacionada a Estação Total e o ponto a ser locado, que não deve ser demasiadamente longo. As influências em áreas urbanas, principalmente em regiões de grande valorização imobiliária, devem ser levadas em conta pois, valores distorcidos de área, mesmo que pequenos, pode afetar a tributação sobre o imóvel (IPTU). Ante ao exposto, o objetivo do presente trabalho é demonstrar que é possível usar o sistema de projeção cartográfica UTM para a locação de obras civis, desde que seja utilizado o fator de deformação linear com influência da altitude (Kr), inserido na estação total no momento da locação da área.

Palavras-chave: UTM, distorção, coordenadas topográficas

Modalidade de Participação: Iniciação Científica

¹ Aluno de graduação. nathy.mv2016@gmail.com. Autor principal

² Discente. sokoraandressa@gmail.com. Co-autor

³ Discente. gaabe.lane@gmail.com. Co-autor

⁴ Discente. segabinazzimari@gmail.com. Co-autor

⁵ Docente. leonardsilveira@unipampa.edu.br. Orientador

MINIMIZAÇÃO DAS INFLUÊNCIAS DA DISTORÇÃO LINEAR DO SISTEMA UTM PARA A APLICAÇÃO DE PROJETOS CIVIS EM ÁREAS URBANAS

1 INTRODUÇÃO

O sistema de projeção cartográfica Universal Transversa de Mercator (UTM) é usada para representação gráfica de grandes áreas, ou seja, para confecção de cartas, mapas ou plantas e como toda projeção cartográfica apresenta distorções lineares, angulares ou ambas (SILVEIRA, 2017).

Este sistema de projeção é inadequado para a implantação de obras civis com o intuito de gerenciamento do espaço urbano utilizando métodos clássicos de levantamentos com estação total, devido à influência nociva da curvatura terrestre.

Toda base cartográfica é construída utilizando sistemas de projeção cartográfica, e toda projeção conta com distorções inerentes aos efeitos da curvatura terrestre. O sistema UTM é derivado de um sistema de projeção cartográfica conforme, ou seja, tende a não distorcer ângulos mas há a distorção linear, ou seja, as distâncias projetadas são maiores ou menores que as distâncias reais medidas em campo, com isso qualquer projeto realizado em áreas urbanas deve ser constituído levando em consideração o fator de deformação linear (K) e, no momento da implantação de obras, o fator de deformação linear deverá ser informado, junto com as coordenadas UTM, para que, na Estação Total, as distâncias planas sejam convertidas em distâncias horizontais locais para locação com precisão. No entanto deve-se ter cuidado com as distâncias entre o ponto de referência onde está estacionada a Estação Total e o ponto a ser locado, que não deve ser demasiadamente longo. As influências em áreas urbanas, principalmente em regiões de grande valorização imobiliária, devem ser levadas em conta pois, valores distorcidos de área, mesmo que pequenos, pode afetar a tributação sobre o imóvel (IPTU).

Ante ao exposto, o objetivo do presente trabalho é demonstrar que é possível usar o sistema de projeção cartográfica UTM para a locação de obras civis, desde que seja utilizado o fator de deformação linear com influência da altitude (K_r), inserido na estação total no momento da locação da área.

2 METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado na cidade de Itaqui, no Estado do Rio Grande do Sul, com coordenadas aproximadas de latitude $29^{\circ} 09' 21''S$, longitude de $56^{\circ} 33' 05''W$ e altitude de 90 metros acima do nível médio do mar no porto de Imbituba – SC. Com uma população de 38.159 pessoas em uma área territorial de 3.406,606 km², segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e estatística (IBGE, 2010).

O fuso UTM da área de estudo é o de número 21, com a longitude no Meridiano Central de $57^{\circ}W$. Para a determinação das distorções foi utilizando uma área de um quadrilátero com 100m x 100m.

Para a confecção de um projeto sobre uma base cartográfica UTM todos os elementos lineares (distâncias horizontais) devem ser reduzidas ao plano de projeção cartográfica e então lançada na base.

No momento da implantação do projeto as coordenadas planas UTM devem ser inseridas na estação total junto com o coeficiente de deformação linear levando em consideração a altitude média do terreno (K_r).

O fator de deformação linear do meridiano central é o K_0 , sendo o seu valor para o sistema UTM sendo 0,9996. Por meio do K_0 é possível calcular o fator K, trata-se do fator de

deformação linear em outros pontos do fuso, então a equação para calcular o fator de deformação linear é:

$$K = \frac{K_0}{\sqrt{1 - [\cos \phi \cdot \sin(\lambda - \lambda_{MC})]^2}} \quad (01)$$

Onde; K é o coeficiente de deformação linear no ponto, K_0 é o fator de deformação linear no Meridiano Central; λ é a longitude do ponto e λ_{MC} é a longitude do meridiano central.

Obtendo o fator de deformação linear (K) pela fórmula anterior, é necessário calcular o fator de deformação linear em relação a altitude do plano topográfico (K_R) que é calculado a partir da equação 02.

$$K_r = \left(\frac{R_m}{R_m + H} \right) \times K \quad (02)$$

Sendo que o raio médio de curvatura do elipsoide é dado por:

$$N = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \times \sin^2 \phi}} \quad (03)$$

$$M = \frac{a(1 - e^2)}{(1 - e^2 \times \sin^2 \phi)^{1,5}} \quad (04)$$

$$R_m = \sqrt{N \times M} \quad (05)$$

Onde: R_m é o raio médio de curvatura do elipsoide;

N é o raio de curvatura da seção transversal meridiana ou Grande normal;

M é o raio da seção meridiana.

Sendo:

$$e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2} \quad (06)$$

Onde “e” é a primeira excentricidade do elipsoide.

3 RESULTADOS e DISCUSSÃO

Para um quadrilátero de 100m x 100m na área de estudo, as distâncias lineares, devido ao coeficiente de deformação linear, serão reduzidas a 99,960m x 99,960m, ou seja, 4 cm de diferença para a distância real.

Estes valores não são erros, mas as distorções inerentes à passagem de elemento sobre uma superfície curva (superfície terrestre) para uma superfície plana (plano de projeção cartográfica).

A tabela 1 mostra os elementos calculados para a latitude de 29° 09' 21”S, longitude de 56° 33' 05”W e altitude de 90 m.

Tabela 1 – Resultados dos cálculos efetuados para a redução da distância horizontal local.

K	0,999623368
N	6.383.210,210 m
M	6.350.569,101 m
Rm	6.366.868,738 m
Kr	0,999609237
Sp (distância plana UTM)	Sp= 99,961 m

Fonte: do autor, 2018.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio do trabalho foi verificado que ao ser utilizado uma base cartográfica em UTM, deve ser utilizado o fator de deformação linear levando em consideração a altitude, pois ao ser inserida uma distância horizontal em uma base cartográfica UTM para executar um projeto haverá uma distorção linear de aproximadamente 4 cm. Se esta distorção não for tratada será considerado um erro, que ocorrem de forma bastante corriqueira devido à negligência dos aflitos da curvatura terrestre.

Um bom exemplo de aplicação seria obras de viadutos, pois ao efetuar a locação com a distância horizontal sobre uma base UTM não haverá coincidência, utilizando-se o método de medida diagonal para verificar o alinhamento de um quadrilátero. Caso ainda persista inconsistências lineares no quadrilátero, força-se o seu fechamento, incorrendo em erros de aproximadamente 8cm em cada cabeceira do viaduto.

Outro exemplo é uma estação de tratamento de esgotos, onde o esgoto percorre etapas de tratamento, entrando em um determinado local e chegando à outro no fim do processo até ser descartado já tratado. Com a deformação linear é ignorada em muitos casos, ocorrem vários erros que causam falhas no processo de tratamento de esgoto, o que acaba em acúmulo demasiado de detritos que acabam sendo descartados de forma inadequada, fazendo com que a estação de tratamento se torne ineficiente.

Dentre vários motivos, a locação utilizando o fator de deformação linear (K_r) é realmente de grande importância, pois as distorções obtidas ao não ser negligenciado podem causar vários danos a curto e em longo prazo.

REFERÊNCIAS

RECH, Jair. **Topografia na construção civil**. Lages – Sc: Universidade do Planalto Catarinense – Uniplac, 2014.

SILVEIRA, Leonard Niero da; ROCHA, Jonatan dos Santos. **Influência da altitude na deformação de áreas projetadas nos sistemas planos UTM, LTM e RTM**. Revista Tecnologia e Ambiente, Criciúma- Sc, v. 22, p.137-146, 2016.

SILVEIRA, L. **Os sistemas UTM, RTM, LTM, Gauss-Krüger e Plano Topográfico Local**. Disciplina Cartografia II. 2017. Notas de Aula. Universidade Federal do Pampa.

IBGE. **População no último Censo**. 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/itaqui/panorama>>. Acesso em: 9 set. 2018.