

TRANSPORTE DE COORDENADAS PLANAS UTM E AFERIÇÃO DOS ERROS DE FECHAMENTO

Bruno Poetini Silva ¹

Marcos Vinicio Vieira Vita ²

Juliomar Sousa Santos ³

Emanuelly Wouters Silva ⁴

Mariana da Silva Segabinazzi ⁵

Leonard Niero Da Silveira ⁶

Pablo Francisco Benitez Baratto ⁷

Resumo:

As poligonais são geralmente utilizadas para estabelecer pontos de controle e pontos de apoio para a elaboração de detalhes e elaboração de planos, para repensar projetos e para o controle de execução de obras. Segundo Silveira (1990), o transporte de coordenadas é efetuado para obter-se as coordenadas do próximo vértice quando são conhecidos as coordenadas e o azimute do primeiro ponto com relação ao segundo, ou as coordenadas dos 2 pontos e deseja-se obter o azimute. No cálculo do transporte podem ser utilizadas coordenadas planas ou geodésicas. O uso de coordenadas geodésicas é recomendado quando se trabalha nas extremidades dos fusos, com o objetivo de evitar a transposição dos mesmos. Para grandes distâncias recomenda-se o transporte de coordenadas geodésicas em substituição ao transporte com coordenadas planas-sistema UTM, pois, no primeiro caso, a distância para o cálculo é a própria distância elipsóidica, que para o transporte das coordenadas planas, a distância elipsóidica é transformada em distância plana, desta forma, sujeita a um pequeno erro que pode prejudicar a precisão do levantamento. Sistema de Projeção cartográfica é definido como a alteração matemática realizada em pontos da superfície curva terrestre com o intuito de representa-los em superfície plana, com mínimo de deformações. Dificilmente algum sistema de projeção não provoque alterações, seja na distância, na forma ou na área, mas como são matemáticos, podemos prever qual o melhor sistema a ser utilizado de acordo com a finalidade desejada. Este trabalho foi executado na Universidade Federal do Pampa, campus Itaqui. Tendo como início da poligonal no fundo do Campus Itaqui e seguindo até a Av. América, finalizando na entrada do campus e foram utilizados equipamentos, tais quais: estação total Nikon, tripés, prismas refletor, trena, rádios comunicadores, prancheta de campo, calculadoras científicas. Concluímos que o transporte de coordenadas no sistema de projeções cartográficas é de grande importância, pois em distâncias longas devem ser corrigidas as influências da curvatura terrestre. Entretanto muitos profissionais esquecem que a projeção UTM representa cartograficamente um ponto na superfície do elipsoide de referência, sendo de extrema importância a utilização dessas coordenadas para projetos ou locações, precisa-se considerar o fator de elevação que transporta os pontos representados sobre o elipsoide para a superfície física da Terra, sendo que essa transformação modifica os valores das coordenadas, alterando consequentemente o valor da distância entre elas.

Palavras-chave: coordenadas, utm, erros de fechamento.

TRANSPORTE DE COORDENADAS PLANAS UTM E AFERIÇÃO DOS ERROS DE FECHAMENTO

¹ Aluno de graduação. brunopoetiini@gmail.com. Autor principal

² aluno de graduação. marcosvieiravita@gmail.com. Co-autor

³ Aluno de graduação. juliothiaguinho@gmail.com. Co-autor

⁴ Aluno de graduação. Emanuelywouters@gmail.com. Co-autor

⁵ aluno de graduação. segabinazzimari@gmail.com. Co-autor

⁶ Docente. leonardsilveira@unipampa.edu.br. Orientador

⁷ Aluno de pós graduação. pablofbaratto@gmail.com. Co-orientador

TRANSPORTE DE COORDENADAS PLANAS UTM E AFERIÇÃO DOS ERROS DE FECHAMENTO

1 INTRODUÇÃO

A poligonação é um dos procedimentos topográficos mais comuns. As poligonais são geralmente utilizadas para estabelecer pontos de controle e pontos de apoio para a elaboração de detalhes e elaboração de planos, para repensar projetos e para o controle de execução de obras. Uma poligonal é uma sucessão de linhas quebradas, conectadas entre si nos vértices. Para determinar a posição dos vértices de uma poligonal em um sistema de coordenadas retangulares de plano, é necessário medir o ângulo horizontal em cada um dos vértices e a distância horizontal entre vértices consecutivos.

Segundo Silveira (1990), o transporte de coordenadas é efetuado para obter-se as coordenadas do próximo vértice quando são conhecidos as coordenadas e o azimute do primeiro ponto com relação ao segundo, ou as coordenadas dos 2 pontos e deseja-se obter o azimute. No cálculo do transporte podem ser utilizadas coordenadas planas ou geodésicas. O uso de coordenadas geodésicas é recomendado quando se trabalha nas extremidades dos fusos, com o objetivo de evitar a transposição dos mesmos. Para grandes distâncias recomenda-se o transporte de coordenadas geodésicas em substituição ao transporte com coordenadas planas-sistema UTM, pois, no primeiro caso, a distância para o cálculo é a própria distância elipsóidica, que para o transporte das coordenadas planas, a distância elipsóidica é transformada em distância plana, desta forma, sujeita a um pequeno erro que pode prejudicar a precisão do levantamento.

Sistema de Projeção cartográfica é definido como a alteração matemática realizada em pontos da superfície curva terrestre com o intuito de representa-los em superfície plana, com mínimo de deformações. Dificilmente algum sistema de projeção não provoque alterações, seja na distância, na forma ou na área, mas como são matemáticos, podemos prever qual o melhor sistema a ser utilizado de acordo com a finalidade desejada.

Loch e Cordini (1995) retratam que o termo universal é devido ao fato de que o sistema UTM (Universal Transversa de Mercator) pode ser utilizado para qualquer região da Terra, tendo restrições às calotas polares, com a finalidade de manter as distorções lineares e de minimizar as distorções em azimute. As zonas UTM também são identificadas alfabeticamente a partir dos paralelos, a cada 8°, em 20 faixas a partir da letra C até X, omitindo-se as letras I e O. Apenas a faixa X tem 12° de amplitude ao invés de 8°. Baseando-se na projeção transversa de Gauss a qual a superfície de projeção utilizada é o cilindro que se encontra tangente ao elipsoide, sendo que na UTM o cilindro é secante. 60 fusos com 6° de amplitude, contados a partir do antemeridiano de Greenwich, para leste, nas longitudes múltiplas de 6°, coincidindo com os 6 fusos da carta internacional ao milionésimo na escala 1:1.000.000, com o sistema limitado até as latitudes de 84° N e 80° S.a.

Referente ao erro de fechamento, este terá que ser menor que a tolerância angular (E_a), que pode ser entendida como o erro angular máximo aceitável nas medições. Se o erro cometido for menor que o erro aceitável, deve-se realizar uma distribuição do erro cometido entre as estações e somente depois realizar o cálculo dos azimutes. A partir do ponto de partida (OPP), calculam-se as coordenadas dos demais pontos até retornar ao ponto de partida. A diferença entre as coordenadas calculadas e as fornecidas para este ponto resultará no chamado erro planimétrico ou erro linear cometido. Como os ângulos foram ajustados, este erro será decorrente de imprecisões na medição das distâncias. Uma propriedade das poligonais fechadas é que a somatória das projeções segundo os eixos X e Y são nulas.

Portanto a soma algébrica das projeções dos lados de uma poligonal fechada na mesma base, sobre os eixos coordenados é igual a zero. É necessário verificar se este erro está abaixo de uma determinada tolerância linear. Normalmente esta é dada em forma de escala, como por exemplo, 1:1000. O significado de Verificação do erro de fechamento Linear é que, em uma poligonal com 1000 m o erro aceitável seria de 1 m.

O objetivo deste trabalho é avaliar os cálculos de Transporte de Coordenadas Planas – UTM (Universal Transversa de Mercator) e o erro de fechamento, realizados através de uma planilha no Excel (manualmente) e comparar com os mesmos processados automaticamente pelo software Topograph. Com o intuito de aferir se ocorreram discrepâncias em seus resultados.

2 METODOLOGIA

Este trabalho foi executado na Universidade Federal do Pampa, campus Itaqui. Tendo como início da poligonal no fundo do Campus Itaqui e seguindo até a Av. América, finalizando na entrada do campus e foram utilizados equipamentos, tais quais: estação total Nikon, tripés, prismas refletor, trena, rádios comunicadores, prancheta de campo, calculadoras científicas. O procedimento foi iniciado da seguinte forma: O prisma foi colocado no marco geodésico próximo do estacionamento acadêmico 04, onde foi a ré no ponto zero. Após isso, foi estacionada a estação total e verificado a temperatura e a pressão, se estavam correspondentes, e na sequência foi marcado o ponto 1 com um piquete onde foi georreferenciado e correspondendo a Estação (E1). Também foram coletados os dados de ângulo vertical, ângulo horizontal, altura do instrumento, altura do prisma e distância inclinada. O procedimento foi realizado com três séries de repetições da posição direta e inversa em todos os pontos, assim, minimizamos os erros de verticalidade. Na figura 1, segue a ilustração da poligonal e os pontos utilizados:

Figura 1 - Poligonal



Fonte: dos autores, 2017.

3 RESULTADOS e DISCUSSÃO

Para iniciarmos os cálculos referente a poligonal, utilizamos o material apresentado em aula, pelo professor da disciplina de Cartografia II.

Cálculo das coordenadas planas UTM definitivas

$$NE1 = 6.774.647,781 \text{ m}$$

$$EE1 = 543.371,2158 \text{ m}$$

$$NM2 = NM1 + Sp \text{ M1-M2} \cdot \cos AzpM1-M2$$

$$EM2 = EM1 + SpM1-M2 \cdot \sin AzpM1-M2$$

$$NE2 = 6774647,781 + 281,213 \cdot \cos 35^\circ 18' 53,852''$$

$$EE2 = 543371,2158 + 281,213 \cdot \cos 35^\circ 18' 53,852''$$

$$NE2 = 6774647,7525 \text{ m}$$

$$EE2 = 543370,6820 \text{ m}$$

$$NE3 = 6774798,4806 \text{ m}$$

$$EE3 = 543132,0726 \text{ m}$$

$$NE4 = 6775118,8459 \text{ m}$$

$$EE4 = 543329,8396 \text{ m}$$

$$NE5 = 6775025,7398 \text{ m}$$

$$EE5 = 543752,5414 \text{ m}$$

$$NE6 = 6774644,2999 \text{ m}$$

$$EE6 = 543834,1749 \text{ m}$$

Erros de fechamento

$$EAzp = Azp_{chegada} - Azp_{calculado}$$

$$EAzp = 0^\circ 02' 16,27''$$

Perímetro

$$\text{Perímetro} = 1.630,0395$$

Fechamento linear

EN = Nchegada - Ncalculado

EN = -0,085948201

EE = Echegada - Ecalculado

EE = -0,074940491

Erro Linear = 0,114031445

Erro Linear Relativo= 14.294,649

Tabela 1- Comparação dos cálculos realizados pelo software e manualmente (Excel).

Manual		Software	
Fechamento Angular		Fechamento Angular	
EAz=	0° 02' 16,270"	EAz=	0°02'16,3"
Perímetro		Perímetro	
P =	1.630,04	P =	1.630,06
Fechamento Linear		Fechamento Linear	
EN=	-0,0859	EN=	-0,1426
EE=	-0,07494	EE=	-0,0505
Erro Linear=	0,114	Erro Linear=	0,1513
Erro Relativo=	14.294,65	Erro Relativo=	1:10776

Fonte: dos autores, 2017.

Conforme análise da tabela, podemos evidenciar que existe uma pequena e considerável diferença entre os processos realizados, tendo como resultados positivos, os cálculos realizados manualmente (Excel).

Os erros encontrados estão dentro da tolerância, porém, não oferece resultados de alta precisão, o qual era esperado. Pois utilizamos equipamento que poderiam resultar em ótimas precisões, entretanto estes devem ter uma manutenção preventiva e regularmente, o que não acontece com os mesmos. Dificultando assim, a precisão dos levantamentos realizados.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluimos que o transporte de coordenadas no sistema de projeções cartográficas é de grande importância, pois em distâncias longas devem ser corrigidas as influências da curvatura terrestre. Entretanto muitos profissionais esquecem que a projeção UTM representa cartograficamente um ponto na superfície do elipsoide de referência, sendo de extrema importância a utilização dessas coordenadas para projetos ou locações, precisa-se considerar o fator de elevação que transporta os pontos representados sobre o elipsoide para a superfície física da Terra, sendo que essa transformação modifica os valores das coordenadas, alterando consequentemente o valor da distância entre elas.

Levando-se em conta do que foi observado, o desenvolvimento do presente estudo possibilitou uma análise de como os softwares computacionais favorecem positivamente. Minimizando o trabalho braçal dos profissionais, porém há casos que ocorrem discrepâncias. Pois, não são totalmente eficazes, devido a grande maioria dos softwares serem criados por programadores sem o mínimo conhecimento em Engenharia de Agrimensura ou Cartografia.

Anais do 10º SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO - SIEPE

Universidade Federal do Pampa | Santana do Livramento, 6 a 8 de novembro de 2018

Neste caso, são utilizados algoritmos não disponibilizados e consta apenas ferramentas de entrada e saída de dados.

No entanto, ao realizarmos os cálculos manualmente com o auxílio do processador de dados (Excel), nos resultou em cálculos mais satisfatórios, pois conseguimos acompanhar o passo a passo dos processos calculados e assim corrigir os possíveis erros antes da finalização. Portanto, o trabalho foi de suma importância, iniciando pelo campo, pois vivenciamos a prática da profissão escolhida, por nós futuros Engenheiros Agrimensores e Cartógrafos. E sentimos alguns obstáculos enfrentados em seu dia a dia. Trabalhos com esta dimensão devem ser feitos mais vezes. Importante salientar que os cálculos tanto no Excel quanto no software Topograph foram de grande valia, pois até o momento a grande maioria dos discentes não sabiam descarregar os dados da estação para o software e tão pouco processá-los

REFERÊNCIAS

Loch, C. ; Cordini, J. Topografia Contemporânea: Planimetria. Florianópolis, Ed. Da UFSC, 1995. Acesso em: 25 nov. 2017.

Silveira, Luiz Carlos da . Cálculos Geodésicos no sistema UTM aplicados a topografia, Editora Luana. Morro da Fumaça - SC , 1990.