

Software Livre para Transporte de Coordenadas Geodésicas, UTM e Topográfica Local com Transformação entre Sistemas

José Marcos Guimarães Adriano
João Batista Tavares Júnior
Luiz Guimarães Barbosa
João Gonçalves Bahia

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Instituto de Tecnologia, Departamento de Engenharia
Br 465, Km 7, Caixa Postal 74506
CEP 23890-000, Seropédica – RJ
jose-marcos@bol.com.br

Resumo: O alto preço dos programas topográficos e geodésicos e a falta de programas livres inviabiliza pequenas empresas, pequenos projetos e projetos voltados apenas para a pesquisa. O objetivo deste artigo é a descrição de um software livre para transporte de coordenadas geodésicas, UTM e topográfica local com transformações entre sistemas. O programa, denominado PTGeo, foi desenvolvido para o processamento de dados de campo obtidos por vários métodos de poligonização. O programa possibilita ao usuário uma interação com o mesmo, permitindo a manipulação dos parâmetros de precisão, bem como o cálculo das coordenadas nos sistemas citados acima. Além disso o programa permite a transformação das coordenadas calculadas em um sistema para os outros dois. A entrada dos dados e cada etapa do seu processamento é mostrada em planilhas que permitem ao usuário interagir com cada uma delas. Os resultados do processamento são exibidos em forma de relatório através de um editor de texto. Sendo assim, o PTGeo mostra-se como um programa científico pois permite a interação com o usuário, além de ser também de fácil utilização.

Abstract: The lack of freeware programs for topographic and geodesic research and for small businesses has hindered the development of small projects and research projects. The objective of this research is to describe a freeware program for transportation of coordinates geodesic, UTM and local topographic and for transformations between these systems. The PTGeo program was developed to process any type of polygonal obtained from field data. The program has an interactive interface, allowing the user to change precision parameters as well as the calculation of ground coordinates in the geodetic, UTM and local topographic systems. Besides, the program allows a transformation of calculated coordinates between these systems. Data entry and each processing phase are shown in interactive spreadsheets. The results are reported in a text editor form. Thus the PTGeo has shown to be a scientific program as it allows the interaction with the user, besides being an easy program to use.

1. Objetivo

O programa **PTGeo** foi desenvolvido em ambiente delphi 4, utilizando-se a linguagem object pascal, proporcionando assim uma interface amigável com o usuário. O qual tem como finalidade atender os usuários que trabalhem com levantamentos topográficos ou geodésicos para fins didáticos, comerciais e de pesquisas.

2. Sistema de Projeção

A teoria das projeções compreende o estudo dos diferentes sistemas em uso, incluindo a exposição das leis segundo as quais se obtêm as interligações dos pontos de uma superfície (Terra) com os da outra (carta). O problema básico das projeções cartográficas é a representação de uma superfície curva em um plano. Em termos práticos, o problema consiste em se representar a Terra em um plano. A forma de nosso planeta é representada, para fins de mapeamento, por um elipsóide (ou por uma esfera, conforme seja a aplicação desejada) que é considerada a superfície de referência a qual estão relacionados todos os elementos que desejamos representar (elementos obtidos através de determinados tipos de levantamentos) (IBGE, 1999).

Sistema de projeção é então, neste contexto, o modo como se correlacionam os pontos da

superfície da terra com suas representação geométrica, que estabelece uma forma de calcular x e y em função de f e λ e vice versa.

A escolha de uma ou outra forma de projeção dependerá fundamentalmente da finalidade que se pretende, da região a representar e sua forma, e dos erros aceitáveis (Cintra, 2003).

3. Sistemas de Coordenadas

Os sistemas de coordenadas são necessários para expressar a posição de pontos sobre uma superfície, seja ela um elipsóide, esfera ou um plano. É com base em determinados sistemas de coordenadas que descrevemos geometricamente a superfície. Para o elipsóide, ou esfera, usualmente empregamos um sistema de coordenadas cartesiano e curvilíneo (paralelos e meridianos). Para o plano, um sistema de coordenadas cartesianas X e Y é usualmente aplicável.

Para amarrar a posição de um ponto no espaço necessitamos ainda complementar as coordenadas bidimensionais que apresentamos no parágrafo anterior, com uma terceira coordenada que é denominada altitude (IBGE, 1999).

3.1 - Sistema de Coordenadas Geodésicas

O sistema geodésico tem como coordenadas a latitude geodésica e a longitude geodésica, onde a latitude geodésica é o ângulo formado pela normal ao elipsóide de um determinado ponto e o plano do Equador, enquanto a longitude geodésica é definida como o ângulo formado pelo plano meridiano do lugar e o plano meridiano tomado como origem (Greenwich).

3.2 - Sistema UTM (Universal Transversa de Mercator)

O sistema UTM é Universal já que é aplicável em toda a extensão do globo terrestre; é Transverso porque o eixo do cilindro é perpendicular à linha dos pólos, e recebe o nome de Mercator em honra ao primeiro idealizador desse tipo de projeção, o holandês Gerhard Kremer (1512 – 1594), cujo nome latinizado é Gerardus Mercator.

Trata-se pois de uma projeção cilíndrica de eixo equatorial (transversa), que mantém a forma das figuras (conforme), sendo que a tangência do cilindro se mantém ao longo dos meridianos. Isso numa primeira aproximação já que, para minimizar os erros, adota-se um cilindro secante.

3.3 - Sistema Topográfico Local (STL)

Segundo a NBR 14.166 o Sistema Topográfico Local é um sistema de representação, em planta, das posições relativas de pontos de um levantamento topográfico com origem num ponto de coordenadas geodésicas conhecidas, onde todos os ângulos e distâncias de suas determinação são representados, em verdadeira grandeza, sobre o plano tangente à superfície de referência (elipsóide de referência) do sistema geodésico adotado, na origem do sistema, no pressuposto de que haja, na área de abrangência do sistema, a coincidência da superfície de referência com a do plano tangente, sem que os erros, decorrentes da abstração da curvatura terrestre, ultrapassem os erros inerentes às operações topográficas de determinação dos pontos do levantamento.

3.3.1 - Área de Abrangência do Sistema

Segundo Paciléo Neto (1997) a área de abrangência do sistema topográfico local será função da precisão requerida para a determinação das posições dos pontos levantados pelo levantamento topográfico e do erro decorrente da desconsideração da curvatura terrestre, que por sua vez, é função da distância do ponto mais afastado do levantamento em relação à origem do sistema.

- os valores ideais para as dimensões radiais à origem, determinantes da área de abrangência do sistema são de um modo geral: 80 km para um erro relativo máximo de 1:15.000;
- para cartografia de âmbito municipal: 70 km para um erro relativo máximo de 1:20.000;
- para cartografia, em áreas urbanas e especiais: 35 km para um erro relativo máximo de 1:100.000.

Estes valores podem ser reduzidos em função do relevo do terreno. As altitudes da maioria dos pontos do terreno, na dependência da sua configuração e da finalidade do levantamento topográfico, não devem afastar-se de ± 150 m da altitude média do terreno. Tanto no caso dos valores ideais para a determinação da área de abrangência do sistema como no de suas reduções em função do relevo do terreno, novos planos tangentes devem ser estabelecidos, caracterizando sistemas topográficos locais com origens distintas, interligados entre si por pontos comuns com coordenadas geodésicas conhecidas.

4. Transporte de Coordenadas

O Software, trata o transporte de coordenadas de maneira correspondente ao sistema de coordenadas adotado, conforme os sistemas abaixo.

4.1 - Transporte das Coordenadas Geodésicas

As coordenadas geodésicas são transportadas utilizando as fórmulas de *Puissant*.

4.2 - Transporte das Coordenadas Plano-retangulares no Sistema UTM

O transporte de coordenadas plano-retangulares é feito pelo método tradicional utilizado na topografia, mas agora aplicando nas distâncias oriundas do campo o fator de elevação e o fator de escala e no ângulo horizontal o ângulo de redução.

4.3 - Transporte das Coordenadas Plano-retangulares no Sistema Topográfico Local

Neste sistema, o ponto de referência (origem) deve possuir as coordenadas geodésicas, sendo que o transporte será realizado pelo método tradicional utilizado na topografia mas tendo como plano de referência o topográfico local.

5. Desenvolvimento do Programa

5.1 - Entrada de Dados

Na inicialização do programa é mostrado uma planilha previamente configurada, como sendo a de transporte de coordenadas segundo o sistema UTM, porém o usuário poderá selecionar outras configurações e até mesmo poderá trabalhar com várias planilhas diferentes.

A entrada de dados na planilha foi estruturada de tal forma a facilitar a sua manipulação, e apresenta uma seqüência tradicional nas colunas de dados iniciando pelo ponto visado a Ré, em seguida pela estação, ponto visado a Vante, descrição, ângulo horizontal, ângulo vertical, distância horizontal, altura do aparelho e altura do prisma (Figura 1).

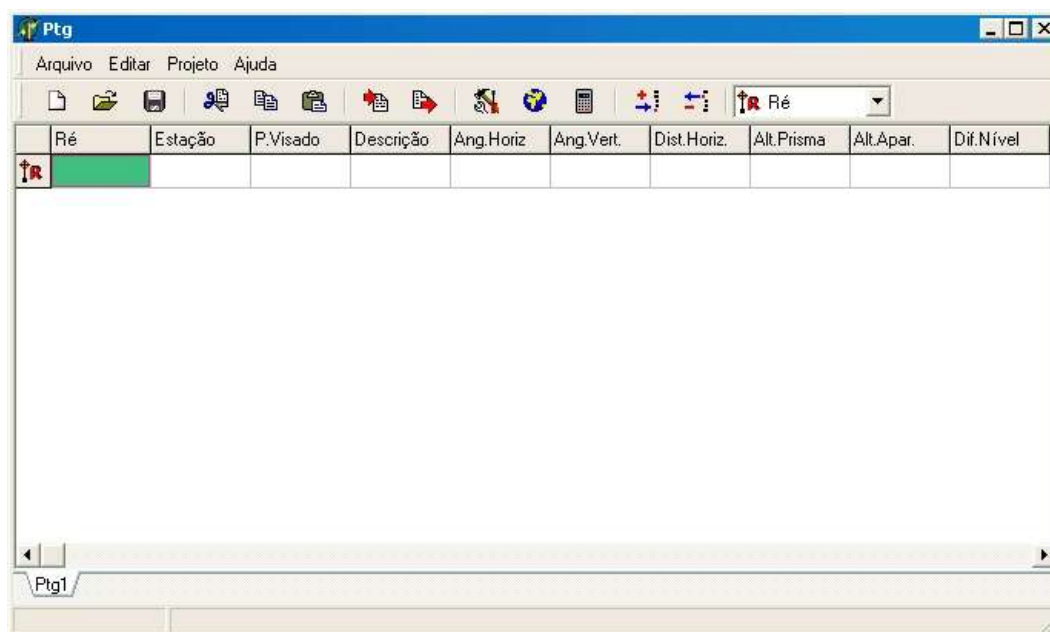


Figura 1: Tela de entrada de dados

A entrada de dados pode ser feita de forma direta na planilha, mas existe a possibilidade do usuário importar esses dados através de arquivo texto utilizando um separador (Figura 2) ou digitar esses dados em outro programa de planilha, como por exemplo, o Microsoft Excel e depois poderá usar o recurso de copiar e colar para a planilha de entrada de dados.



Figura 2: Tela de importação dos dados

5.2 - Configuração da Planilha e Dados Iniciais

A planilha de entrada de dados poderá ser configurada de acordo com o método de transporte de coordenadas desejado pelo usuário, ou seja, UTM, Geodésico ou Topográfico Local (Figura 3). Existem esses três tipos de configurações disponíveis, mas o programa tem ainda a capacidade de permitir que o usuário possa criar uma outra configuração e salva-lá para ser usada posteriormente. Esta configuração será adicionada à lista de modelos de planilha. Possibilita também o trabalho com várias planilhas dentro de um mesmo projeto.



Figura 3: Tela de configuração da planilha

5.4 - Relatório dos Dados

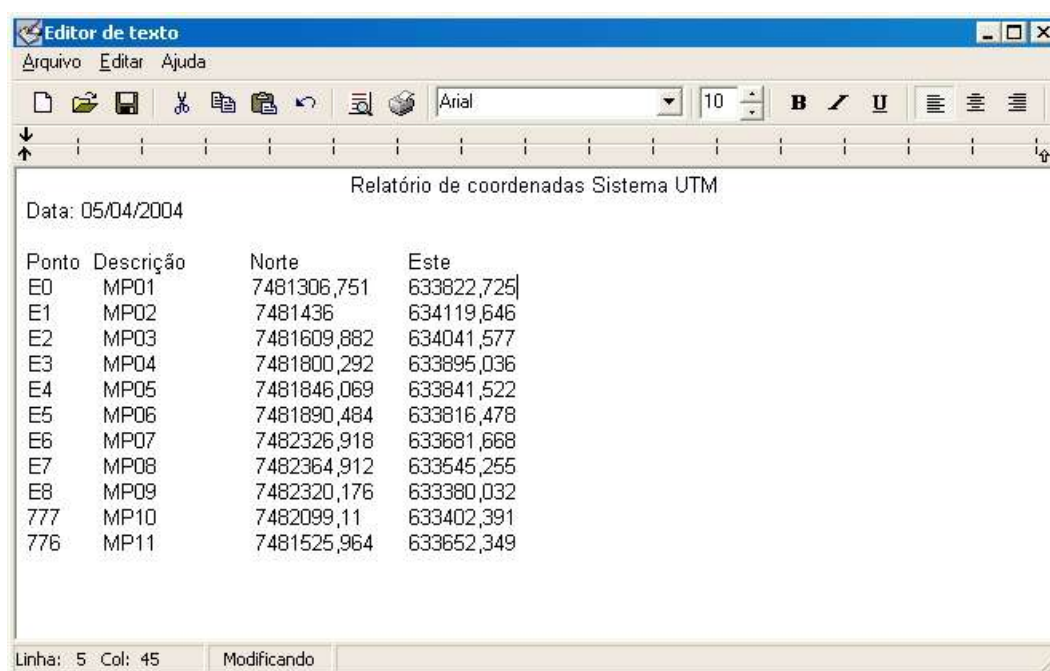
De acordo com o método de transporte selecionado, o relatório conterà:

Sistema Geodésico – Nome do ponto, Descrição, Coordenadas geodésicas (f , λ , H), Distância elipsoidal, Distância horizontal, Azimute verdadeiro, Ângulo de redução, Fator de elevação, Pontos de apoio.

Sistema UTM – Nome do ponto, Descrição, Coordenadas plano-retangulares (E , N , H), Distância plana, Distância horizontal, Azimute da quadricula, Ângulo de redução, Convergência meridiana, Fator de escala, Fator de elevação, Pontos de apoio. (Figura 6).

Sistema Topográfico Local - Nome do ponto, Descrição, Coordenadas plano-retangulares (X , Y , H), Distância horizontal, Azimute da quadricula, Convergência meridiana em relação ao ponto de referência, Fator de elevação, Coordenadas do ponto de referência e a sua convergência, Pontos de apoio.

Para a impressão o usuário poderá optar pela planilha completa ou selecionar as colunas com os dados que desejar.



Relatório de coordenadas Sistema UTM

Data: 05/04/2004

Ponto	Descrição	Norte	Este
E0	MP01	7481306,751	633822,725
E1	MP02	7481436	634119,646
E2	MP03	7481609,882	634041,577
E3	MP04	7481800,292	633895,036
E4	MP05	7481846,069	633841,522
E5	MP06	7481890,484	633816,478
E6	MP07	7482326,918	633681,668
E7	MP08	7482364,912	633545,255
E8	MP09	7482320,176	633380,032
777	MP10	7482099,11	633402,391
776	MP11	7481525,964	633652,349

Linha: 5 Col: 45 Modificando

Figura 6: Tela do resultado do relatório

5.5 - Visualização gráfica

O usuário poderá visualizar o desenho da poligonal na interface gráfica (Figura 7). Essa interface possui algumas ferramentas como: Pan, zoom dinâmico, zoom mais, zoom menos e a impressão do desenho.

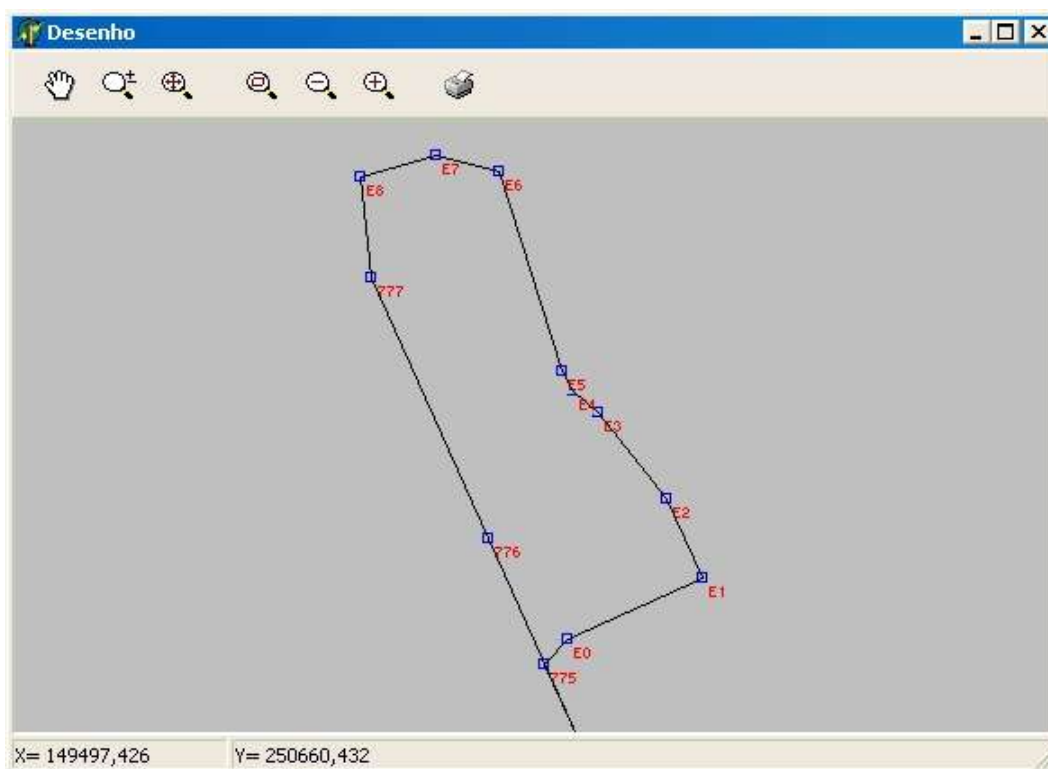


Figura 7: Tela de visualização do desenho

6. Considerações Finais

O programa "PTGeo" possui uma interface amigável com o usuário, sendo bastante simples a entrada de dados e de forma direta. Os resultados finais advindo do processamento são todos mostrados ao usuário possibilitando qualquer tipo de análise, o que torna o programa bastante didático.

7. Referências Bibliográficas

ABNT: **Rede de Referência Cadastral Municipal**. Norma NBR 14.166, 31.08.1998. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, 1998.

Pacileo Neto, N. et. al. **Sistema TM Sistema Topográfico Local**. (Apostila), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

IBGE: **Noções Básicas de Cartografia**. (Manuais Técnicos em Geociência número 8). Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, 1999 .

Cintra, J. P. **Sistema UTM**. (Apostila), Escola politécnica da Universidade de São Paulo, 2003. Disponível em: <http://www.ptr.usp.br/FTP01/Apostila%20UTM%202003.pdf> . Acessado em maio de 2004.