

GUIA PRÁTICO

DataGeosis Versão **2.3**

TRANSFORMAÇÃO DE COORDENADAS GEODÉSICAS EM TOPOGRÁFICAS E VICE-VERSA

Paulo Augusto Ferreira Borges
Engenheiro Agrimensor
Treinamento e Suporte Técnico

1. Introdução

Este guia tem o objetivo de orientar os usuários do DataGeosis 2.3 quanto à utilização das ferramentas de Geodésia, usadas nos processos de transformação de coordenadas topográficas locais para coordenadas geodésicas (planas UTM, Cartesianas e lat.,long) e vice-versa, bem como a transformação entre sistemas distintos (WGS84, SAD69, HAYFORD, etc.).

Inicialmente serão apresentados os passos necessários para proceder à transformação de coordenadas topográficas obtidas por meio de levantamentos topográficos (estação total, teodolitos, etc.) para geodésicas, onde se pretende apresentar as configurações necessárias para os dados iniciais de uma planilha planialtimétrica, de modo a prepará-la para proceder os cálculos. Posteriormente apresentam-se, passo a passo, os procedimentos para transformação de coordenadas obtidas por meio de receptores GPS (coordenadas geodésicas) para coordenadas topográficas locais.

2. Obtenção das coordenadas geodésicas de pontos coletados por meio de um levantamento a partir de estações totais, teodolitos ou níveis:

Neste exemplo, apresentam-se os passos necessários para se chegar às coordenadas geodésicas de pontos obtidos por meio de um levantamento, seja com estação total, teodolito ou nível. Suponha que para o georreferenciamento de uma propriedade, foram lançados dois pontos (A e F) por meio de um receptor GPS (Figura 1), os quais foram utilizados como pontos de uma poligonal, sendo estes os pontos de partida (A) e de referência (F).

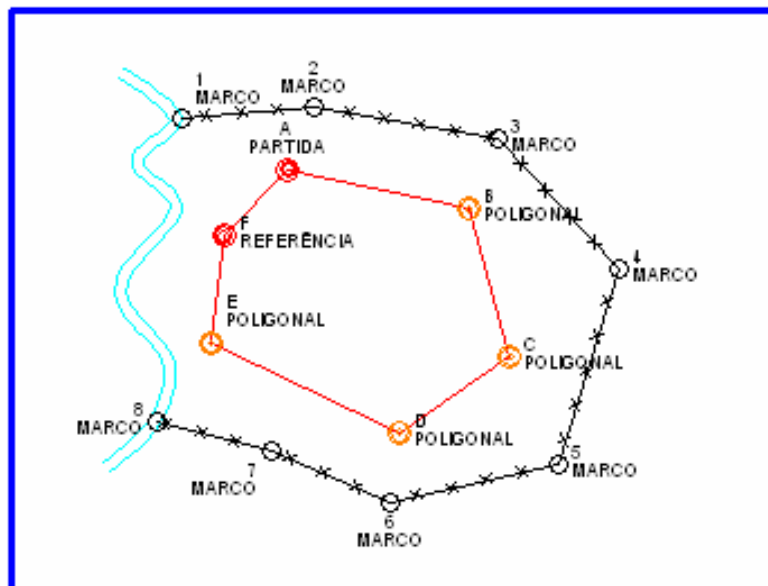


Figura 1.1 – Exemplo de Poligonal fechada partindo-se de pontos cujas coordenadas geodésicas foram obtidas por meio de um receptor GPS.

Após a configuração da planilha (Figura 2) linha a linha, conforme os tipos de elementos medidos no campo (ver manual DataGeosis 2.3), é necessário editar as coordenadas do ponto de origem e os dados iniciais desta planilha.

Passo 1: Editar o Ponto de Origem:

O ponto de origem determina o sistema de referência (eixos cartesianos X e Y), onde se conhece suas coordenadas geodésicas. Dessa forma, ao informar as coordenadas deste ponto, estamos relacionando um ponto qualquer da superfície da Terra com suas coordenadas geodésicas, as quais são referidas ao elipsóide.

Ré	Estação	P.Visado	Atributos	Ang.Horiz.	Ang.Vert.	Dist.Incl.	Alt.Apar.	Alt.Prisma	X-Total	Y-Total	Z-Total
F	A	B	POLIGONAL	238°24'37"	89°58'58"	825,400	1,540	1,800	0,000	0,000	0,000
C	B	C	POLIGONAL	241°25'20"	89°56'50"	680,054	1,620	1,800	0,000	0,000	0,000
B	C	D	POLIGONAL	251°24'29"	89°59'24"	598,495	1,650	1,800	0,000	0,000	0,000
C	D	E	POLIGONAL	239°43'28"	90°01'25"	929,188	1,640	1,800	0,000	0,000	0,000
D	E	F	REFERÊNCIA	251°15'24"	90°00'58"	486,420	1,680	1,800	0,000	0,000	0,000
E	F	A	PARTIDA	217°46'42"	89°55'00"	411,530	1,580	1,800	0,000	0,000	0,000
F	A	1	MARCO	71°20'08"	89°54'59"	528,066	1,540	1,800	0,000	0,000	0,000
F	A	2	MARCO	158°43'24"	89°56'25"	300,015	1,540	1,800	0,000	0,000	0,000
A	B	3	MARCO	99°34'30"	90°02'54"	342,433	1,620	1,800	0,000	0,000	0,000
B	C	4	MARCO	67°35'34"	89°58'26"	616,063	1,650	1,800	0,000	0,000	0,000
B	C	5	MARCO	171°59'11"	90°01'25"	533,184	1,650	1,800	0,000	0,000	0,000
C	D	6	MARCO	132°47'47"	89°46'58"	316,936	1,640	1,800	0,000	0,000	0,000
C	D	7	MARCO	206°29'12"	89°55'24"	580,369	1,640	1,800	0,000	0,000	0,000
D	E	8	MARCO	99°46'39"	90°01'01"	424,533	1,680	1,800	0,000	0,000	0,000

Figura 1.2 – Planilha obtida do Levantamento realizado com Estação Total.

Para editar as coordenadas do ponto de origem selecione o menu *Geodésia* ⇒ *Coordenadas de Origem*. Será apresentada a seguinte tela:

Coordenadas Geodésicas:

WGS-84
SAD-69(Brasil) ←
HAYFORD

NORTE
SUL ←

Elipsóide: SAD-69(Brasil) Tipo: GEODÉSICAS
Hemisfério: SUL Fuso (Interv.) MC: 23 (-42 | -48)-45 ←

Ponto de Origem:
Nome do Ponto: A

Coord. Local: Local X: 150000,000 Local Y: 250000,000
Coord. Geodésicas: Latitude: -18°30'00" Longitude: -46°20'00"

Altitude do Plano Topográfico: 500,000

OK Cancelar Ajuda

GEODÉSICAS
CARTESIANAS
LANAS
23 (-42 | -48)-45 ←
24 (-36 | -42)-39
25 (-30 | -36)-33
26 (-24 | -30)-27
27 (-18 | -24)-21
28 (-12 | -18)-15
29 (-6 | -12)-9
30 (0 | -6)-3

Figura 1.3 – Editando as coordenadas do ponto de origem.

Nesta tela, o usuário poderá informar a qual sistema as coordenadas geodésicas a serem inseridas estão referidas (WGS 84, SAD 69, HAYFORD ou qualquer outro definido pelo usuário). Em seguida, pode-se selecionar o tipo de coordenadas a serem inseridas, ou seja, se coordenadas GEODÉSICAS (lat., long.), PLANAS UTM ou CARTESIANAS. Caso o usuário venha a inserir as coordenadas Planas UTM, deve-se selecionar o hemisfério e o fuso no qual está localizado aquele ponto.

Definidas as opções acima, insira o valor das coordenadas geodésicas para o ponto de origem. Nas caixas Local X e Local Y deve-se inserir coordenadas topográficas locais arbitrárias para o ponto de origem. As coordenadas plano retangulares da origem do sistema são dadas por $X = 0$ e $Y = 0$. Entretanto, para evitarmos pontos no plano topográfico com coordenadas negativas, é comum arbitrar um valor inicial para o ponto de origem, lembrando-se sempre do valor máximo para a extensão do plano topográfico local (80 Km). Dessa forma as coordenadas do ponto de origem se apresentarão somadas de termos constantes (exemplo, 15.000 e 25.000), para os eixos X e Y respectivamente. Após a definição do ponto de origem,

clique em .

Passo 2: Configurar Geodésia

Para configurar a Geodésia, selecione o menu **Geodésia** ⇒ **Configurações**. Em seguida, será apresentada a seguinte tela:

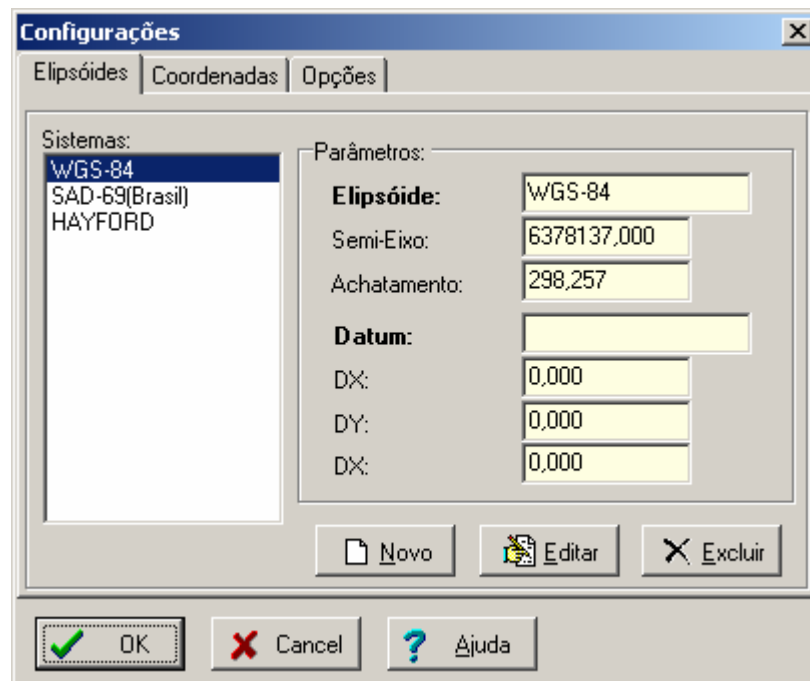
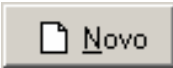

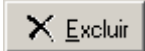


Figura 1.4 - Configurações de Geodésia.

Na guia Elipsóides, estão definidos os parâmetros dos elipsóides que estão inseridos no programa. Clicando sobre o botão , o usuário pode criar um elipsóide arbitrário ou clicando em , ele pode também, alterar os parâmetros dos elipsóides existentes.

Caso queira excluir algum dos elipsóides, basta selecioná-lo e clicar sobre o botão .

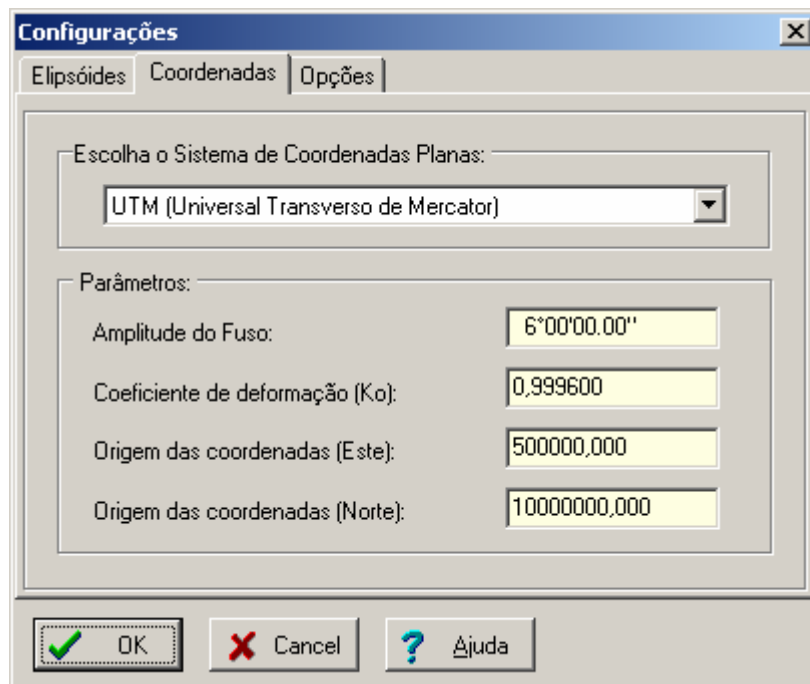


Figura 1.5 – Configurações de Geodésia.

Na guia Coordenadas, é permitido que o usuário defina o Sistema de Coordenadas Planas que deseja utilizar, se UTM, RTM, LTM, Gaus-Krugüer, Gaus-Tardi ou Definido pelo Usuário.

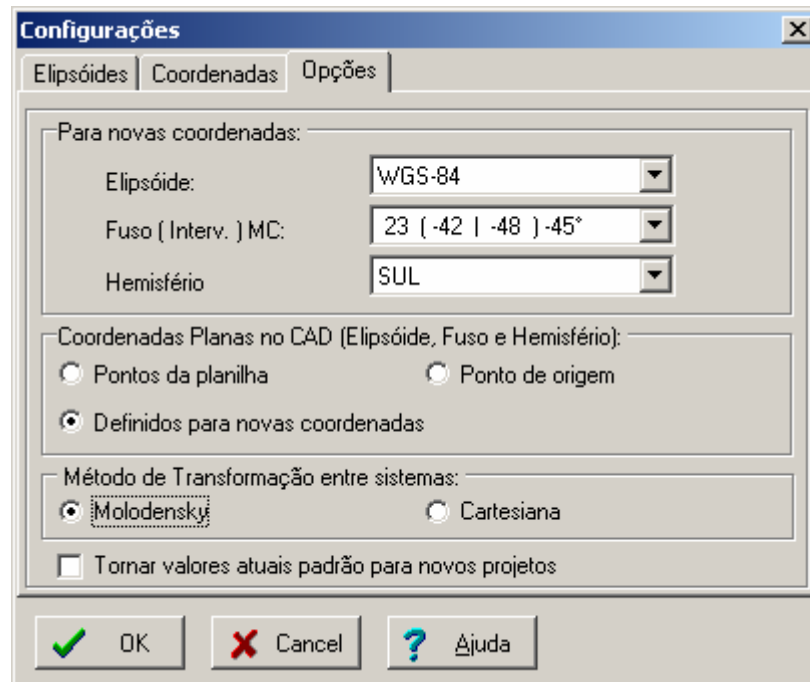
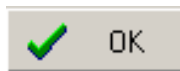


Figura 1.6 – Configurações de Geodésia.

Na guia Opções, são feitas as configurações para a transformação entre as coordenadas. São definidos para as novas coordenadas: o elipsóide, o fuso, o hemisfério, as coordenadas Planas no Cad e o Método de Transformação entre sistemas.

Configuradas todas as guias, clique em



Passo 3: Editar os Dados Iniciais da Planilha

Para configurar os dados iniciais da planilha selecione o menu *Planilhas* ⇒ *Dados Iniciais*. Será apresentada a seguinte tela:



Figura 1.7 – Configurações Iniciais da Planilha.

Nesta tela, onde se apresentam-se as opções da guia *Configurações Iniciais* (Indicação na Figura 4), deve-se selecionar as opções a serem utilizadas e apresentadas na planilha, ou seja, seleciona-se as opções desejadas que estão localizadas no item **Colunas: Não Usadas** e disponibiliza-os na caixa **Colunas: Usadas**. Portanto, as informações relativas à geodésia (colunas *Norte*, *Este*, ..., até *Zc-Total*) devem ser disponibilizadas na caixa de **Colunas: Usadas**. Em seguida o usuário deverá selecionar a opção *Ativar Geodésia*, para que as ferramentas de transformações geodésicas se tornem ativas. Feito isso, torna-se possível ao usuário selecionar qual o elipsóide se deseja trabalhar. Selecione a opção SAD-69 (Brasil), para que as coordenadas dos demais pontos sejam calculadas no sistema geodésico atual vigente no país.

Deve-se ainda marcar a opção *Copiar Cotas (N=0)*. Esta opção será utilizada para que, no caso de transformação de coordenadas topográficas para geodésicas, as cotas obtidas por meio do levantamento topográfico possam ser copiadas para a coluna *Altitude*. Para o processo inverso, ou seja, caso o levantamento tenha sido realizado por meio de um receptor GPS e deseja-se transformar as coordenadas de geodésicas para topográficas locais, deve-se ativar a opção *Copiar Altitudes (N=0)*. Assim as altitudes elipsoidais obtidas pelo receptor poderão ser utilizadas para o cálculo do modelo numérico do terreno, permitindo os trabalhos que envolvam altimetria.

Realizadas estas configurações, o usuário deverá selecionar a opção **Dados da Poligonal** (seta de indicação na Figura 1.8). Feito isto, a seguinte tela será mostrada:

Figura 1.8 – Configuração dos dados da poligonal.

Nesta tela deve-se estabelecer o sistema de poligonal utilizado, neste caso, Poligonal


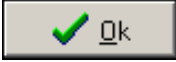


Fechada, e em seguida deve-se clicar sobre o ícone  para a inserção das coordenadas geodésicas do ponto de partida (A). Uma nova caixa será apresentada, conforme a Figura 1.9 a seguir.

Figura 1.9 – Tela de inserção das coordenadas geodésicas dos pontos de partida e de referência.

Na opção **Tipo**, selecione o modo como se deseja inserir as coordenadas (GEODÉSICAS, PLANAS ou CARTESIANAS). Se o usuário optar por coordenadas Planas

UTM, selecione o hemisfério e o fuso onde se localiza o ponto de partida da poligonal. Após a inserção das coordenadas geodésicas do ponto de partida (ponto A) o software fará o cálculo automático de suas coordenadas topográficas locais em função das coordenadas topográficas do ponto de origem, inseridas inicialmente através do menu *Geodésia* ⇒ *Coordenadas de Origem*.

Feito isso clique em . Em seguida marque a opção  localizado ao lado da caixa para inserção do ponto de referência. Assim, torna-se possível visualizar o ícone , possibilitando inserir as coordenadas geodésicas do ponto de referência. Clique no ícone mostrado e insira as coordenadas do ponto de RÉ. Assim o programa fará o cálculo das coordenadas topográficas deste ponto e, automaticamente, fará o cálculo do azimute topográfico da estação de partida para a referência.

Realizadas estas configurações o usuário deverá calcular a poligonal (ver detalhes de cálculo de poligonal no manual do usuário DataGeosis 2.3). Dessa forma, todos os pontos do levantamento terão suas coordenadas topográficas locais calculadas.

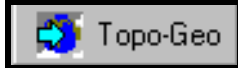
Passo 3: Transformação das Coordenadas

Após o cálculo da poligonal, teremos a seguinte tela para a planilha calculada:

Atributos	Anq.Horiz.	Anq.Vert.	Dist.Horiz.	Alt.Apar.	Alt.Prisma	X-Total	Y-Total	Z-Total	Norte	Este	Altitude	Conv Merid
POLIGONAL	238°24'37"	89°58'58"	825,400	1,540	1,800	15805,745	24820,944	499,988	0,000	0,000	0,000	0°00'00"
POLIGONAL	238°24'37"	89°58'58"	825,401	1,540	1,800	15805,746	24820,945	499,988	0,000	0,000	0,000	0°00'00"
POLIGONAL	241°25'20"	89°56'50"	680,054	1,620	1,800	15993,750	24167,395	500,435	0,000	0,000	0,000	0°00'00"
POLIGONAL	241°25'20"	89°56'50"	680,052	1,620	1,800	15993,752	24167,397	500,443	0,000	0,000	0,000	0°00'00"
POLIGONAL	251°24'29"	89°59'24"	598,495	1,650	1,800	15501,350	23827,192	500,389	0,000	0,000	0,000	0°00'00"
POLIGONAL	251°24'29"	89°59'24"	598,494	1,650	1,800	15501,352	23827,195	500,399	0,000	0,000	0,000	0°00'00"
POLIGONAL	239°43'28"	90°01'25"	929,188	1,640	1,800	14659,793	24221,113	499,846	0,000	0,000	0,000	0°00'00"
POLIGONAL	239°43'28"	90°01'25"	929,187	1,640	1,800	14659,798	24221,116	499,866	0,000	0,000	0,000	0°00'00"
REFERÊNCI	251°15'24"	90°00'58"	486,420	1,680	1,800	14713,510	24704,558	499,589	0,000	0,000	0,000	0°00'00"
REFERÊNCI	251°15'24"	90°00'58"	486,421	1,680	1,800	14713,515	24704,562	499,614	0,000	0,000	0,000	0°00'00"
PARTIDA	217°46'42"	89°55'00"	411,530	1,580	1,800	14999,995	24999,995	499,968	0,000	0,000	0,000	0°00'00"
PARTIDA	217°46'42"	89°55'00"	411,530	1,580	1,800	15000,000	25000,000	500,000	0,000	0,000	0,000	0°00'00"
MARCO	71°20'08"	89°54'59"	528,065	1,540	1,800	14523,194	25226,957	500,511	0,000	0,000	0,000	0°00'00"
MARCO	158°43'24"	89°56'25"	300,015	1,540	1,800	15116,463	25276,487	500,053	0,000	0,000	0,000	0°00'00"
MARCO	99°34'30"	90°02'54"	342,433	1,620	1,800	15934,599	25138,210	499,519	0,000	0,000	0,000	0°00'00"
MARCO	67°35'34"	89°58'26"	616,063	1,650	1,800	16476,181	24550,536	500,574	0,000	0,000	0,000	0°00'00"
MARCO	171°59'11"	90°01'25"	533,184	1,650	1,800	16211,149	23680,546	500,074	0,000	0,000	0,000	0°00'00"

Figura 1.10 – Planilha obtida após o cálculo da Poligonal.

Observe que as coordenadas geodésicas de todos os pontos apresentam-se com valores iguais a zero. Para que o programa calcule as coordenadas geodésicas de todos os pontos selecione o menu **Geodésia** ⇒ **Transformar Topográficas para Geodésicas (Todas)**, ou

clique sobre o ícone de atalho . Assim todas as coordenadas geodésicas do levantamento serão calculadas no sistema definido inicialmente pelo usuário. Calculadas as coordenadas o usuário poderá apresentá-las em três modos distintos: Planas UTM, Geodésicas (lat., long.) ou Cartesianas, bastando apenas selecionar a opção desejada na barra de ferramentas localizada logo acima da planilha (ver Figura 1.11).

Estação	P.Visado	Atrib	Desnível	Dist.Horiz.	Alt.Apar.	Alt.Prisma	X-Total	Y-Total	Z-Total
A	B	POLIGONAL	0,012	825,400	1,540	1,800	15805,745	24820,944	499,988
A	B	POLIGONAL	-0,012	825,401	1,540	1,800	15805,746	24820,945	499,988

Figura 1.11 – Apresentação das coordenadas em modos distintos.

Após estes cálculos, o usuário poderá ainda, caso possua a Versão Profissional ou a Versão Vias, transformar as coordenadas obtidas no sistema definido inicialmente para qualquer outro sistema que esteja configurado (WGS 84, HAYFORD, etc.). Para isso clique na opção desejada na barra de ferramentas localizada logo acima da planilha (ver Figura 1.12).

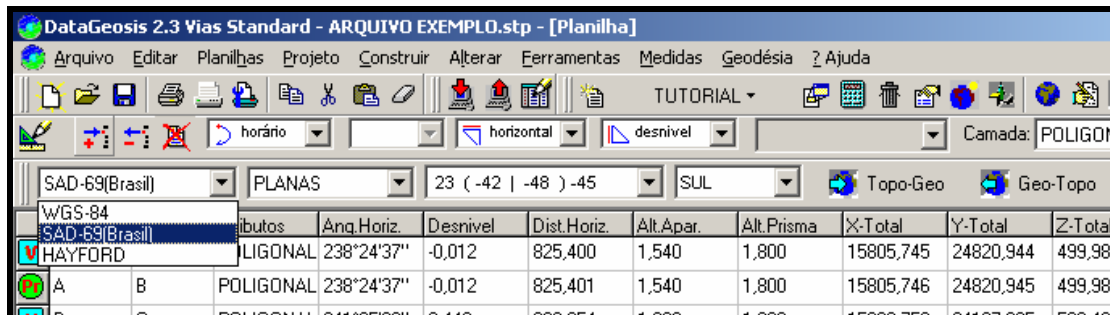


Figura 1.12 – Transformação das coordenadas em sistemas (elipsóides) distintos.

3. Transformação de uma lista de coordenadas geodésicas em topográficas locais:

Suponha que foi realizado um levantamento utilizando-se de um receptor GPS. As coordenadas obtidas com o levantamento a partir de receptores GPS são as coordenadas geodésicas, no sistema Geocêntrico WGS-84. Alguns receptores possibilitam a visualização destas coordenadas em um Sistema Geodésico específico (SAD69, HAYFORD, etc.) seja em coordenadas UTM, GEODÉSICAS (Lat.,Long.) ou CARTESIANAS. Entretanto, sabe-se que as coordenadas geodésicas levam em consideração a curvatura da terra, representada pela figura matemática chamada elipsóide de revolução. Suponha agora, que se esteja trabalhando com o sistema de coordenadas UTM. Sabemos também, que o sistema de projeção UTM implica em algumas distorções nas medidas de áreas e distâncias, podendo ocasionar medidas superestimadas ou subestimadas, dependendo da localização dos pontos no fuso UTM.

Portanto, como as medidas de áreas e distâncias devem ser realizadas no plano topográfico, que é um sistema de projeção ortogonal a um plano tangente a um ponto da área levantada, necessita-se realizar uma transformação das coordenadas geodésicas obtidas pelo receptor GPS para coordenadas topográficas locais. A seguir mostraremos os passos necessários para proceder este tipo de transformação.

Passo 1: Importar os Dados GPS do Software de Pós-processamento para o DataGeosis.

Normalmente a comunicação do DataGeosis 2.3 com os softwares de pós-processamento é feita através da importação de arquivos textos (*.txt, *.asc, *.dat), pois a maioria destes softwares exportam os dados processados nestes formatos. Há ainda a possibilidade de se importar arquivos no formato DXF desde que o software de pós-processamento permita a exportação neste formato. Neste guia tomaremos como exemplo a importação de um arquivo texto (mais utilizado).

Importação de Arquivos Texto Def. Usuário (*.txt; *.asc; *.dat):

Possibilita a abertura de arquivos textos, onde os dados obedecem a uma seqüência definida pelo usuário. Esta é uma das opções mais utilizada para entrada de dados e, portanto, segue-se um guia passo a passo para sua utilização.

Para abrir um arquivo no formato ASCII Def. Usuário selecione o menu **Arquivo** ⇒ **Abrir**

ou clique no ícone  da barra de ferramentas. Será apresentada a seguinte caixa:

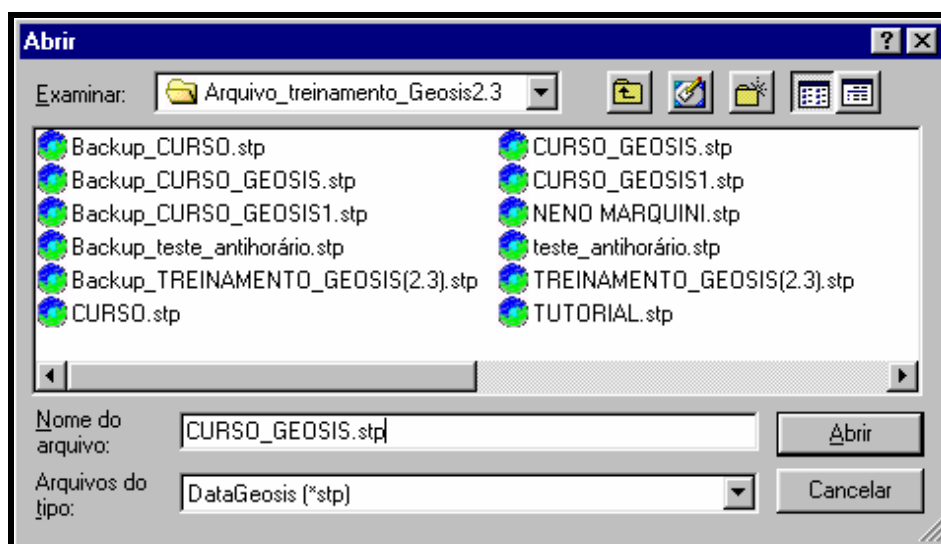


Figura 2.1 – Tela inicial para abertura de arquivos no DataGeosis 2.3.

Na caixa Arquivos do Tipo selecionar a opção **Texto Def. Usuário (*.txt; *.asc; *.dat)**, conforme mostra a Figura 2.2 abaixo.

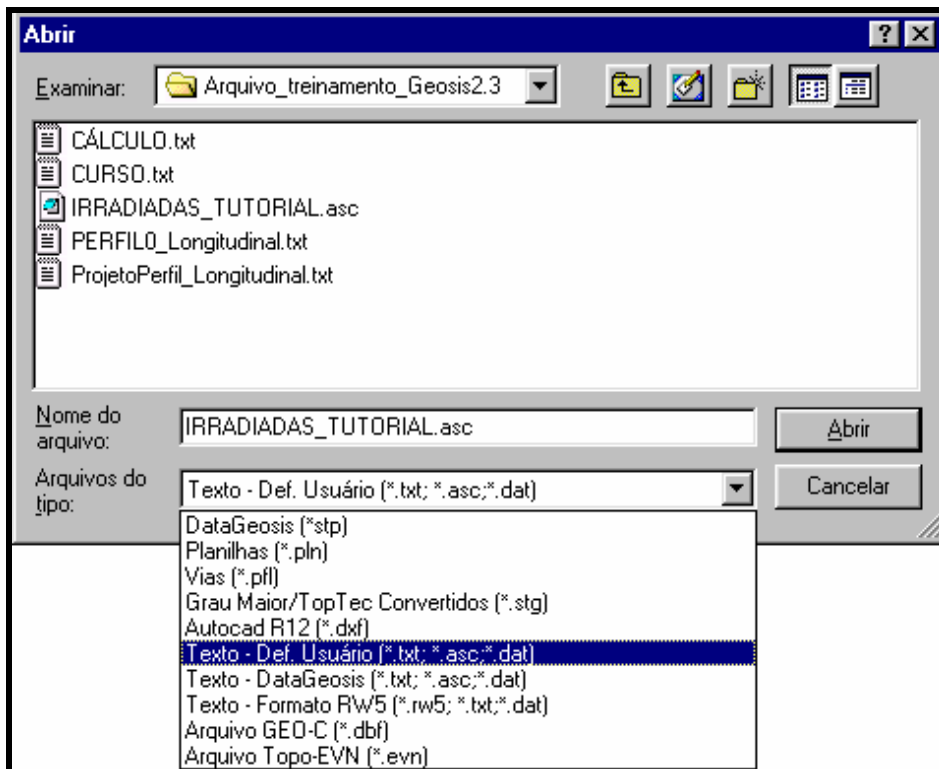



Figura 2.2 – Seleção de arquivos Texto Def. Usuário (*.txt, *.asc, *.dat).

Em seguida selecione o arquivo texto a ser aberto (IRRADIADAS_TUTORIAL) e clique em . Uma caixa para formatação dos dados a serem abertos será mostrada.

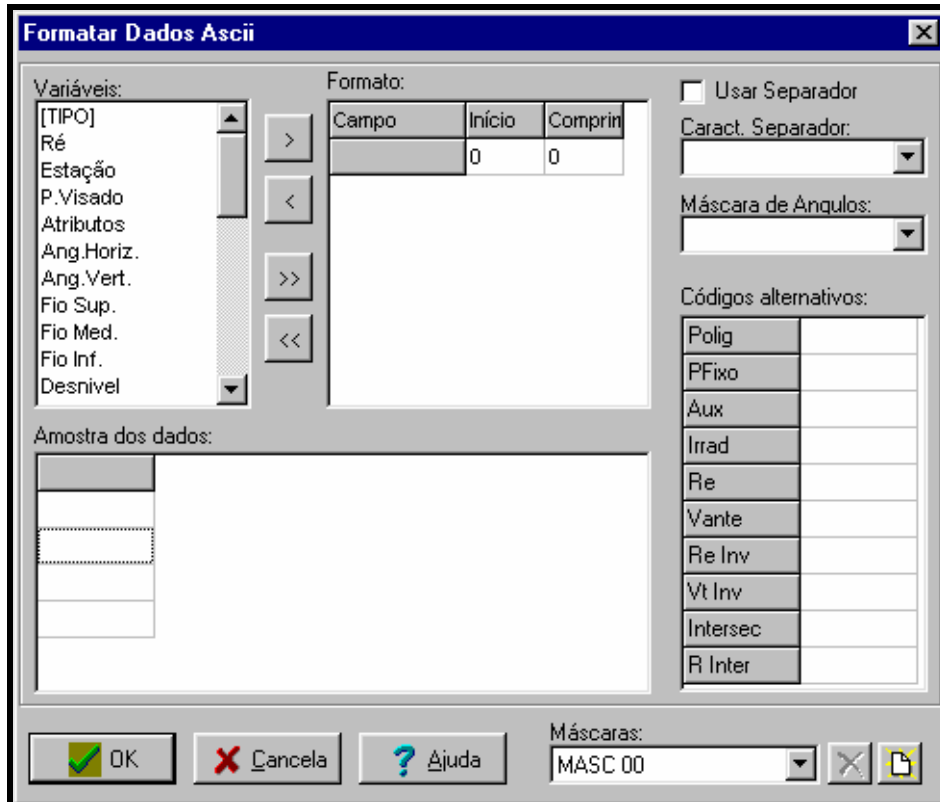




Figura 2.3 – Formatação dos dados a serem abertos (seleção das variáveis).

No quadro **Variáveis** deve-se selecionar a seqüência a ser visualizada na planilha, exatamente a mesma seqüência quando da criação do arquivo. Para isso selecione as opções desejadas e clique no ícone  para que os dados sejam disponibilizados na guia **Formato**. Neste tutorial, selecione a seqüência **Ponto Visado, Atributos, Norte, Este e Altitude**. Dessa forma, está se criando uma máscara para importação de arquivos Texto Def. Usuário, que estará disponível quando for necessária uma nova abertura de arquivos texto. Defina a máscara de ângulos a ser utilizada e em seguida o caractere separador das colunas (selecione TAB). Observe que, após a seleção do caractere separador será apresentada uma amostra dos dados (**Figura 2.4**). Verifique se a seqüência está correta e clique em .

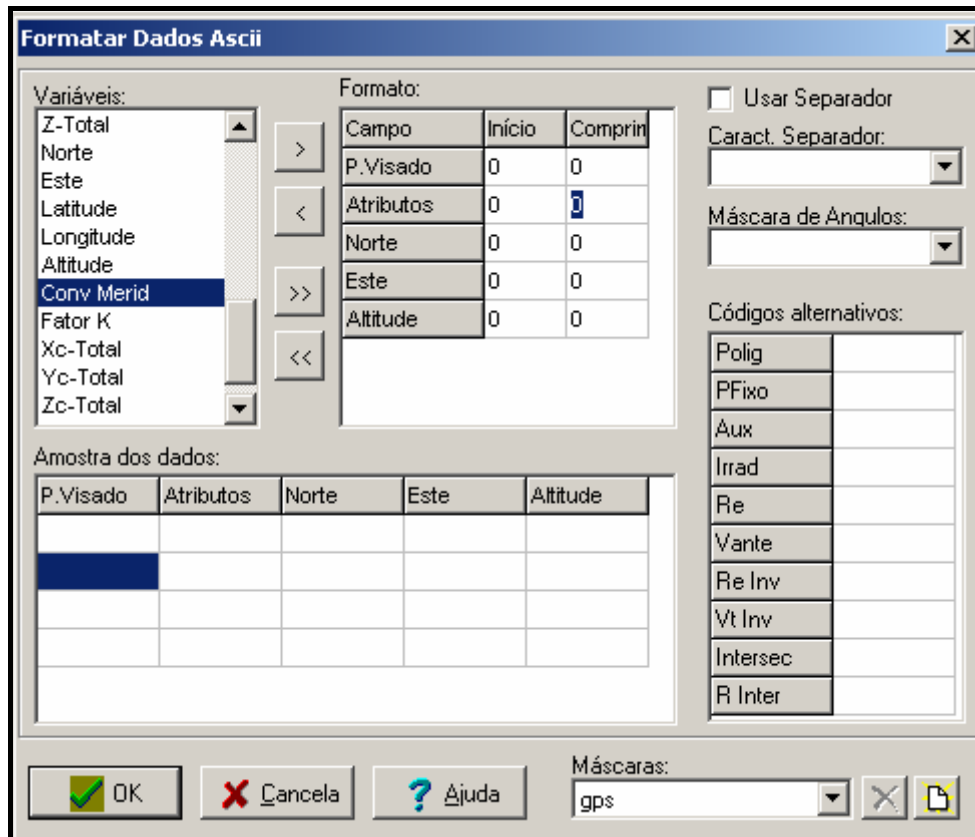


Figura 2.4 – Exemplo de formatação dos dados.

Será mostrada uma nova caixa em que se deve decidir por criar uma nova planilha ou adicionar a uma planilha existente (**Figura 2.5**).

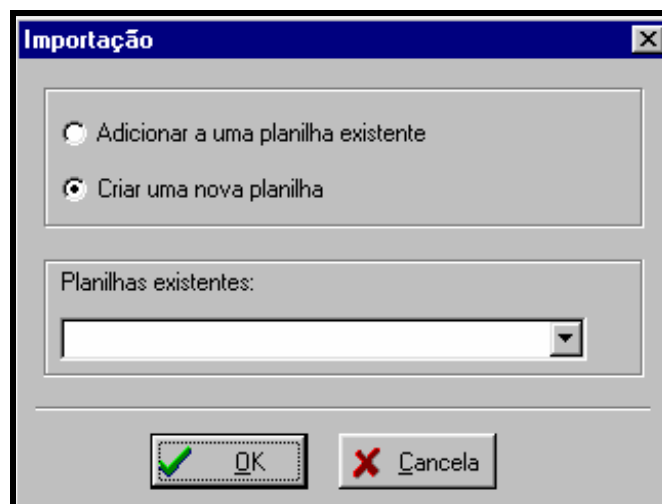



Figura 2.5 – Seleção da planilha de destino dos dados (nova planilha ou planilha existente).

Faça a escolha (neste exemplo os dados serão adicionados a uma planilha existente) e

clique em . Se a opção for por criar uma nova planilha será aberta a caixa

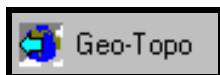
para configurações da planilha (ver item 3.3 – **Criando uma Nova Planilha** no Tutorial DataGeosis 2.3). Ao final destes passos, os dados estarão disponíveis no projeto corrente.

Passo 2: Editar o Ponto de Origem

Inicialmente, é preciso que se faça a edição das coordenadas de origem, isto é, necessita-se estabelecer uma relação entre as coordenadas geodésicas de um ponto qualquer com as suas respectivas coordenadas topográficas locais. Pode-se utilizar um dos pontos do levantamento (se possível que esteja localizado próximo ao ponto médio da área levantada). Para isso, siga os mesmos passos apresentados [no item 1 - Passo 1](#).

Passo 3: Transformar as Coordenadas

A partir deste ponto, o programa irá calcular as coordenadas topográficas locais de todos os demais pontos presentes na planilha. Para isto basta clicarmos sobre o ícone



, ou ainda através do menu **Geodésia** ⇒ **Transformar Geodésicas para Topográficas (Todas)**, que automaticamente as demais coordenadas topográficas serão calculadas.