



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS
GERAIS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE CARTOGRAFIA
Laboratório de Geoprocessamento



Rotina para elaboração de MDE com o uso do MicroStation

Profa. Ana Clara Mourão Moura
Bráulio Magalhães Fonseca
Grazielle dos Anjos Carvalho

Belo Horizonte, 2006

MicroStation

O *MicroStation* é um sistema CAD multiplataforma muito difundido em todo o mundo. Através de seus modeladores 2D e 3D de alta precisão, pode gerar imagens renderizadas, animações, interfaces com bancos de dados e utiliza duas linguagens de programação (MDL e UCM) e aplicativos de registro de imagens (georreferenciamento). Além disso, possui aplicativos topográficos, como o *Geoterrain* e aplicativos de análises espaciais, a exemplo o *MicroStation Geographics*.

O *MicroStation Básico* compreende operações vetoriais com topologias, fazendo desenhos bidimensionais com precisão, manipulação e edição de elementos. Pode ser usado em diversas áreas, como a arquitetura (para a confecção de plantas e projetos), as engenharias, a geografia, a geologia, a biologia, entre outras.

O *MicroStation Descartes* é indicado para trabalhos relacionados ao manuseio de imagens, a saber: georreferenciamento, composição de mosaicos, conversão de dados vetoriais em matriciais e vetorização automática e semi-automática.

O *MicroStation Geographics* desenvolve funções de SIG integradas à plataforma MicroStation. Este sistema possui ferramentas para introduzir, validar, administrar, analisar e visualizar informações geográficas, permitindo uma variada e extensa combinação de vetores, imagens e dados tabulares.

O *MicroStation* possui ainda o aplicativo topográfico *Geoterrain* que desenvolve modelos digitais de elevação, através dos quais podem ser feitos cálculos precisos de terraplanagem, cortes de taludes e seus respectivos volumes, possibilitando inúmeras aplicações nas engenharias, por mineradoras, bem como análises geomorfológicas.

1. TRABALHO COM MAPAS DIGITAIS GEOMINAS

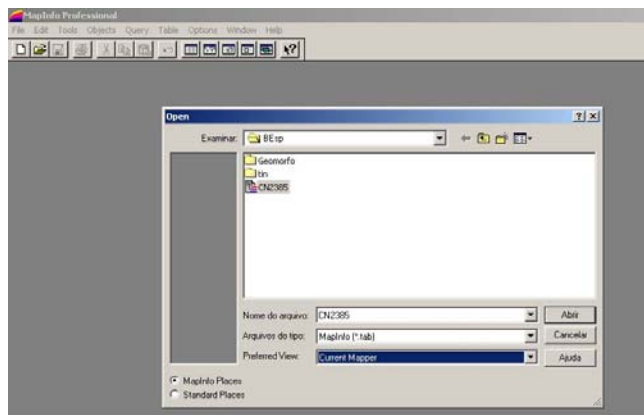
O estado de Minas Gerais possui amplo acervo de cartografia digital relativa à digitalização de mapas topográficos do IGBE, em escalas 1:50.000 e 1:100.000, promovido pelo projeto Geominas. O referido acervo se encontra em formato TAB (Mapinfo), contendo as curvas de nível em vetores com as cotas altimétricas como atributos associados a estes vetores.

Para usuários de dados de Minas Gerais, constitui etapa importante o trabalho de aproveitamento desses dados, posto que a simples exportação como arquivo DXF (*Drawing Exchange Format*) resultaria em arquivos 2d, mas não garantiria o reconhecimento do atributo tridimensional.

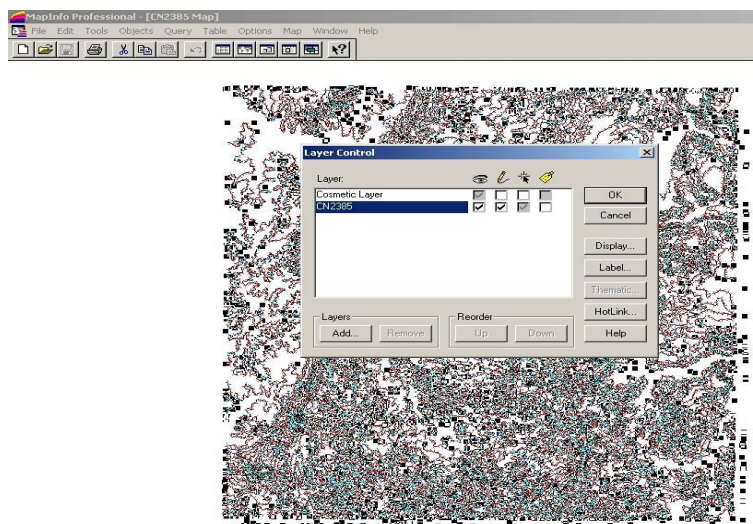
Apresenta-se aqui o roteiro de tratamento inicial dos dados no Mapinfo, conforme eles se encontram no original, seguido de uso do Spring para composição dos dados em DXF 3d, que finalmente deve ser levado para o Microstation para a composição do Modelo Digital de Terreno.

1.1 Preparação de Dados no MapInfo

Menu **File** → **Open**- abrir os arquivos no formato MapInfo (*.tab), em: **Preferred View** → **Current Mapper** caso esteja abrindo mais de um arquivo;



Menu **Map** → **Layer Control**- deixar as curvas de nível somente visíveis (*visible*) e editáveis (*editables*);

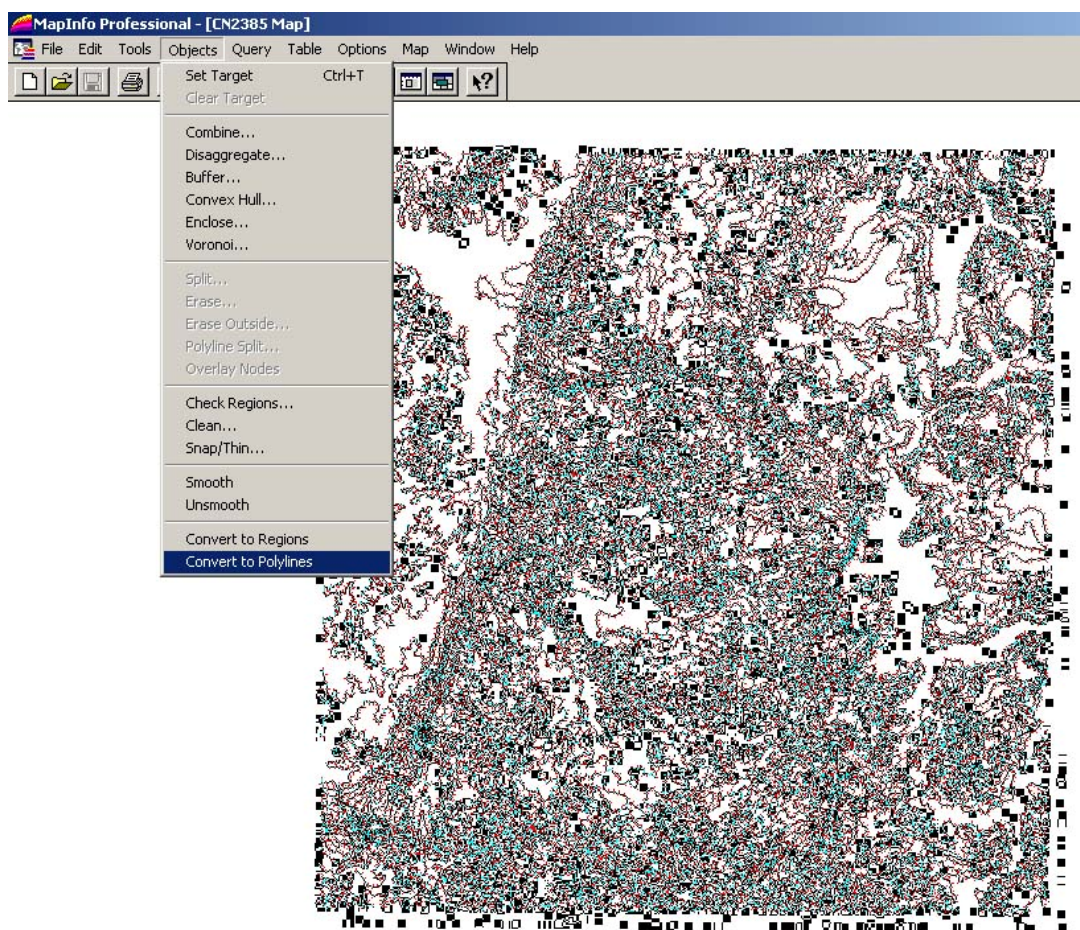


Usando a ferramenta de seleção **Marquee Select** selecione as curvas de nível “abertas” nas tela de trabalho do MapInfo.

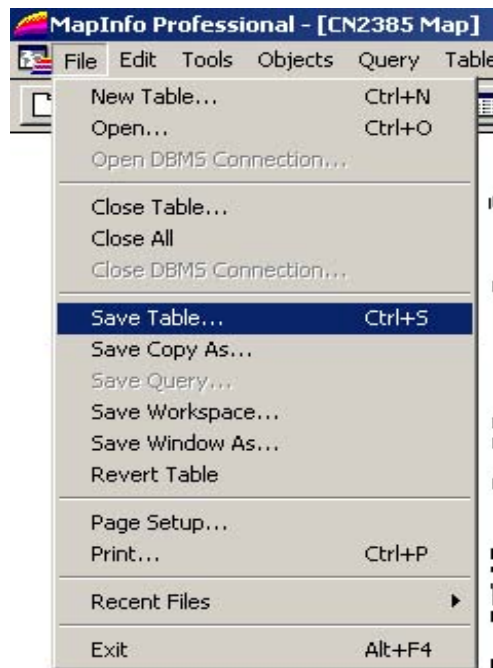


O primeiro passo é converter o arquivo para polylines.

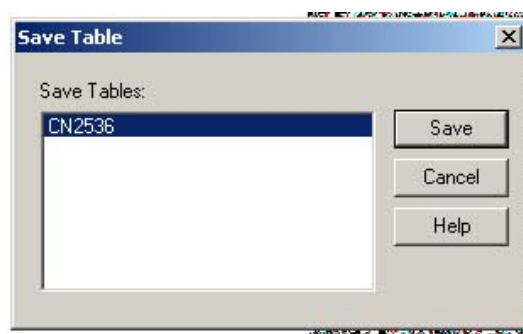
Menu *Objects* → *Convert to Polyline*; - Repetir este procedimento para todos os arquivos trabalhados;



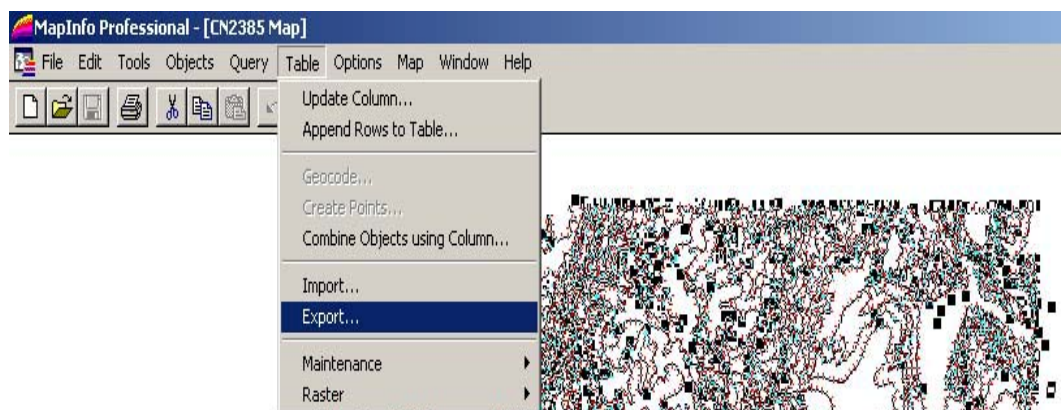
Menu ***File*** → ***Save Table*** → ***Save*** – salvar todas as polylines geradas;



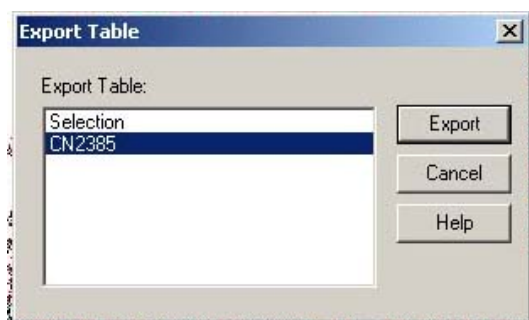
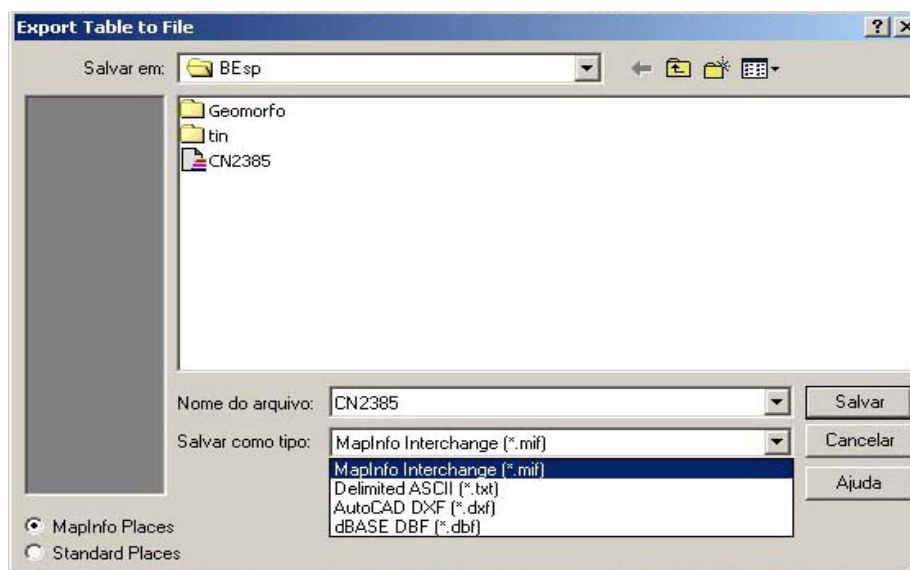
Abrirá então a janela abaixo, na qual você deverá salvar todas as tabelas convertidas para poli linha, repetindo o procedimento acima:



Menu Table → **Export** – selecione a curva de nível e → *Export em formato MapInfo Interchange (*.mif)*.



Abrirão as janelas abaixo, nas quais você deverá exportar todos os arquivos referentes as curvas de nível do seu projeto:



1.2 Preparação do DXF 3D no No SPRING / INPE

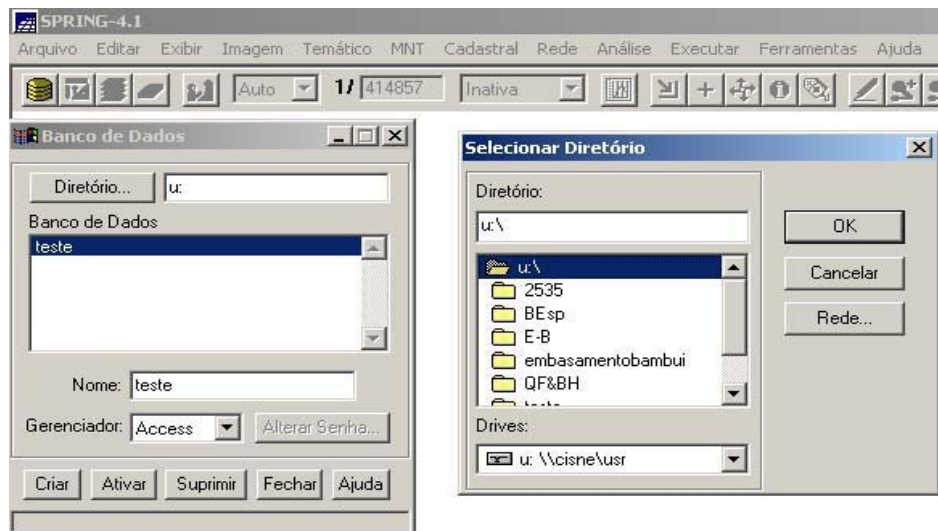
No Spring iremos converter os arquivos MIF em formato ASC, formato legível ao Spring, e logo após, importá-los para o ambiente do software. Os dados serão tratados no Spring para depois serem exportados no formato DXF para o MicroStation. Tal procedimento é feito no Spring devido ao fato de que os arquivos, neste ambiente, não perdem os atributos altimétricos ao serem convertidos para DXF, o que é recorrente em outros softwares.

a) Criar um Banco de Dados

Menu Arquivo → **Banco de Dados** (ou clique no ícone referente a Banco de Dados) – Escolher o diretório no qual você irá salvar seu banco de dados.

No campo **Nome** → dê nome ao seu Banco de Dados.

No campo **Gerenciador** → **Access** (gerenciador do seu banco de dados) → **Criar** → **Ativar**.

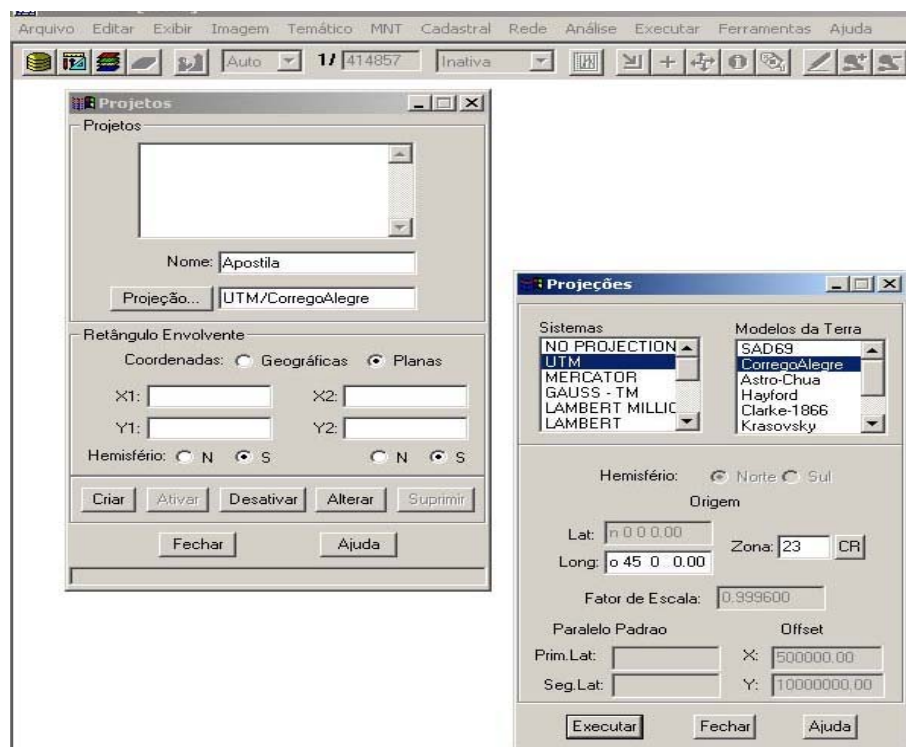


b) Criar um projeto

Menu Arquivo → Projeto (ou clique no ícone referente a Projeto) – No campo Projetos **dê um nome ao seu projeto e defina o sistema de projeção – Projeção → Projeções→ Sistemas → UTM** (por exemplo).

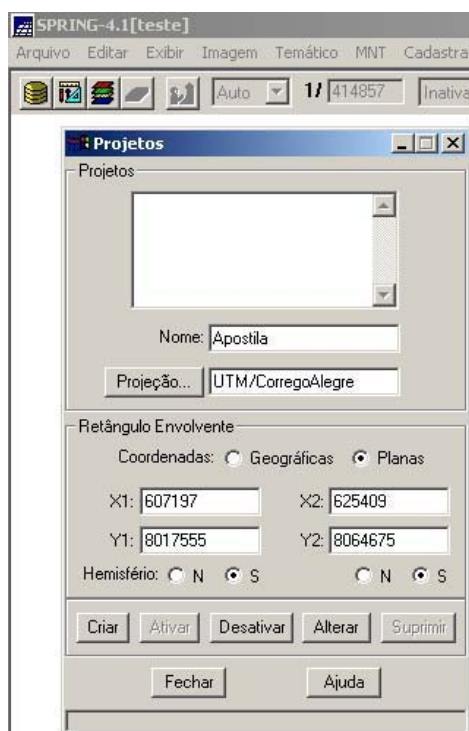
No campo **Modelos da Terra** selecione o **Datum** que melhor se adapta á localização geográfica do seu projeto. Caso o sistema de projeção selecionado for UTM, no campo **Zona** você deverá **digitar o número do fuso** no qual se encontra sua área de estudo, clique em **CR** e depois em **Executar**.

De volta na janela Projetos→ **Campo Retângulo Envolvente**: escolha as coordenadas do seu projeto (Planas ou Geográficas) e defina o Retângulo Envolvente que abrange seu projeto.



Retângulo Envolvente

Entre com os valores das coordenadas **sem pontos, vírgulas e sem as casas decimais!**
Defina em qual **hemisfério** se encontra seu projeto (Norte ou Sul) → **Criar** → **Ativar**.

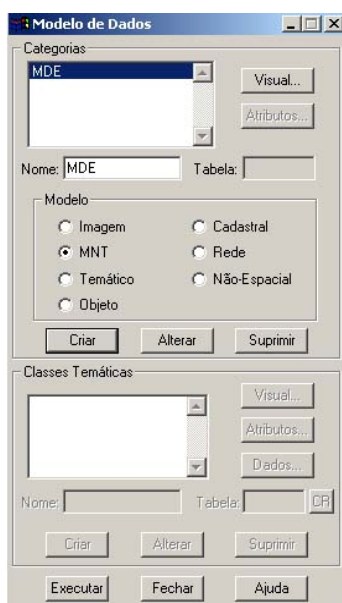


OBS: Após definir o projeto abrirá a janela do Painel de Controle, feche-a.

c) Criar um Modelo de Dados

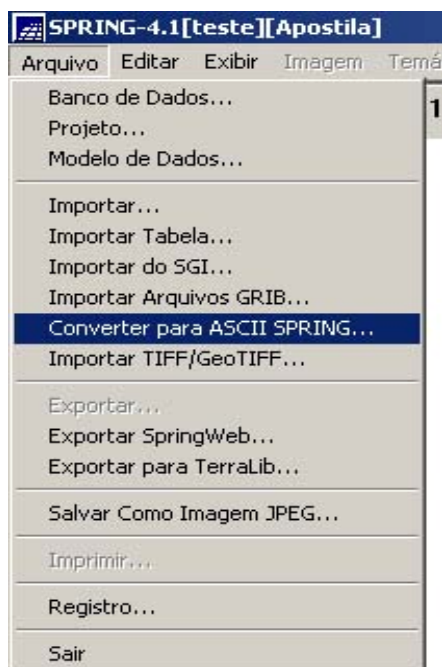
Menu **Arquivo** → **Modelo de Dados** (ou clique no ícone referente a modelo de dados) → **Categorias** → digite um *nome*.

Modelo → **MNT** (Modelo Numérico do Terreno) → **Criar** → **Executar** → **Fechar**;



d) Converter o formato MIF para ASCII – SPRING:

Menu *Arquivo* → *Converter para ASCII SPRING* – No campo Entrada *selecione o arquivo (*.mif)* que será convertido para ASCII. No campo **Modelo SPRING** → **MNT**, no campo **Atributos** → **Altitude** → **Executar** → **Fechar**.



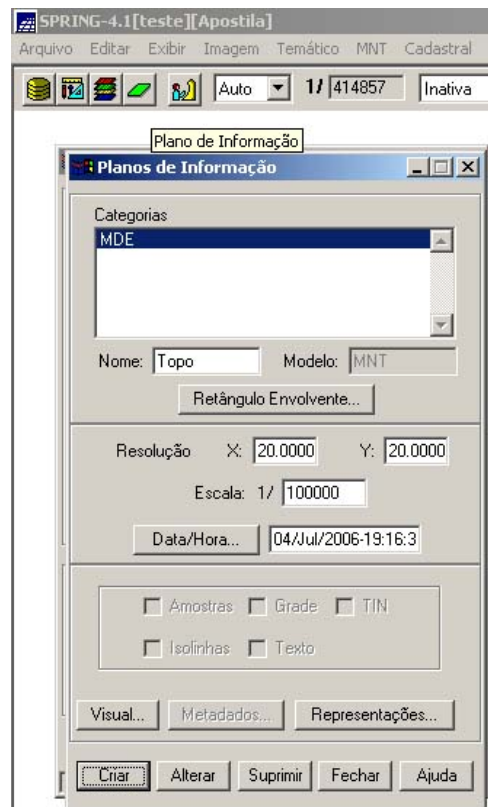
OBS: O procedimento anterior deverá ser repetido para cada arquivo (*.mif) a ser convertido;

e) Criar um Plano de Informação (PI)

O Plano de informação funciona como um gerenciador das características básicas comuns de cada categoria criada no menu Modelo de Dados.

Clique no ícone referente à PI (Quadrado verde na barra de ferramentas), aparecerá então a tela abaixo:

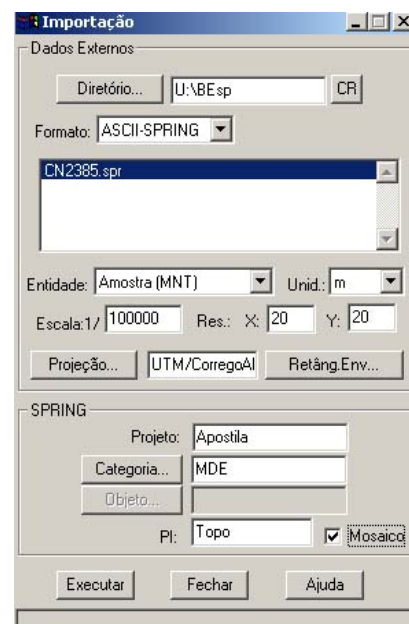
No campo **Nome** dê um nome ao seu PI, o campo **Retângulo Envolvente...** já estará configurado conforme foi definido nos passos anteriores. Informe a **Escala** e a **Resolução X e Y referentes ao seu projeto, (lembre-se que a precisão cartográfica é de 0,2mm na escala do mapa (Padrão A)**, logo se estivermos trabalhando numa escala de 1:100.000 teremos X= 20 e Y=20). **Criar** → **Fechar**.



f) Importar o arquivo ASCII:

Menu Arquivo → Importar – Ao abrir a janela Importação, o Spring já seleciona o diretório no qual se encontra o arquivo ASCII, bem como o seu formato. No entanto **você deve conferir tais dados e fazer modificações caso necessário.**

No campo **Entidade** → **Amostras MNT**, uma vez que o nosso objetivo é gerar uma malha triangular ou regular de todo o retângulo envolvente definido, ou seja, sem linha de quebra. Em **Unid** definir a unidade de trabalho. Forneça a **escala** do mapa e a **resolução** conforme explicado no passo anterior.

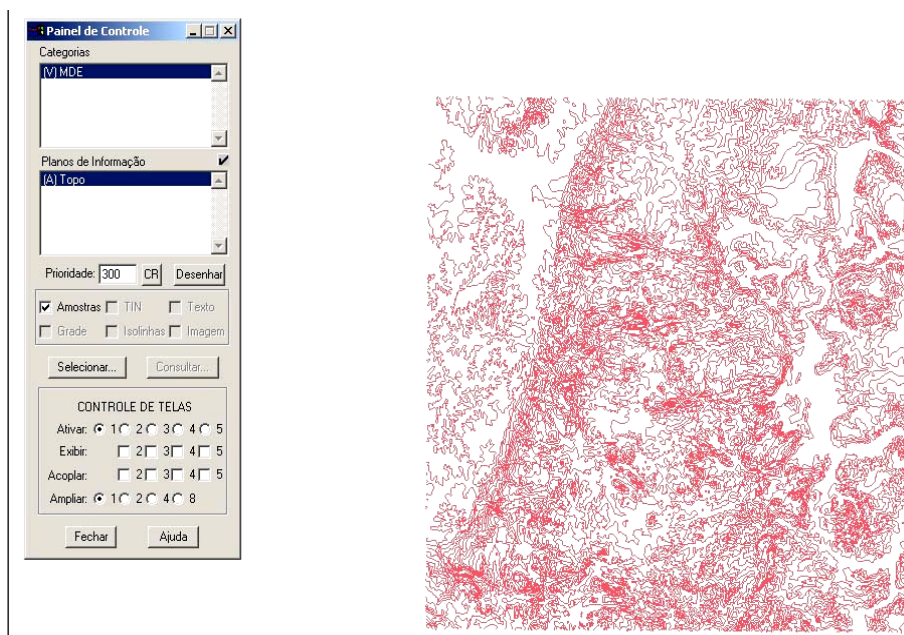


No campo **Categoria** → escolher a categoria, em **PI** dê nome ao seu plano de informação → **Executar** → **Fechar**.

OBS: caso estiver importando mais de um arquivo ASCII é necessário que a partir do segundo arquivo a opção Mosaico seja selecionada.

Clique no ícone **Painel de Controle** → **Amostra** → **Desenhar** → **Fechar**. Observe que ao marcar o campo **Amostras**, a **Categoria** e o **PI** referentes ao seu projeto aparecem ativados.

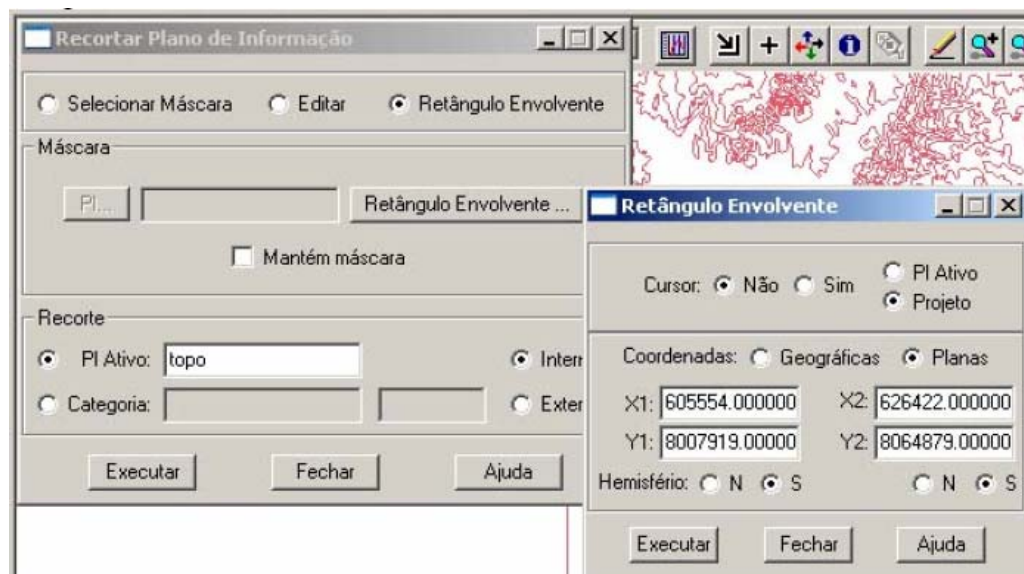
As curvas apareceram na tela de trabalho do *Spring*, conforme a figura abaixo:



g) Recortar o Plano de Informação

Ao importar o arquivo, o SPRING traz todo o conteúdo da carta, apesar de anteriormente, ao definir as características do seu PROJETO, já ter lhe informado as coordenadas geográficas da área de estudo. Para visualizar e trabalhar apenas com a área de estudo anteriormente informada é preciso realizar o CORTE DO PLANO DE INFORMAÇÃO.

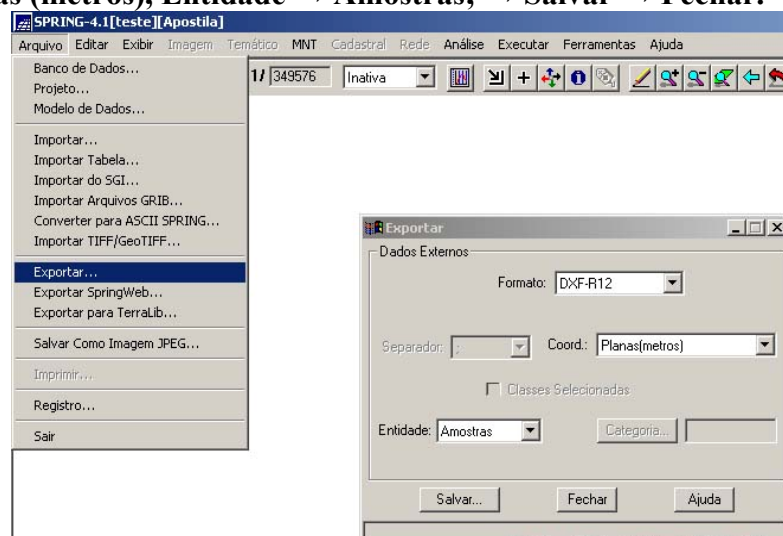
Menu → **Ferramentas** → **Recortar Plano de Informação** → marcar Retângulo Envolvente; No campo **Máscara**, clique em **Retângulo Envolvente** → **Projeto** → **Executar** → **Fechar**. No campo **Recorte**, dê um nome de saída ao **PI ativo**. Neste campo aparecerão as opções *interno* e *externo*. Caso seu objetivo seja manter a área contida no retângulo envolvente, selecione *interno*. Caso contrário selecione *externo*. → **Executar**.



h) Exportar o arquivo para o MicroStation:

Menu Arquivo → Exportar – Exportar em formato DXF-R12

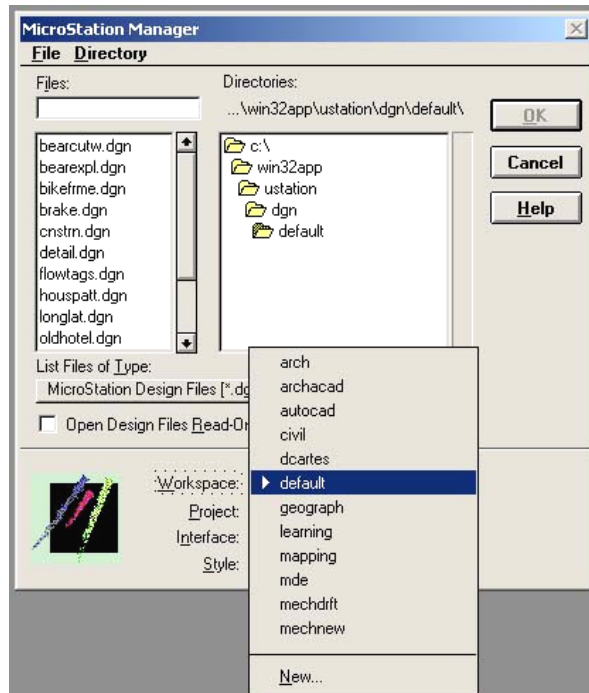
Coord → Planas (metros), Entidade → Amostras; → Salvar → Fechar.



2. GERAÇÃO DE MODELO DIGITAL DE TERRENO NO MICROSTATION

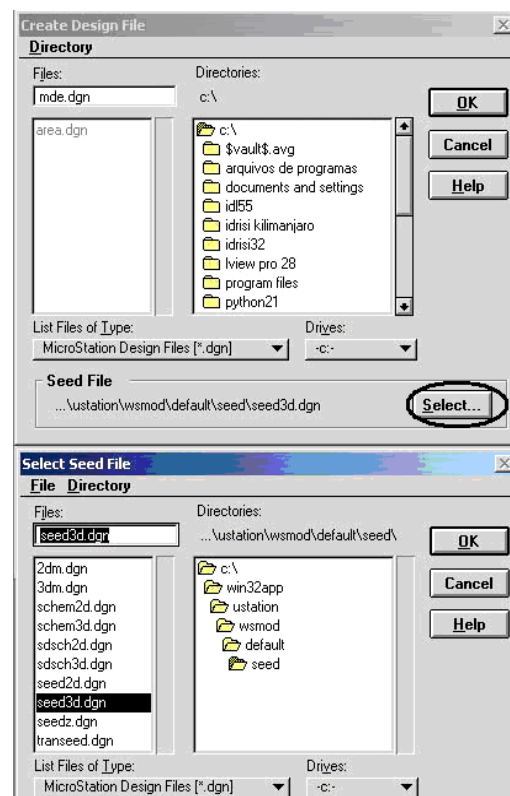
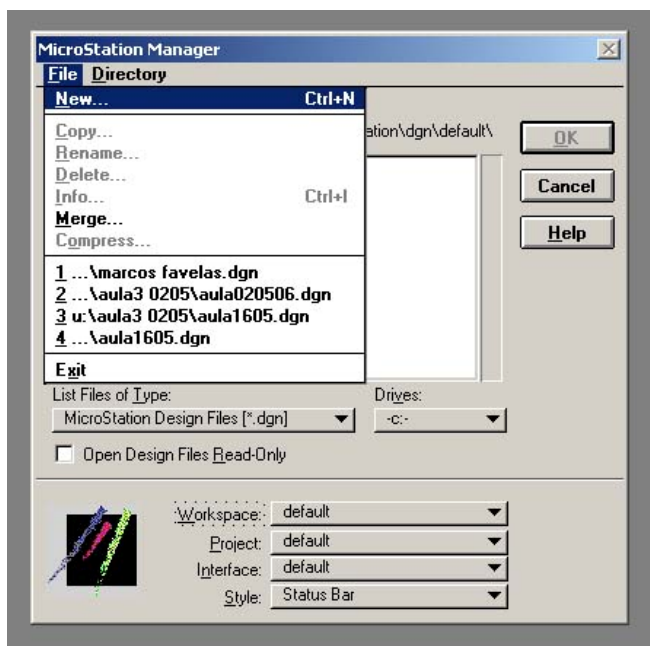
2.1 Configurar o arquivo no MicroStation:

Ao abrir o Microstation aparecerá a tela abaixo, na qual você deverá selecionar **default** no campo **Workspace**:

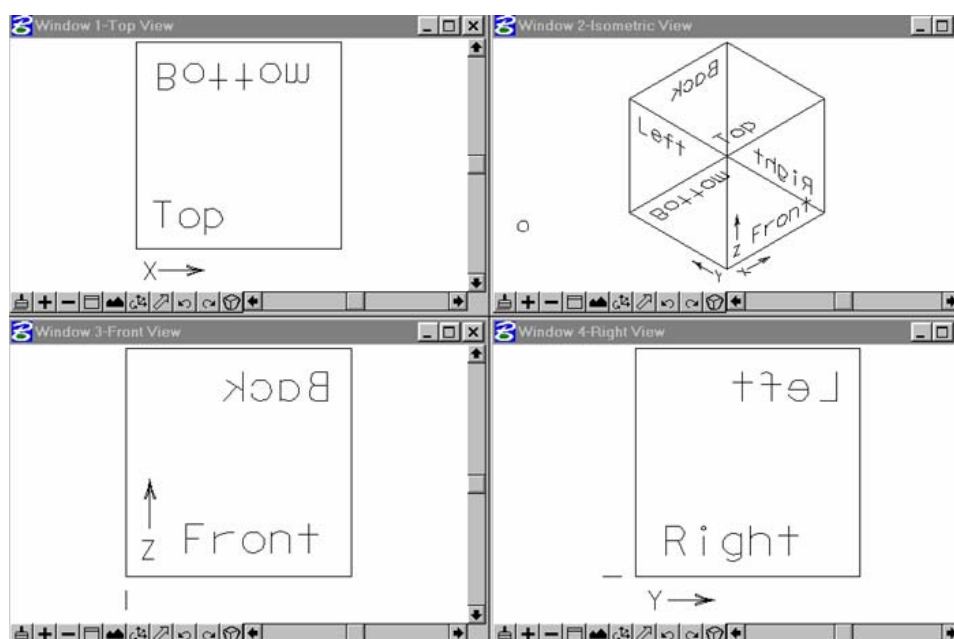


File → **New**; Abrirá a janela **Creat Design File** - No campo **Select** → **Seed3d** → **OK**; O arquivo semente deverá ser 3d, já que mais tarde vamos ativar o aplicativo *Geoterrain* para fazer a modelagem tridimensional.

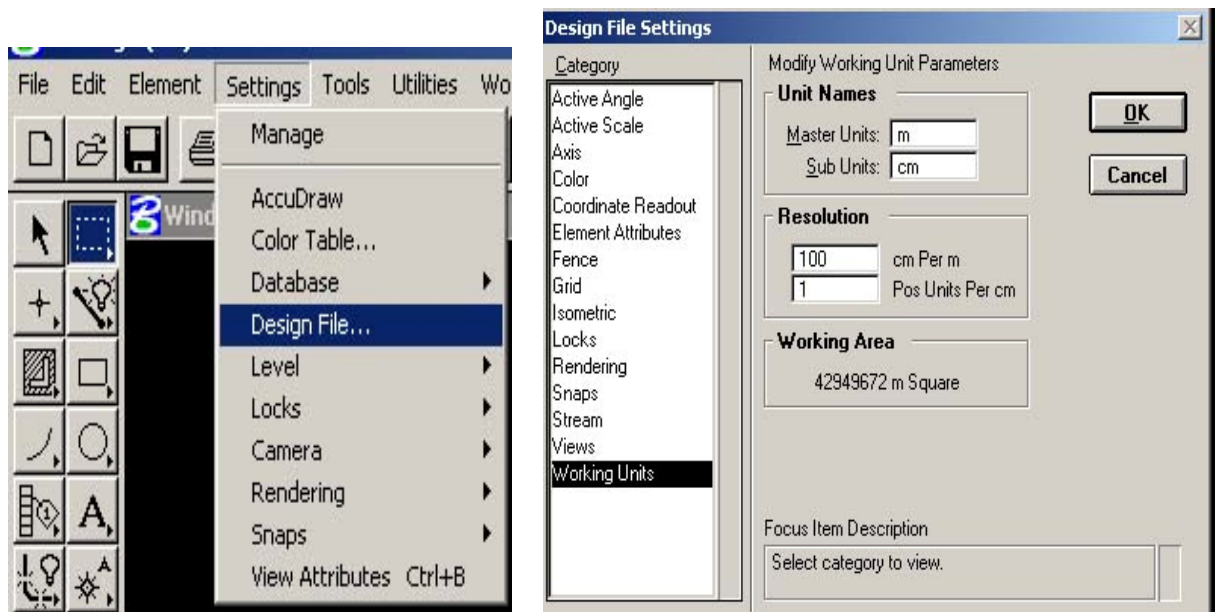
No campo **Drives** selecione a unidade onde seu arquivo será salvo, em **Files** dê um **nome para o seu arquivo** → **Ok** → **Ok**.



Uma vez aberta a tela de trabalho do MicroStation, devemos configurar as unidades de trabalho e salvá-las;



Settings → **Design File** → **Working Units** – No campo **Unit Names** → **Master Units (m)** e **Sub Units (cm)**, caso esteja trabalhando em metros. No campo **Resolution** → 100 cm per m – 1 pos units per cm → **Ok**.

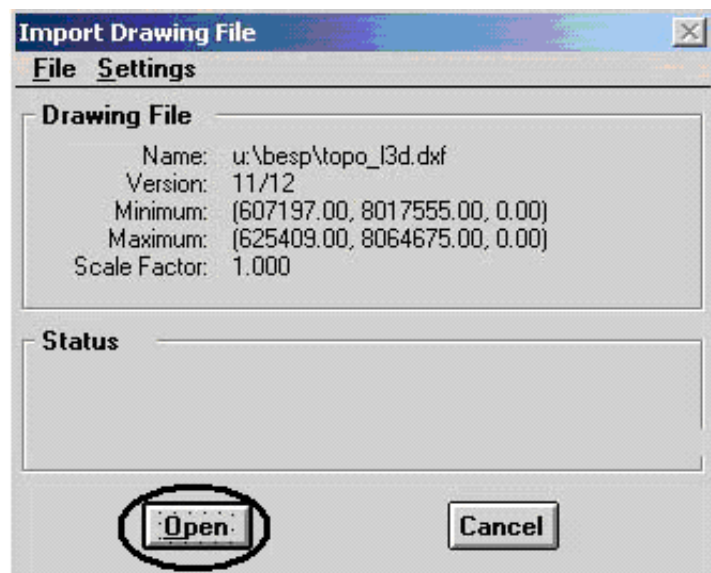
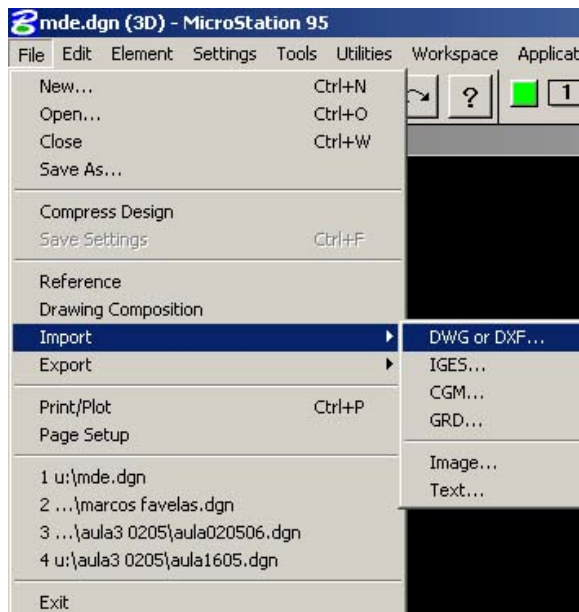


É muito importante que você salve suas alterações na configuração, como as unidades de trabalho: **File → Save Settings**



2.2. Importar o arquivo DWG ou DXF

File → Import → DWG or DXF → Selecionar, no campo **List File of Type**, AutoCad *DXF*. Em **Files** selecione o arquivo a ser aberto → **Ok**; Na janela **Drawing File** → **Open**.



OBS: Caso a imagem não apareça de imediato na tela clique em *Fit View* no canto inferior esquerdo da tela de trabalho de MicroStation.



2.3. Ativar o aplicativo *Geoterrain*:

Agora que já importamos o arquivo DXF, vamos ativar o aplicativo topográfico e as respectivas ferramentas que nos proporcionarão fazer o Modelo Digital de Elevação **MDE**.

Menu **Applications** → **GEOPACK** → **Activate GEOPACK**. Novamente no menu **Applications** → **GEOPACK GEOTERRAIN** → **GEOPACK GEOTERRAIN Tools**

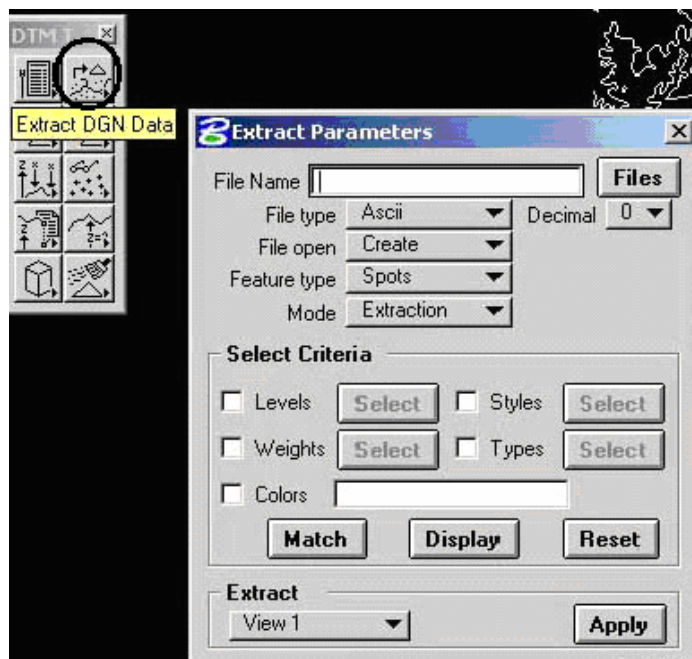


A barra de ferramentas abaixo aparecerá na tela:

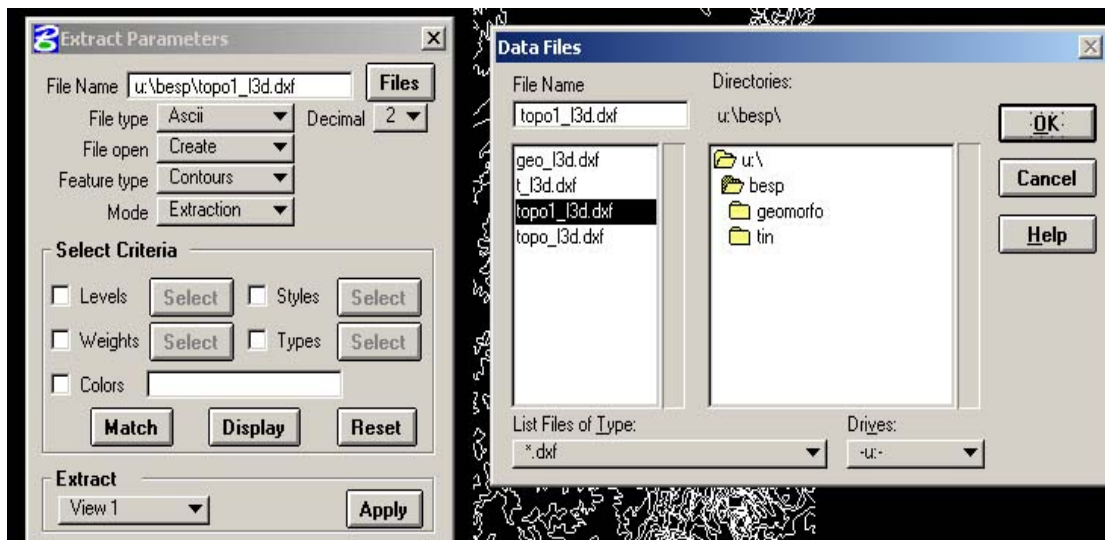


2.4. Extração dos dados

Após a ativação das ferramentas do *MicroStation Geoterrain*, vamos extrair os dados do arquivo 3D usando a ferramenta **Extract DGN Data**. Para tal é preciso que você crie um arquivo DAT, conforme ilustrado na figura abaixo:



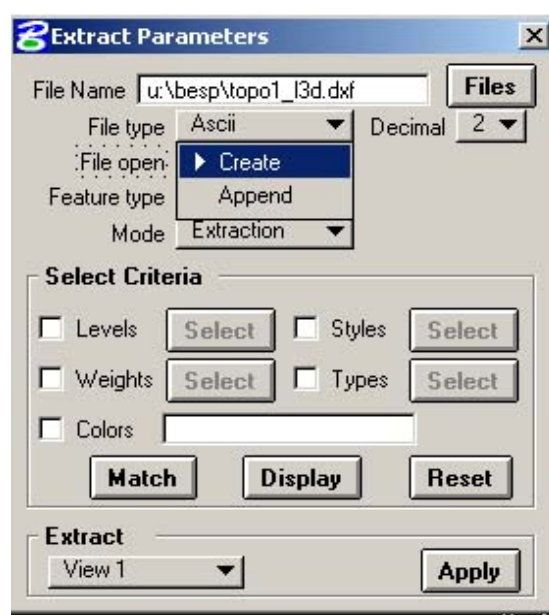
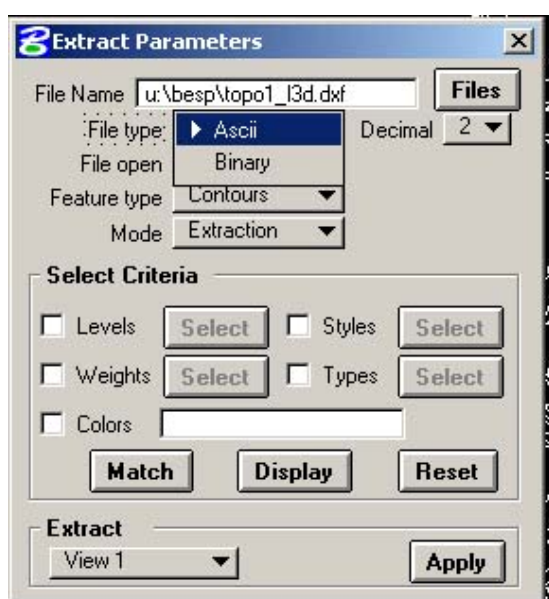
Você deverá informar, no campo **File Name** (dê um click em **File**), o diretório no qual o arquivo DAT será gravado.

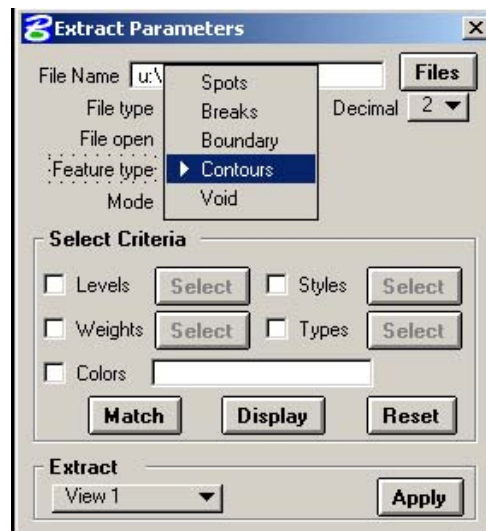


-No campo **File type** selecione **ASCII**

-No campo **File open** selecione **CREATE**, pois vamos gerar arquivo e não adicionar dados a um arquivo que já existe. Caso fosse para o acréscimo de dados, como no exemplo de adicionar informações de pontos cotados às informações de curvas de nível, deveria ser utilizada a opção **Append**.

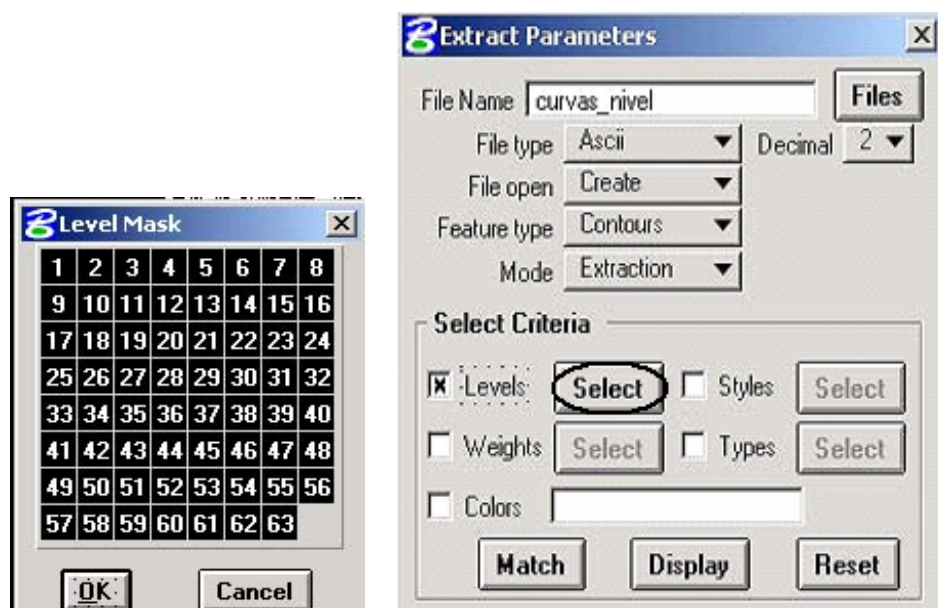
-No campo **Feature type** selecione **CONTOURS**, uma vez que estamos trabalhando com curvas de nível. No caso de trabalhar com pontos com atributos, como os pontos cotados de topografia, selecionar a opção **Spots**. Caso esteja modelando topografias como bancadas de mineração, as linhas de quebra de pés os cristas de taludes devem vir como **Breaks**. Caso deseje definir uma área de contorno para a modelagem, cujos valores estejam em 3d, selecionar **Boundary**.





No campo **Mode** selecione **EXTRACTION** para extrair os dados numéricos do arquivo vetorial, o que nos proporcionará a criação do MDE.

No campo **Select Criteria** selecione todos os níveis (**Levels**) na janela **Level Mask**, clique uma vez com o botão esquerdo do mouse e arraste o cursor sobre os números de 1 a 63. Como não vamos precisar mexer com o estilo, peso, tipo e cores do nosso arquivo de trabalho, serão deixados os respectivos itens desmarcados no campo em questão.



Para visualizar o resultado, abra o arquivo DAT no bloco de notas. Ele é um arquivo que contém 4 colunas: a primeira informa a característica do vértice, a segunda a posição "x", a terceira a posição "y" e a quarta a cota "z".

Observe o exemplo abaixo, e visualize um arquivo DAT para entender a apresentação. Caso o tipo de elemento seja um ponto (ou nó de vetor) interno à linha, o tipo de elemento será "1". Para outras funções dos nós, vide tabela de código de elementos. A compreensão do formato da tabela permite que usuários iniciem uma modelagem digital de terreno pelos pontos cotados, construindo arquivo com 4 colunas e salvando-o com a extensão "dat".

```

1 602925 7472450 520
1 602950 7472450 520
1 602975 7472450 360
1 603000 7472450 360
1 603025 7472450 360
1 603050 7472450 360
1 603075 7472450 360
1 602875 7472425 520
1 602900 7472425 520
1 602925 7472425 440
1 602950 7472425 440
1 602975 7472425 360
1 603000 7472425 360
1 603025 7472425 360
1 603050 7472425 360
1 603075 7472425 360
1 603100 7472425 360
1 603125 7472425 360
1 602825 7472400 520
1 602850 7472400 520

```

Codificação dos tipos de elementos para arquivo ASCII no *Geoterrain*:

CÓDIGO	TIPO
1	Pontos aleatórios (spots)
2	Início de linha quebrada (break line)
3	Pontos subseqüentes de linha quebrada
4	Pontos do polígono de contorno (boundary)
5	Início de curva de nível (contours)
6	Pontos subseqüentes de curva de nível
7	Início de superfície plana (void)
8	Pontos subseqüentes de superfície plana

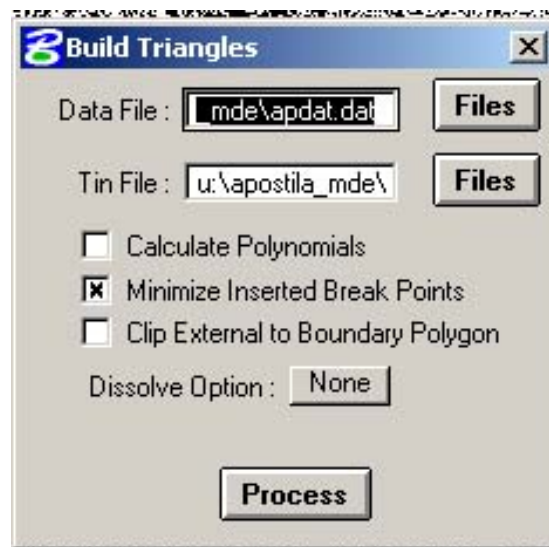
2.5 Geração do TIN

Vamos agora gerar uma grade irregular de pontos, por interpolação, a partir do arquivo DXF importado, através da ferramenta **Build TIN**. A grade irregular de pontos é indicada para a representação das complexidades do relevo, pois tende a respeitar estruturas como *hog backs*¹ e vales muito encaixados. A grade TIN (do inglês *Triangular Irregular Network*) constitui uma estrutura vetorial com topologia do tipo nó – arco que representa a superfície por faces triangulares interligadas. Quanto mais equilátero forem os triângulos do TIN, melhor será a qualidade (exatidão) na modelagem do relevo.

¹ Cristas ou colinas sustentadas por camadas mais resistentes à erosão. Ver glossário geológico da Universidade de Brasília-UnB: www.unb.br/ig/glossario/.



A caixa de construção de rede triangular “**Build Triangles**” aparecerá na tela do MicroStation, neste campo você deverá entrar com os dados extraído do arquivo importado com o objetivo de executar a triangulação.



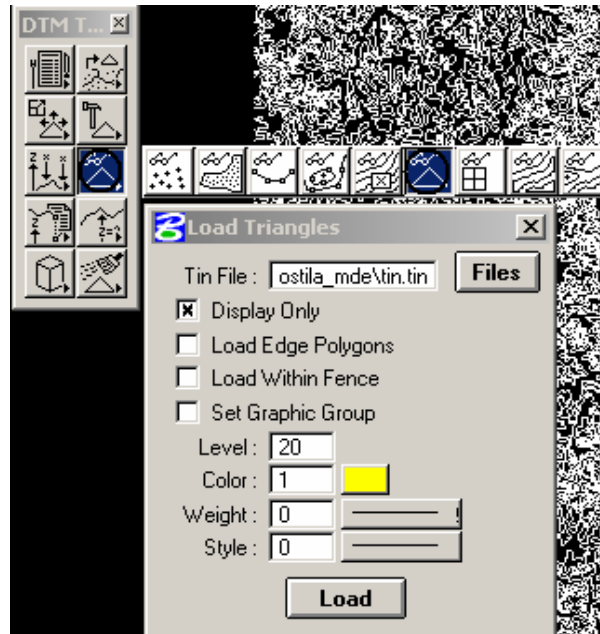
No campo **Data File** – click em **Files** para selecionar os dados extraídos que serviram de base para a geração do TIN, lembre-se que extensão do arquivo de entrada é **.dat**.

No campo **Tin File** – click em **Files** e escolha o diretório no qual você ira salvar o arquivo TIN. Selecione **Minimize Insert Break Points**, de acordo com a figura acima, mas se o usuário quiser que a modelagem ocorra dentro dos limites de uma certa área devera marca **Clip External to Boundary Polygon**. Neste caso, o campo Dissolve Options devera estar indicando **Sliver**. Mas como não iremos trabalhar com tais especificações, vamos selecionar **None** *click* em **Process** para iniciar a triangulação.

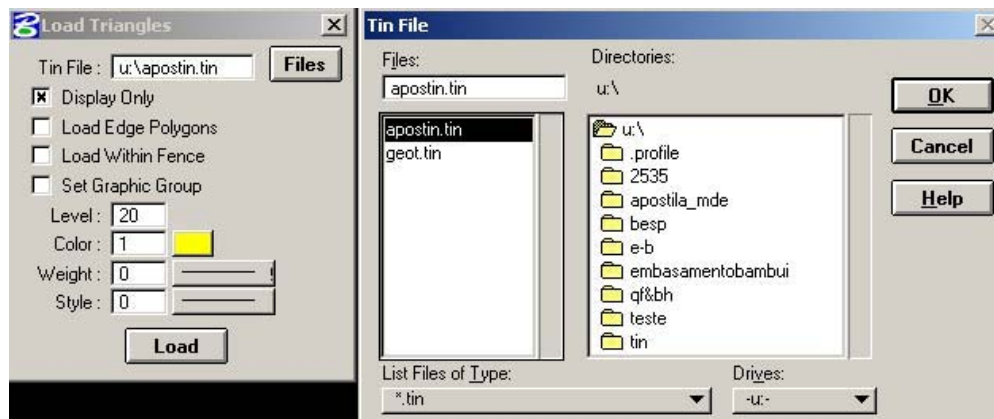
É importante que o usuário do MicroStation atente-se para as informações que o software lança no canto inferior direito e esquerdo da tela, são informações importantes pois avisam ações a serem executadas, o andamento de algumas ações, bem como o resultado delas. Após a triangulação que acabamos de fazer, por exemplo, o software lança a seguinte informação:



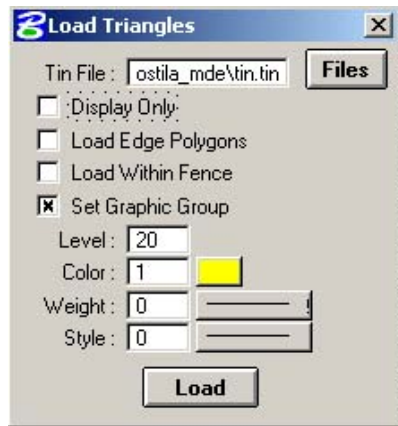
Uma vez processado o TIN, podemos visualizar a malha triangular através da ferramenta **Display Triangles**, pela qual abriremos a janela **Load Triangles**:



Conforme os procedimentos executados anteriormente, no campo **Tin File** – selecionar o arquivo TIN gerado clicando em **Files**:



Ao marcar **Display Only** o programa não registrará fisicamente a malha triangular, para tal você deverá marcar **Set Graphic Group**, pois o TIN será um único elemento gráfico.

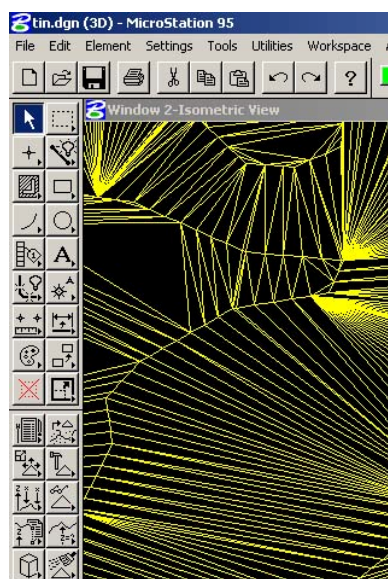


Marcando Load Edge Polygons, “*serão desenhados os polígonos ortogonais ao nível horizontal que fecha a caixa de desenho*” (MOURA & ROCHA ; 2001).

Ao seleccionar Load Within Fence o MicroStation carregará o TIN somente nos limites na fence.



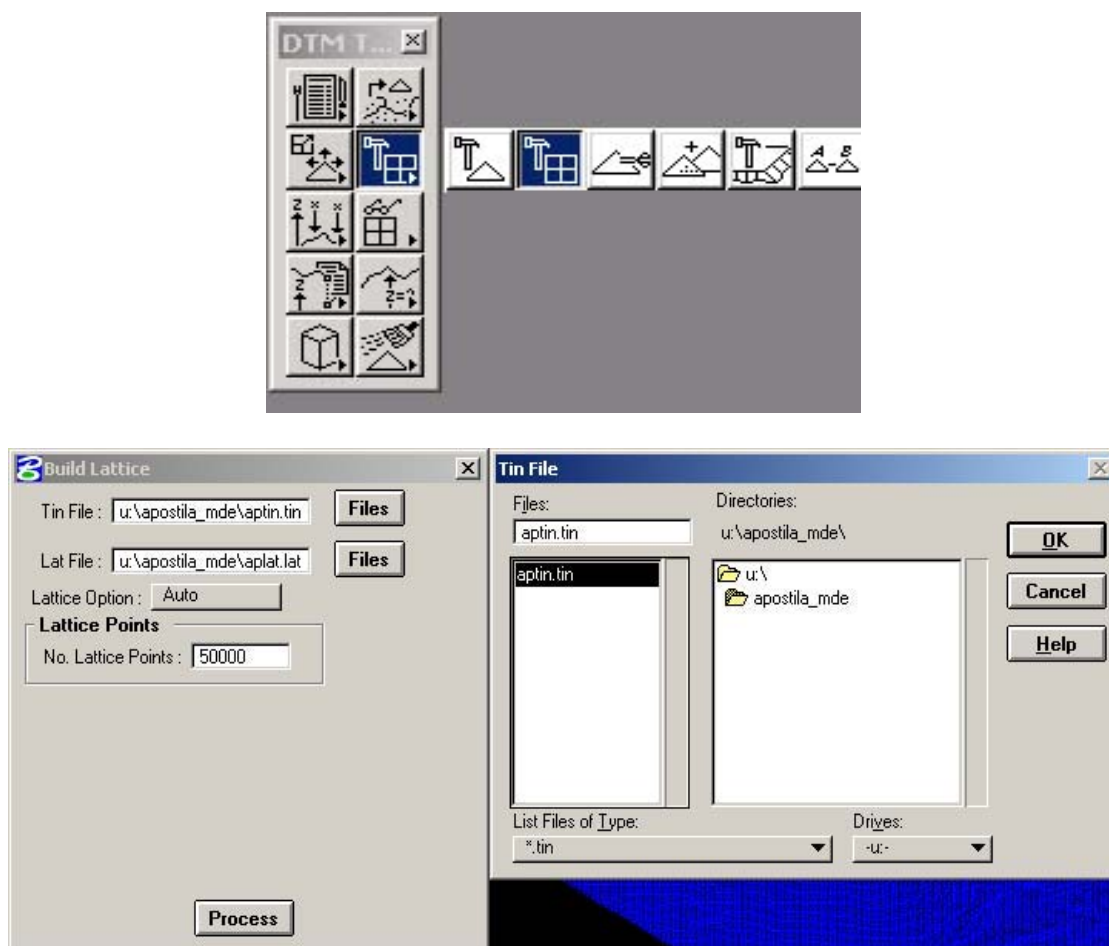
Selecione o nível no qual o programa ira carregar seu TIN e click em **Load** para finalizar.



2.6. Geração do o LAT

A grade retangular regular **LAT** tende a suavizar as complexidades do relevo, proporcionando um efeito visual mais bonito que o TIN. O LAT é uma representação matricial onde cada elemento associa-se a um valor numérico e é melhor adaptado para o tratamento de dados geofísicos, pedológicos e geoestatísticos.

Acione a ferramenta **Build Lattice** para abrir a janela de mesmo nome:



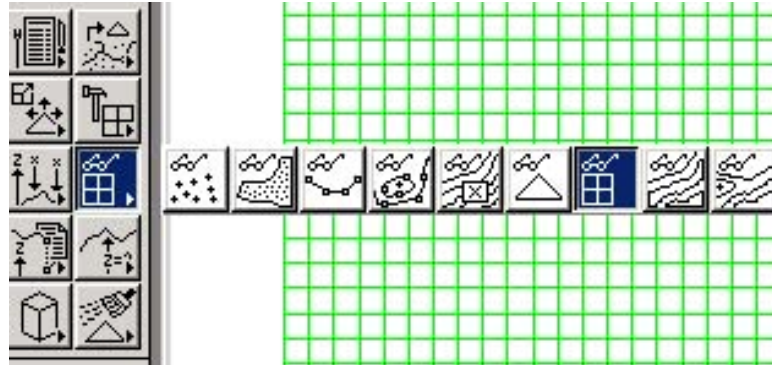
No campo **File Tin - Files** entre com arquivo TIN e no campo **Lat File - Files** selecione o diretório onde será salvo o LAT.

Em Lattice Option deixe a opção **Auto** ativada. No campo **Lattice Points** você deverá indicar o numero de pontos de sua malha regular – click.

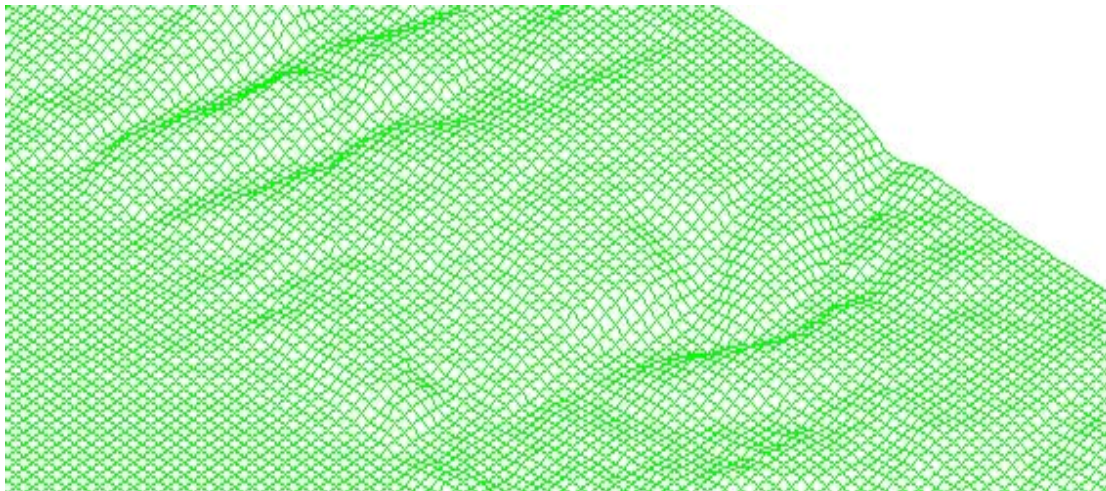
Tal número é calculado em função da resolução que você quer para o seu LAT, numa relação direta entre o total de linhas e colunas. Para calcular o numero de lattice points você deverá dividir a largura e o comprimento de sua base topográfica pelo valor do padrão de exatidão cartográfica da mesma, atentando-se para a respectiva escala. Se você estiver trabalhando com uma área de 10 Km por 5 Km, por exemplo, em uma escala de 1:50000, sabendo que a PEC é de 10m, obterá uma malha de 1000 colunas por 500 linhas. O que daria um número de *lattice points* de 500.000.

Deve-se ressaltar, no entanto, que na definição do número de nós de *Grid*, ou os *lattice points*, o usuário considerar a finalidade do seu trabalho, haja vista que uma malha muito densa pode não carregar completamente e comprometer o resultado final da modelagem.

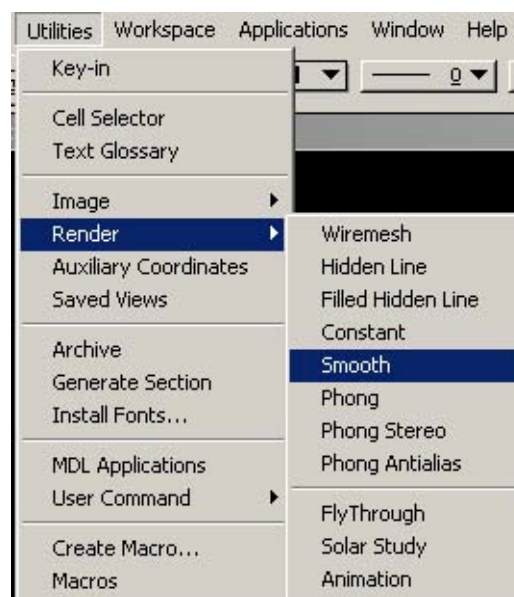
Para visualizar a malha regular o procedimento é semelhante à visualização do TIN.



Selecione a ferramenta **Display Lattice**, pela qual você abra a janela **Load Lattice**. Marque a opção **Set Graphic Group** e escolha a cor e o nível onde a malha será carregada – click em **Load**. O programa informará ao usuário, conforme explicado anteriormente nesta apostila, quando a malha estiver totalmente pronta, bem como informará possíveis problemas na geração da mesma.

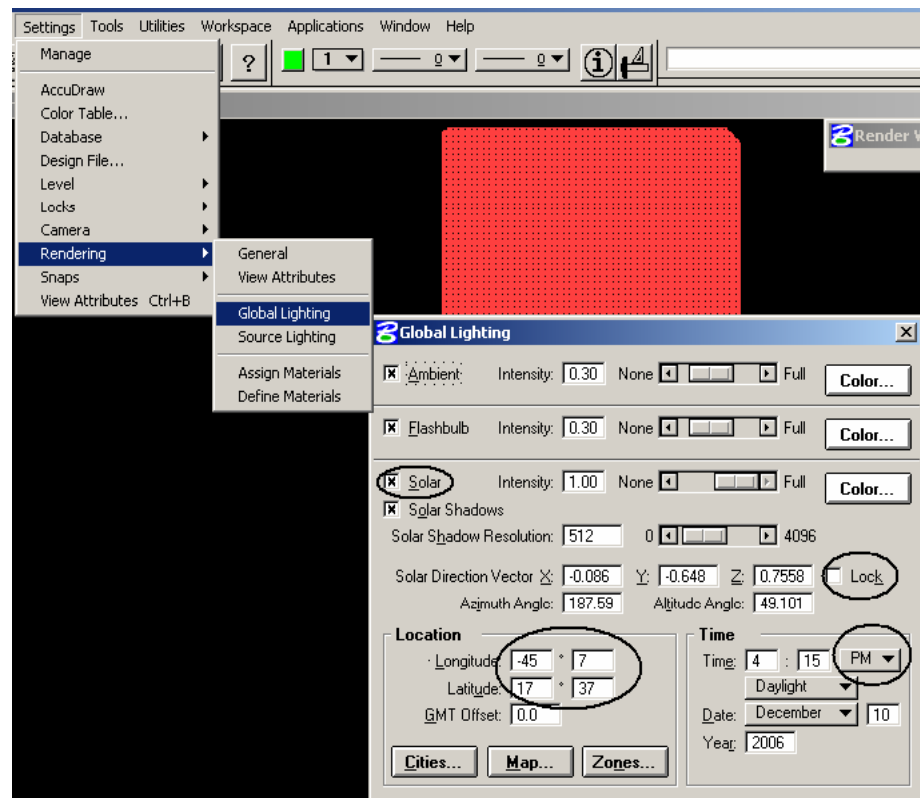


Para visualizar a simulação da superfície topográfica modelada, usando tanto a malha TIN quanto a malha LAT, você deverá utilizar a ferramenta de renderização para o tratamento de imagens de modelos 3D. No menu **Utilities – Render – Smooth** – perceba que o cursor do mouse, ganhara o formato semelhante ao sinal de adição (+), você deverá clicar uma vez sobre a malha carregada para fazer a renderização.



Para ajustar os atributos do tratamento da imagem, como a incidência solar na no relevo, você deverá acionar a janela Global Lighting no menu **Settings – Rendering - Global Lighting**.

Deixe o campo **Solar ativado** e desmarque **Lock**. No campo **Location** informe uma latitude e longitude abrangente a sua malha. No campo **Time** selecione Daylight e escolha a hora e o mês e ano para aplicar a insolação.

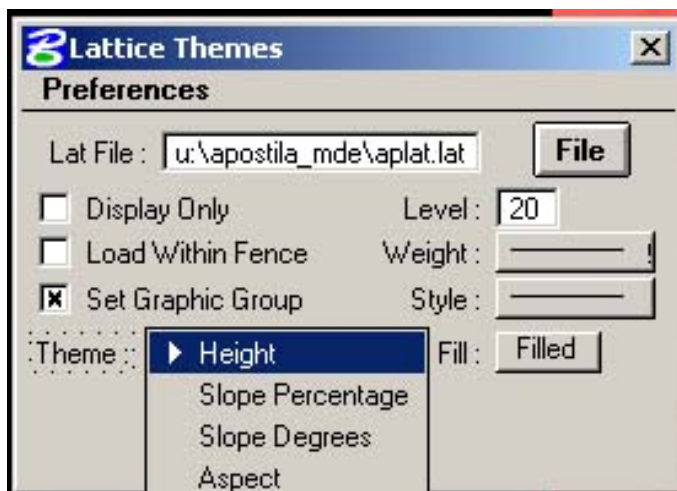
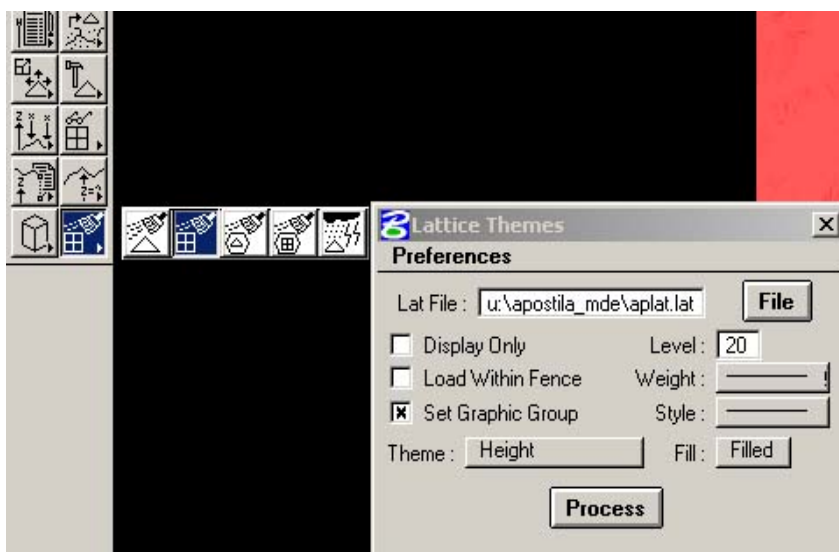


2.7 Geração de mapas temáticos: Declividade e Hipsométrico

Os mapas de declividade e Hipsométrico poderão ser gerados sobre a malha TIN ou a malha LAT, usando as ferramentas *Tin Theme* ou *Lattice Theme* respectivamente.

Selecione o arquivo LAT ou TIN sobre o qual serão gerados os mapas – selecione **Set Graphic Group**.

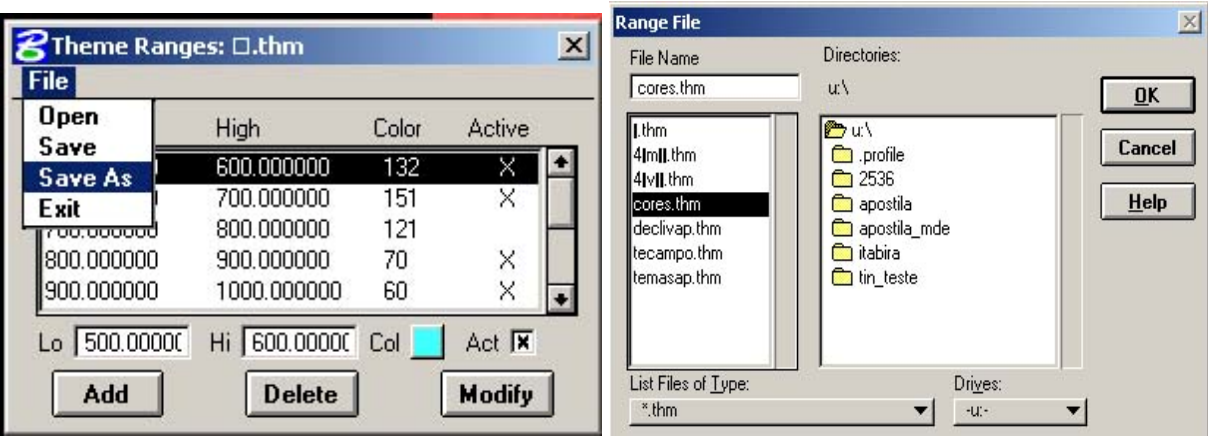
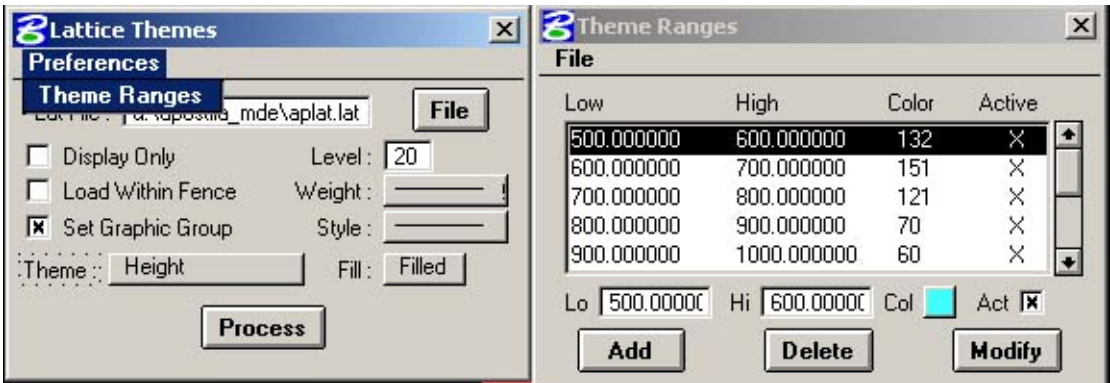
Em **Theme** selecione **Height** para gerar mapa Hipsométrico ou **Slope Percentage** (declividade em porcentagem) e **Slope Degrees** (declividade em graus°) para gerar mapa de declividade.



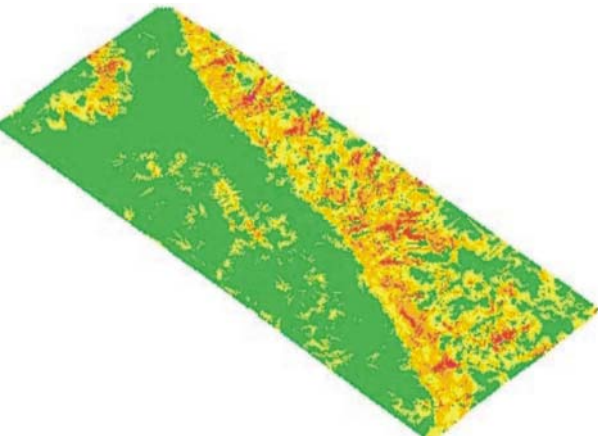
No campo **Preferences** o usuário irá definir as classes de cotas altimétricas ou classes de declividade, em caso de gerar mapa de declividade. **Preferences – Theme Ranges**.

Nos campos **Lo** e **Hi**, entre com os valores inicial e final, respectivamente, das classes a serem definidas. Entre com a primeira classe de valores - click em **Col** - e selecione uma cor – marque **Act – Add**.

Repita o procedimento para cada classe, caso você queira mudar o valor ou a cor de uma classe, marque a mesma e click em **Modify**. Você poderá salvar as classes em **File – Save As**.



Mapa de Declividades:



Mapa Hipsométrico:

