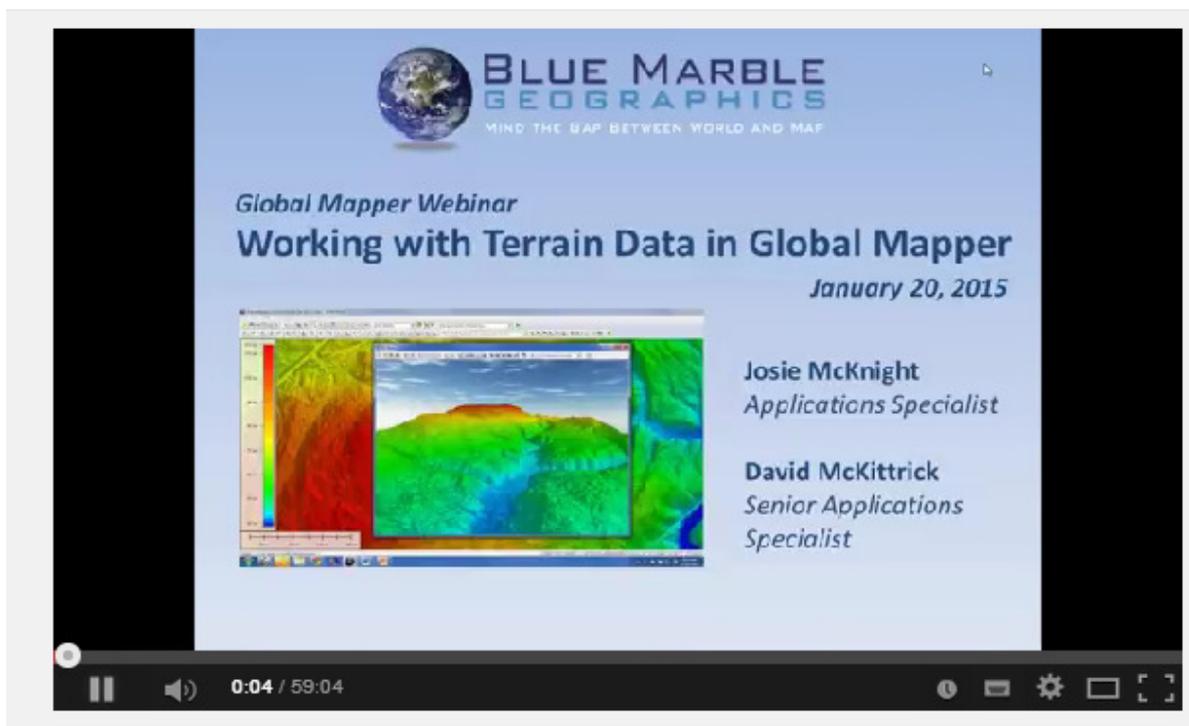


## ***Trabalhando com Dados de Terreno no Global Mapper***

Webinar Realizado em 20 de janeiro de 2015 pela BLUE MARBLE GEOGRAPHICS



Dando prosseguimento ao Webinar de Dezembro de 2014, durante o qual foram apresentadas as funcionalidades de processamento de dados LiDAR do Global Mapper, nesta apresentação de Janeiro de 2015 iremos explorar várias ferramentas de análise deste aplicativo que envolvem o processamento de dados de terreno. As funcionalidades de modelagem e análise 3D do Global Mapper tem sido um eixo de desenvolvimento nos últimos anos, e para vários usuários, o uso da altimetria (valor “Z”) é o lado mais importante do aplicativo. Entre os assuntos específicos que serão abordados neste Webinar temos:

- **Obtendo dados de Terreno**
- **Criando dados de Terreno**
- **Geração de Curvas de Nível**
- **Análise de perfil e linha de visibilidade**
- **Análise de intervisibilidade**
- **Cálculo de Volume: corte e aterro**
- **Achatamento de Terreno**
- **Modelagem de Bacia Hidrográfica**
- **Análise de Declividade**

O vídeo está em <https://www.youtube.com/watch?v=p7XT9VXAX5E> . em livre acesso. Aproveite e aprimore seus conhecimentos.

## Criação de dados de terreno

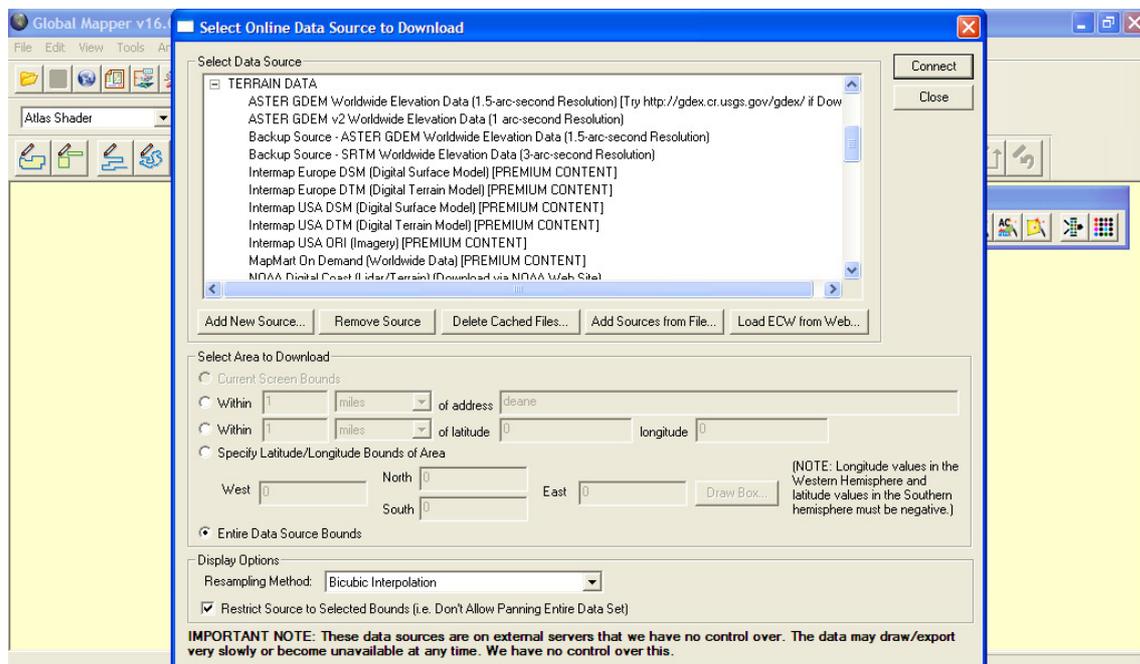
O Global Mapper tem a capacidade de ler e ingerir uma ampla variedade de dados de altimetria. Veja pelo comando “Open Data File(s)... / Common Supported Elevation Types. Assim Você carrega arquivos que Você já tem no seu computador.

Mais Você pode igualmente acessar dados de altimetria pela Internet, a través do próprio Global Mapper, por uma rotina dedicada para isto. A Caixa de Diálogo para

Download de Dados on line é acessada pelo ícone  ou



Assim acessamos a janela “ Select Online Data Souce to Download”



Recomendamos especialmente a parte de “**Terrain Data**” ilustrada acima.

Alguns Bancos de Dados “**Premium Content**” são colocados a disposição por empresas privadas mediante pagamento, e outros são bancos de dados públicos em livre acesso. Existem dados LiDAR disponíveis igualmente....

Cuidado, pode acontecer que alguns links estejam temporariamente fora do ar, portanto, sugerimos que quando o dado de interesse esteja disponível, aproveite para baixá-lo para uso posterior e o salve num arquivo de altimetria no seu computador pelo Global Mapper

## Dados Altimétricos Tabulares em X,Y,Z : os mais básicos

Eles podem ser lidos pelo Global Mapper como um arquivo sob forma de um arquivo de texto com uma listagem de números, cada linha sendo o dado de um ponto com suas coordenadas X, Y e Z. e convertidos em um plano de altimetria.

### Exemplo do conteúdo do arquivo : mon.xyz

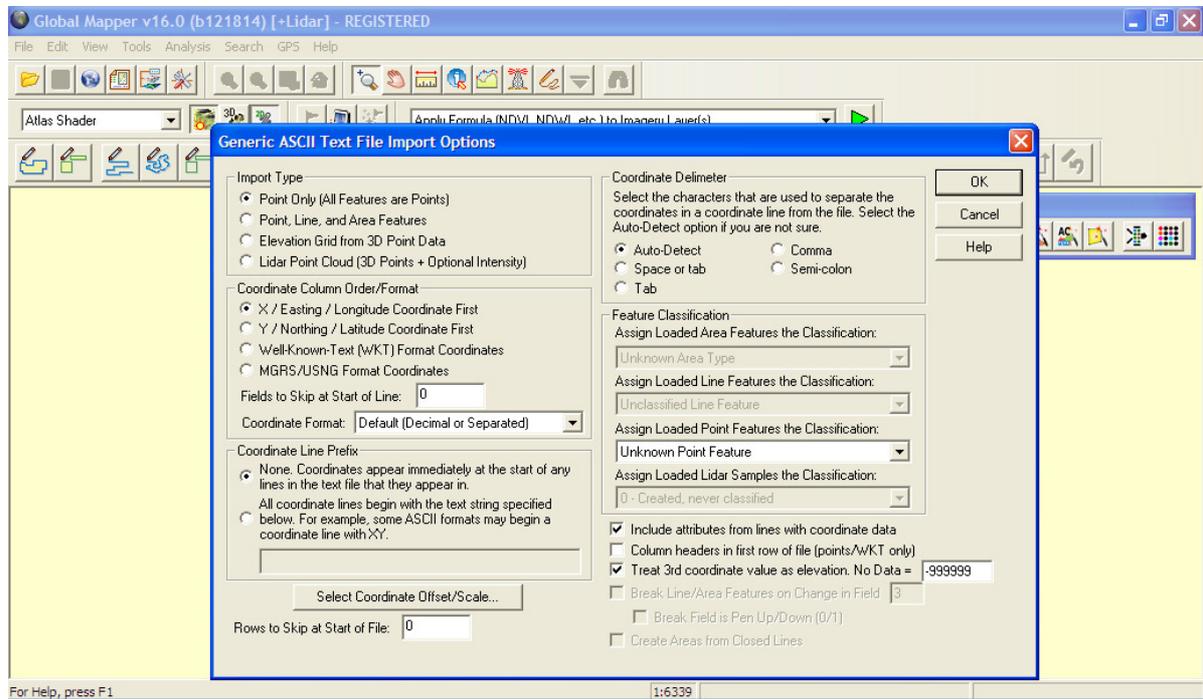
```
673928.880 7188712.760 911.180
673928.860 7188713.260 911.250
673928.850 7188713.750 911.130
673928.830 7188714.240 911.170
673928.820 7188714.750 911.090
673928.810 7188715.230 911.170
673928.790 7188715.730 911.100 .....
```

Ou seja, são 3 valores em sequência na mesma linha, sem prefixo, nem sufixo, uma linha por ponto, é o formato mais simples e direto para ser importado e cujo conteúdo é descrito como segue pelo comando **METADATA** na janela **Overlay Control Center**:

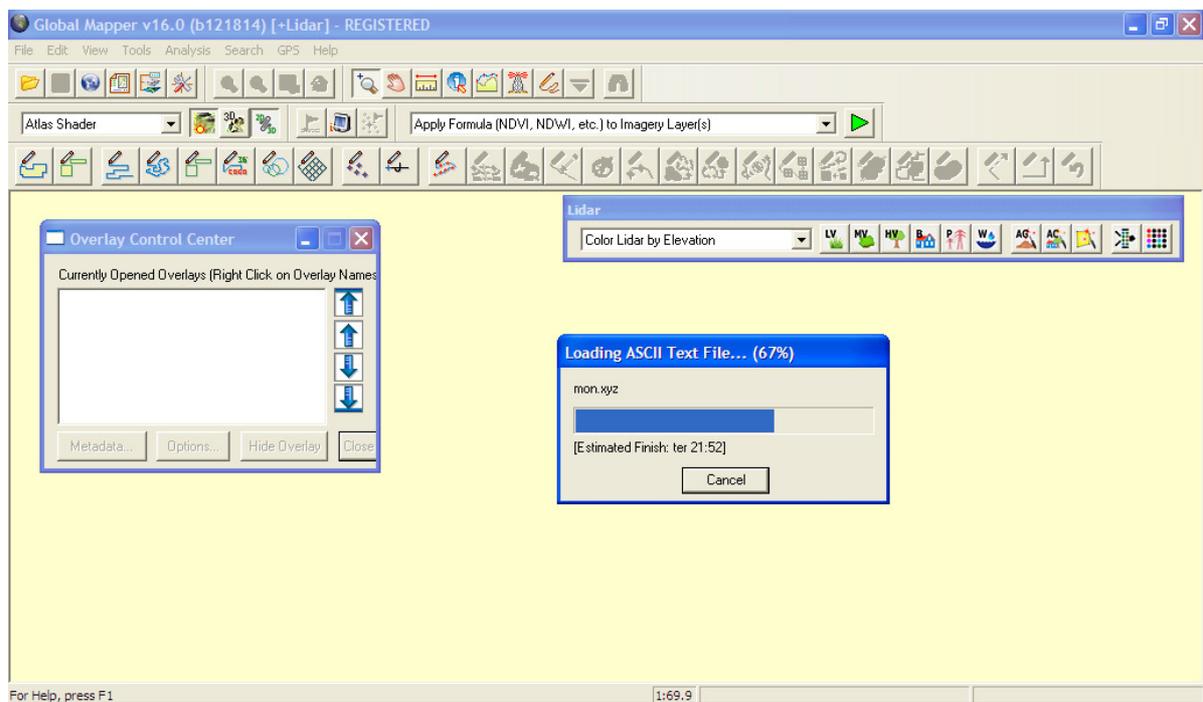
```
FILENAME=C:\Trabalho\GLOBAL MAPPER LIDAR\Dados LIDAR MON imagens e
las\mon.xyz
DESCRIPTION=mon.xyz
AREA COUNT=0
LINE COUNT=1
LINE VERTEX COUNT=2789941
POINT COUNT=0
MESH COUNT=0
UPPER LEFT X=673928.690
UPPER LEFT Y=7188857.280
LOWER RIGHT X=674448.010
LOWER RIGHT Y=7188181.570
WEST LONGITUDE=49° 16' 14.9505" W
NORTH LATITUDE=25° 24' 25.0108" S
EAST LONGITUDE=49° 15' 56.0562" W
SOUTH LATITUDE=25° 24' 47.1871" S
UL CORNER LONGITUDE=49° 16' 14.9505" W
UL CORNER LATITUDE=25° 24' 25.2297" S
UR CORNER LONGITUDE=49° 15' 56.3703" W
UR CORNER LATITUDE=25° 24' 25.0108" S
LR CORNER LONGITUDE=49° 15' 56.0562" W
LR CORNER LATITUDE=25° 24' 46.9681" S
LL CORNER LONGITUDE=49° 16' 14.6373" W
LL CORNER LATITUDE=25° 24' 47.1871" S
PROJ_DESC=UTM Zone -22 / WGS84 / meters
PROJ_DATUM=WGS84
PROJ_UNITS=meters
EPSG_CODE=EPSG:32722
COVERED AREA=0.3509 sq km
```

Ele pode ser lido como um arquivo de pontos e convertido no GLOBAL MAPPER em uma imagem como segue :

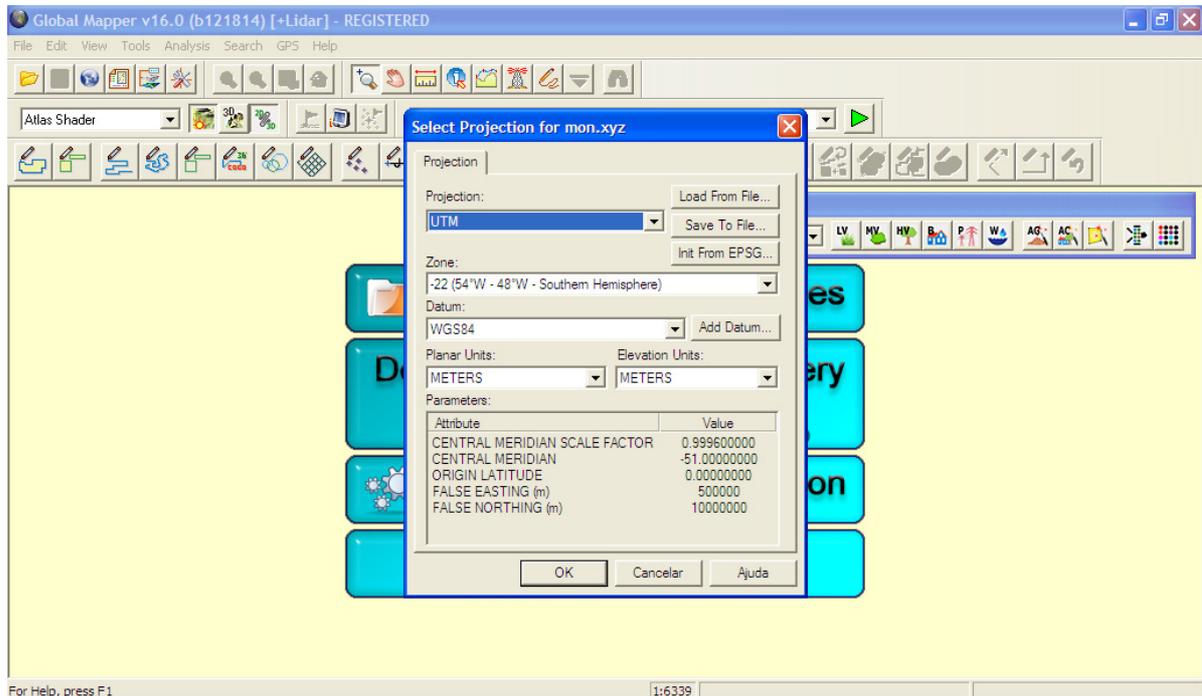
### Menu de leitura do arquivo como ponto



### Pontos sendo carregados pelo aplicativo

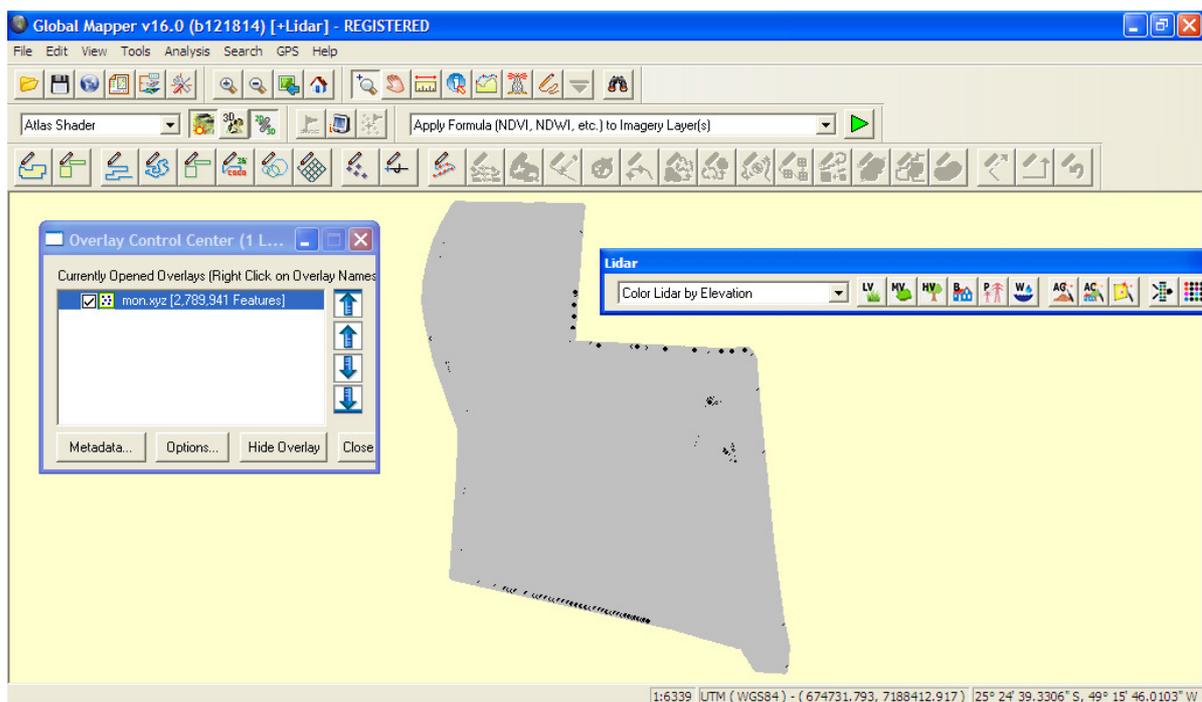


O aplicativo pede a projeção e o datum a ser usado na leitura das coordenadas dos pontos...

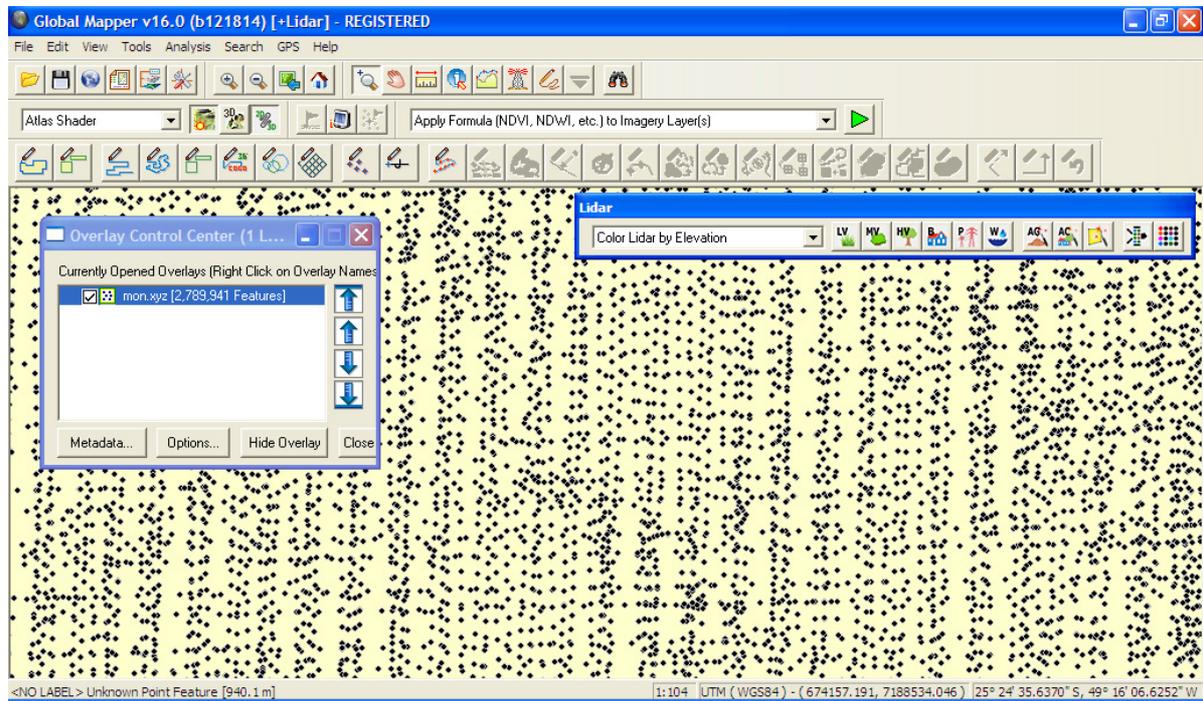


São 2.789.941 pontos neste único arquivo.

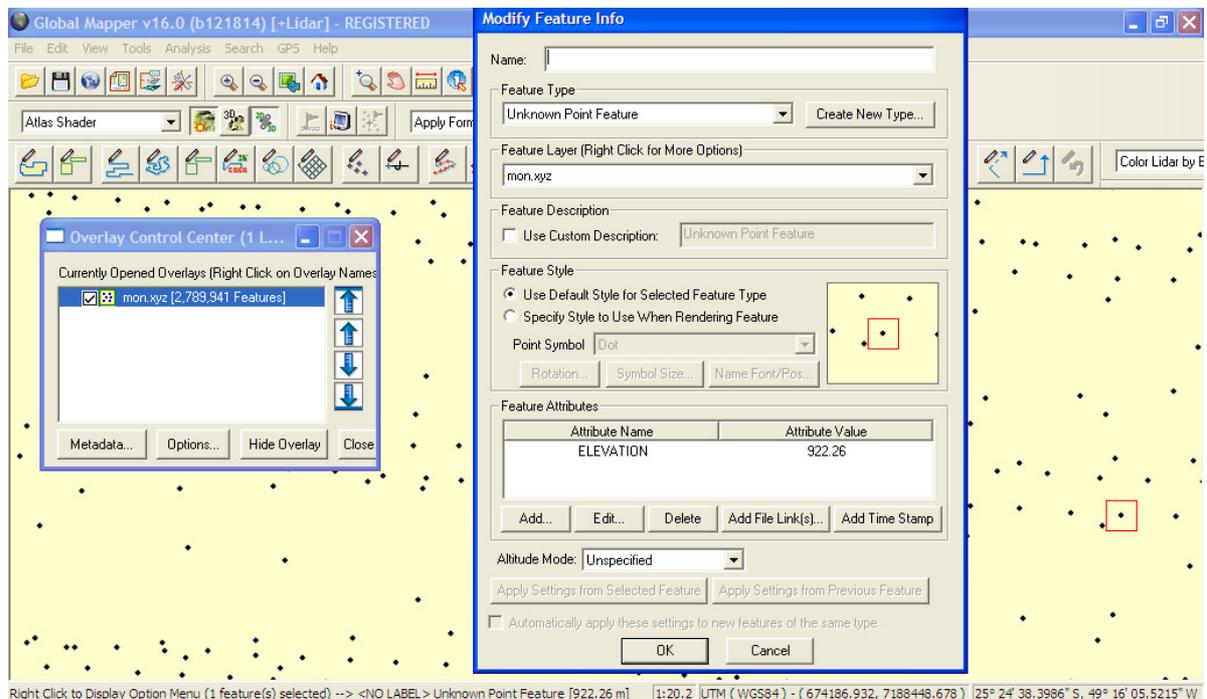
## Resultado na Tela da imagem formada pelos pontos



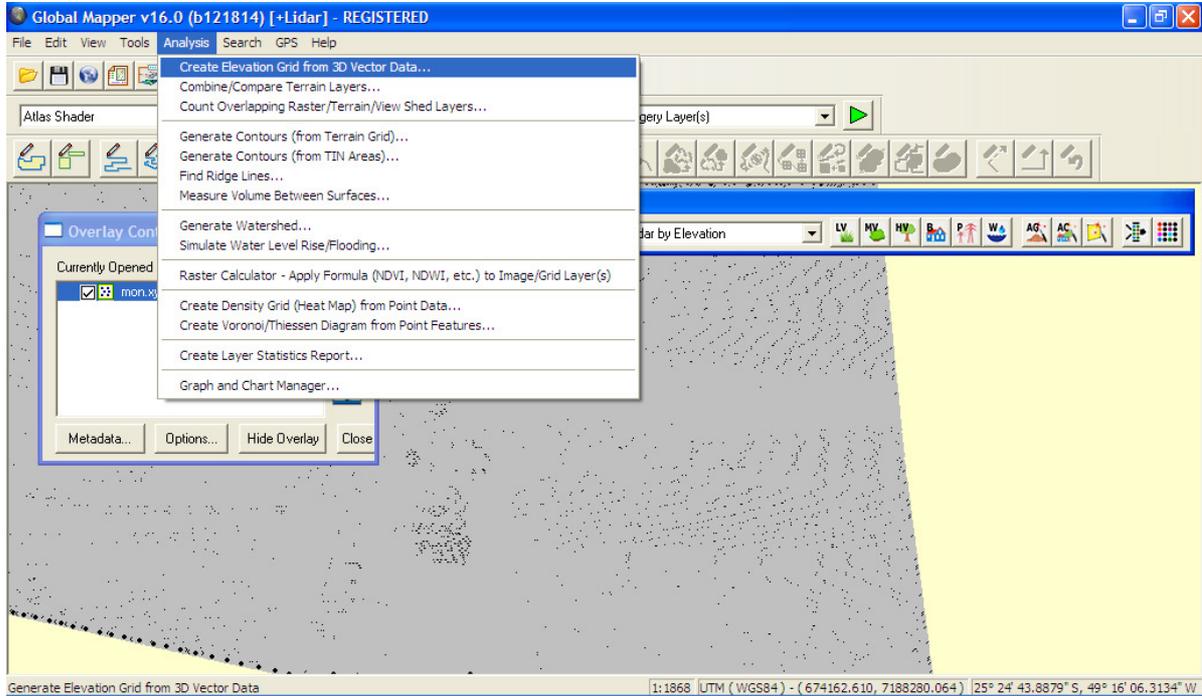
## Fazendo ZOOM :



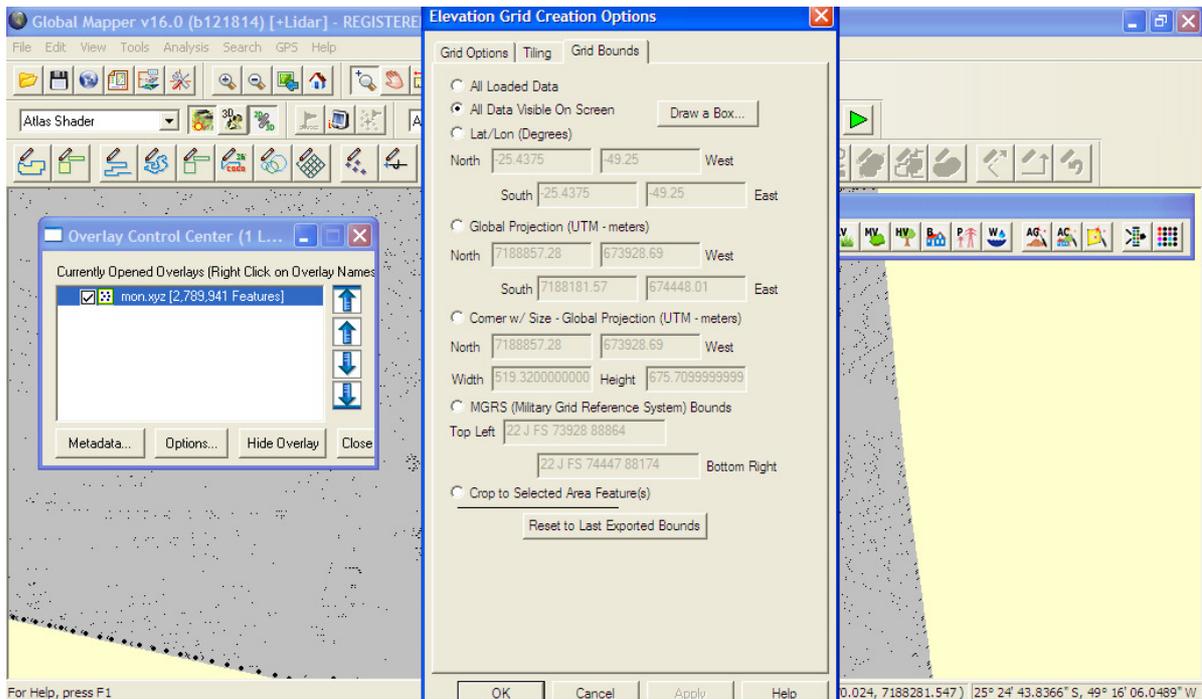
## Cada ponto tem como atributo a sua altimetria



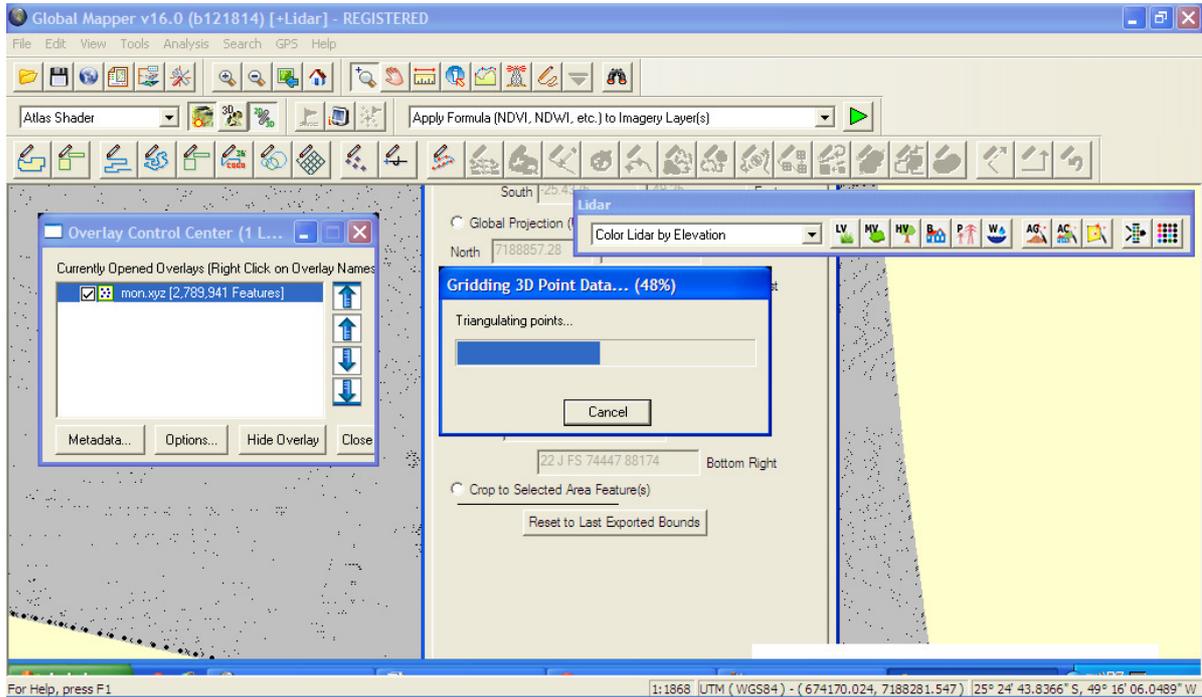
Veja como os pontos se transformam numa imagem de hipsometria onde a cor de cada ponto é função de sua altitude... Para isto geramos um plano de altimetria a partir da nuvem de pontos. Isto é realizado pelo Menu “**Analysis / Create Elevation Grid from 3D vector Data**”



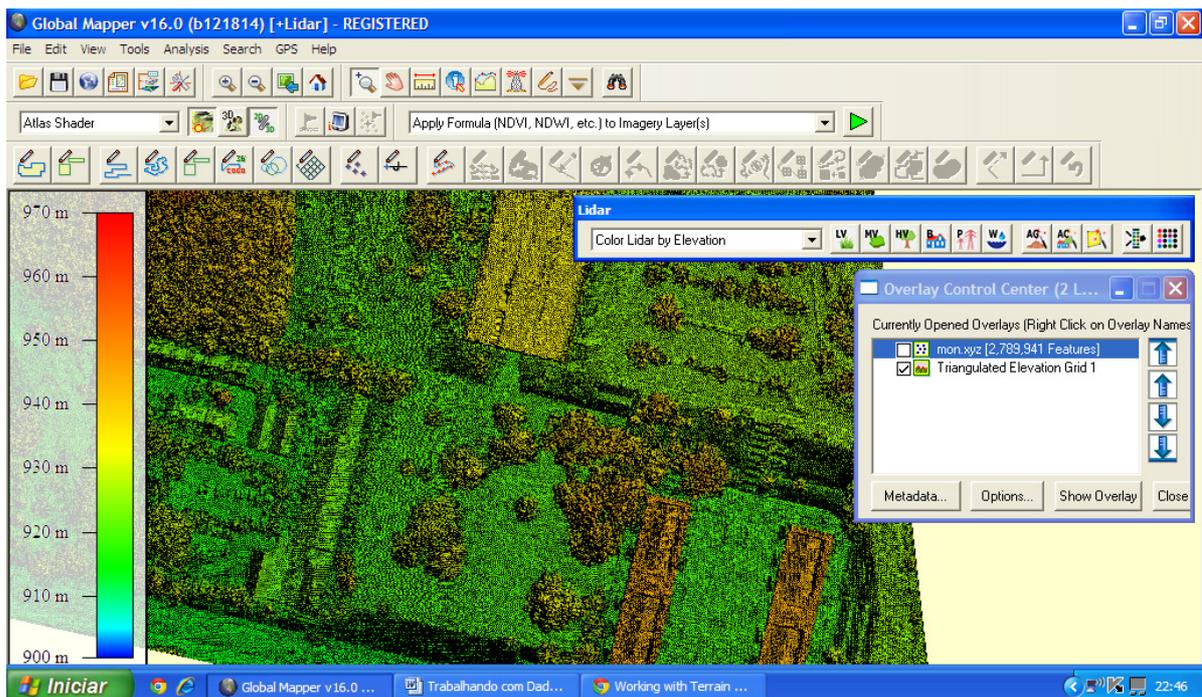
Indicamos as opções de processamento, no caso somente a imagem na tela...



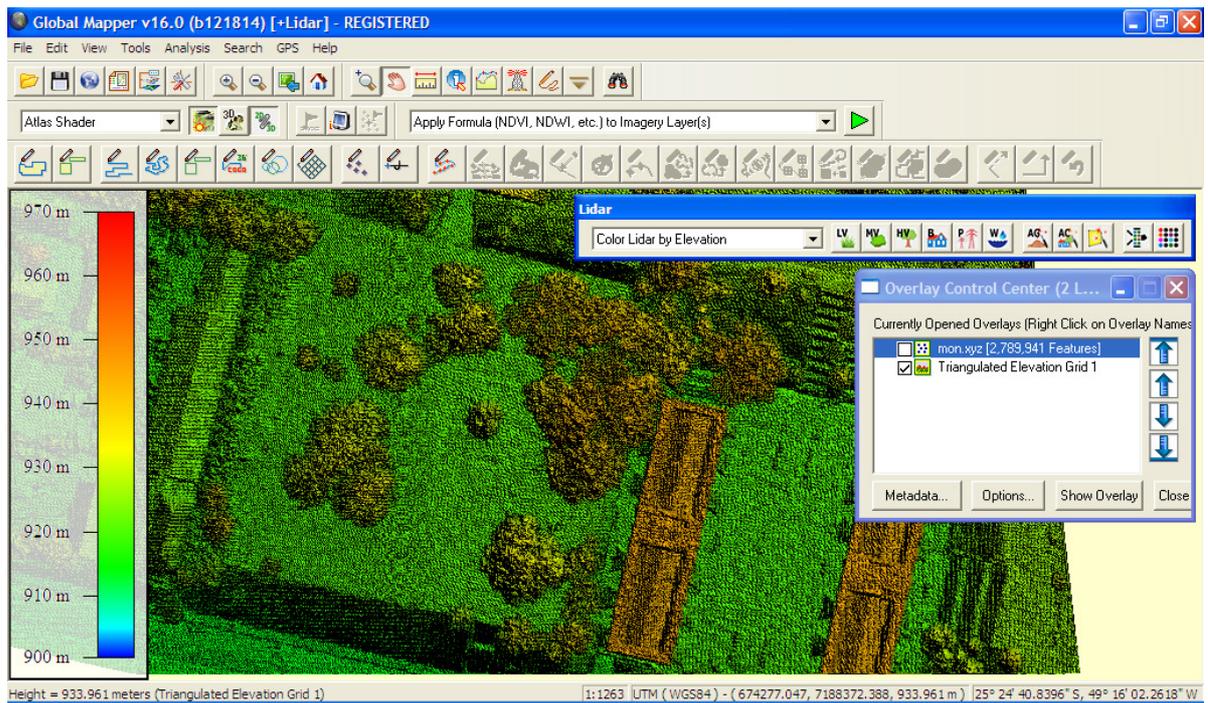
## O processamento se faz,



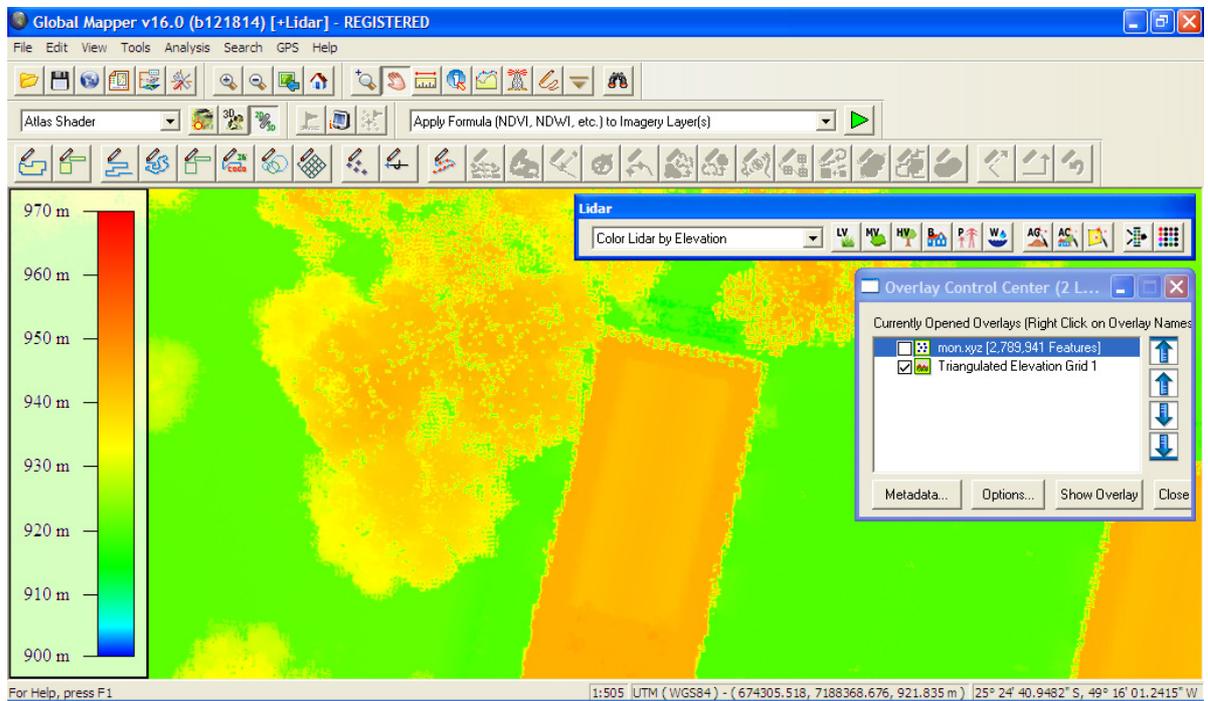
E com a opção de colorir a imagem resultante que é um modelo numérico de superfície em função da altitude, ( veja a escala de cores e altitude do lado esquerdo, usando o ATLAS SHADER onde o vermelhos são os pontos mais altos e os pontos azuis são os mais baixos..., passando pelo verde e o amarelo... em função do máximo e mínimo presentes no layer de altimetria) aparece a imagem LiDAR:



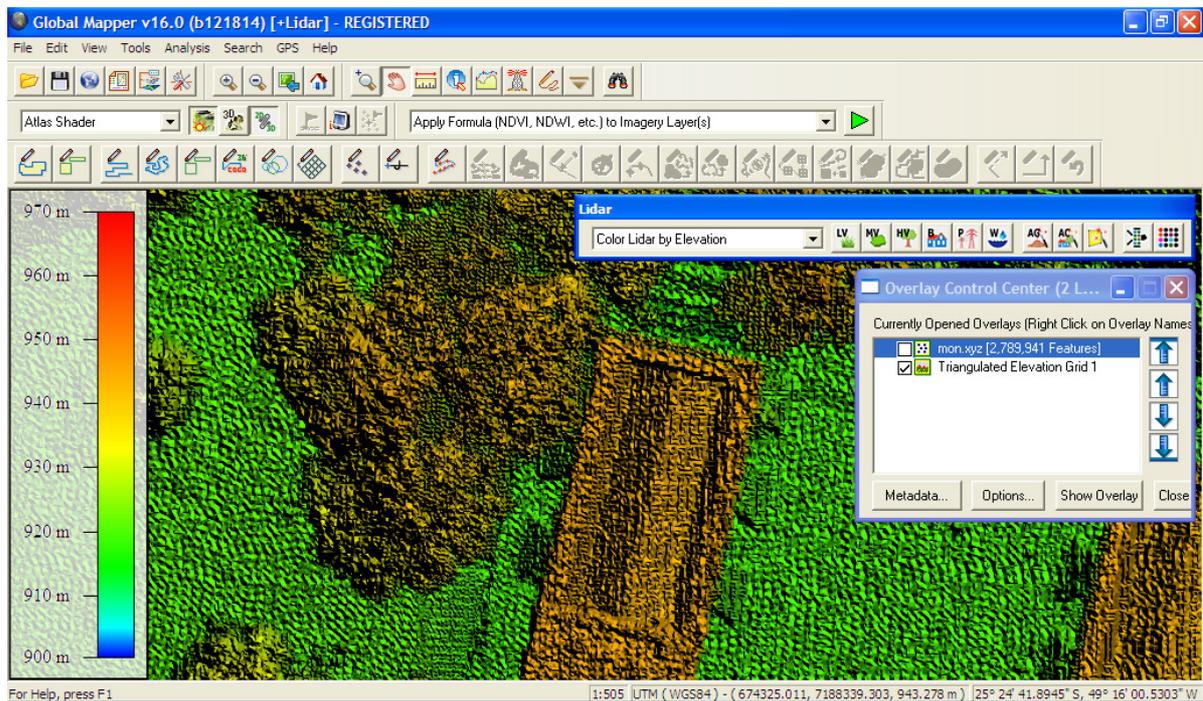
Podemos agora identificar prédios e árvores neste zoom...



Altimetria sem sombreamento



## Altimetria com sombreamento (função sombreamento acionada em )



A rigor qualquer fonte de pontos coletadas no terreno podem ser usados, inclusive pontos GPS coletadas de forma não uniforme numa paisagem de forma regular ou aleatória... numa caminhada...

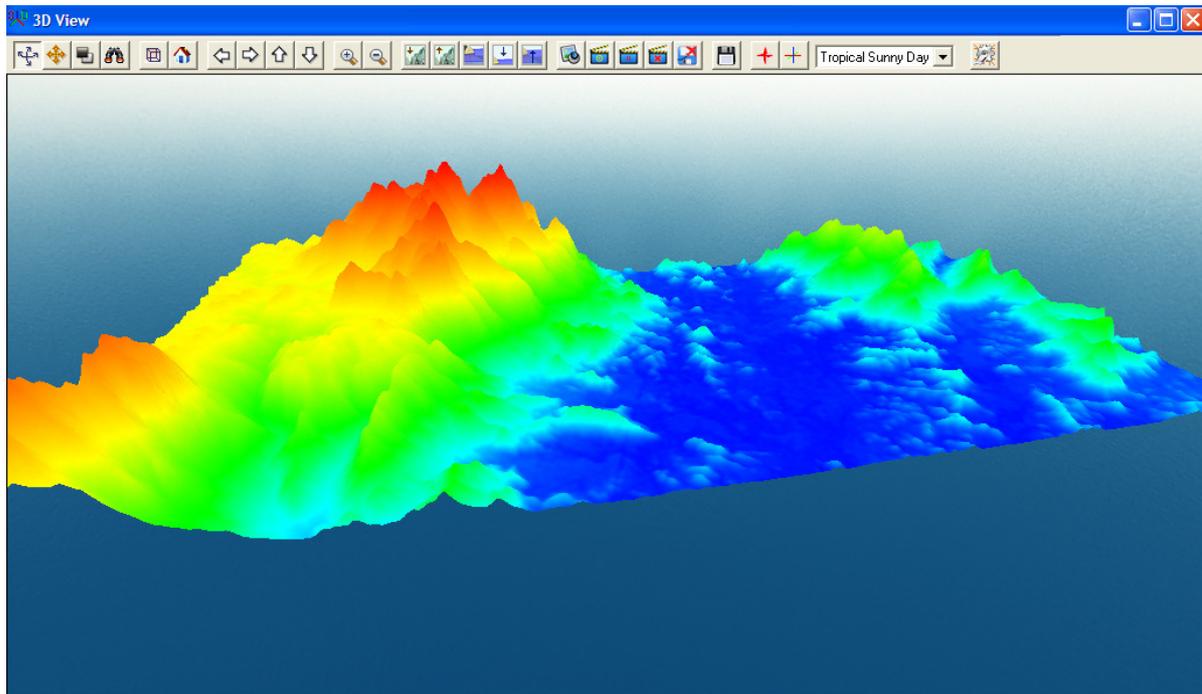
**Podemos aplicar diferente tipos de fatiamento ou escalas de cores na altimetria, se tratando de um dado raster (imagem) onde a visualização é função da altitude.**

- o **“Globe Shader”** aplica fatiamento de cores universal em todo o globo terrestre
- o **“Gradient Shader”** aplica um fatiamento em preto e branco, do ponto mais baixo ao mais alto.
- o **“Slope Shader”** aplica cores em função da declividade.
- um **“Custom shader”** , ou seja uma paleta de cores elaborada sob medida do usuário

### 3D View

Estando um dado de altimetria carregado, está automaticamente aberto o acesso a janela de visualização 3D pelo ícone  ”.

Nesta janela de visualização 3D, os comandos podem ser aplicados interativamente como mouse ou numericamente com o teclado...



Nesta janela, os comandos dispostos numa faixa no topo da tela como segue e temos em sequencia da esquerda para a direita as opções seguintes identificadas quando o Mouse se encontra em cima do ícone:



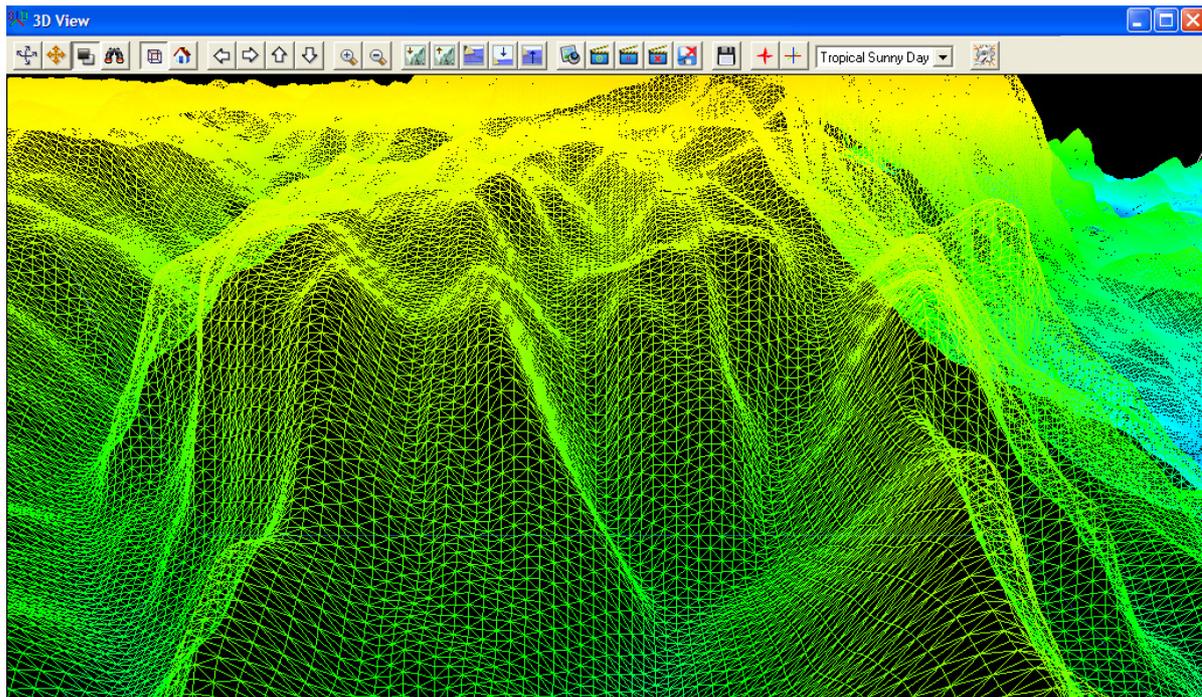
- “**rotate the view**” para fazer a paisagem pivotar sobre si mesma de forma a obter a perspectiva de sua escolha,

-“**move**” para fazer uma translação horizontal ou vertical na paisagem

-“**zoom**” para ampliar o reduzir, usando a roleta do mouse para ambas operações

-“**walk mode**” para sobrevoar sobre o modelo de altimetria a uma altitude constante que poderá ser definida

-“**wire frame view**” para ver altimetria como uma malha e não um plano contínuo



-“**default view**” para voltar a vista inicial

- 4 comandos de “**move**” ou movimentação em translação para esquerda e para direita, para cima e para baixo...

-“**zoom in**” e “**Zoom out**” para ampliar ou reduzir por um fator de 2 ,de forma automática, indicando o ponto central a respeitar...

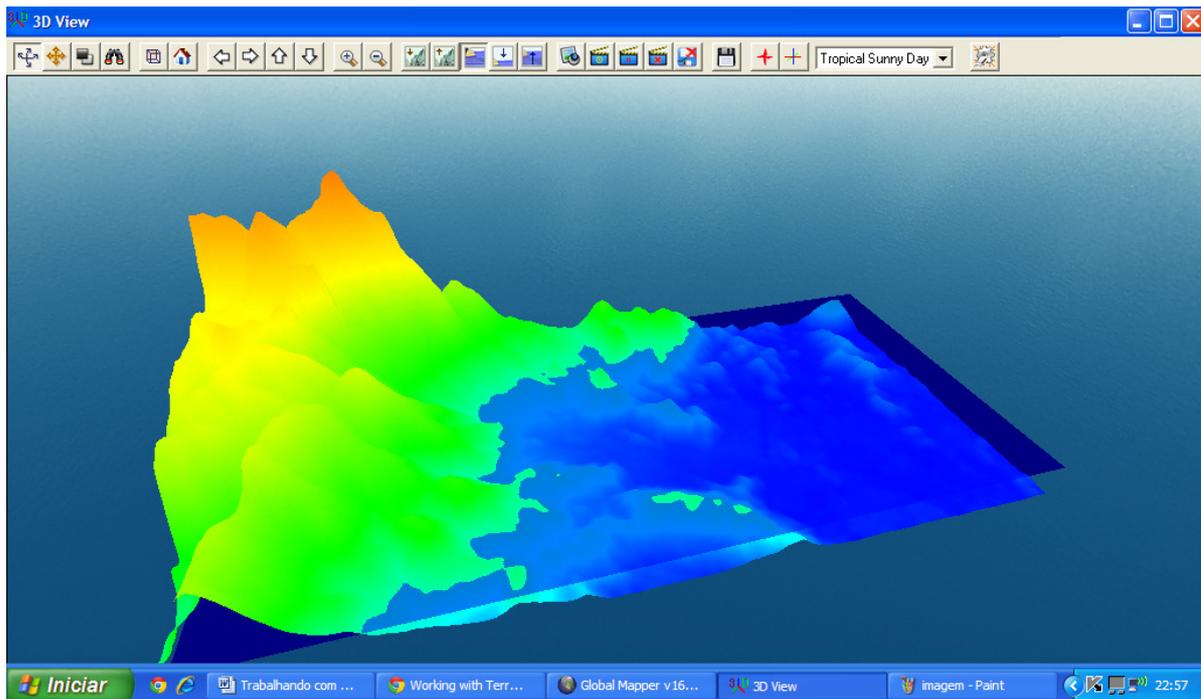
- “**suppress heigh**” para diminuir a exageração vertical

-“**emphazise heigh**” para aumentar a exageração vertical

-“**water level on/off**” para deixar aparente um nível teórico de água

-“**decrease water level**” para simular a descida de um nível de água teórico na paisagem

-“**increase watter level**” para simular a subida de um nível de água teórico na paisagem



- 5 comandos para a **realização de seqüências animadas de** sobrevôo que estudaremos a parte

-“**save image**” para salvar a imagem da tela para um arquivo

-“**show compass rose**” para mostrar um símbolo de orientação 3D



-“**show 3D axis**” para mostrar eixos 3 D no centro da tela

- o comando para acessar os comandos numéricos equivalentes aos citados acima, para maior precisão de trabalho quando necessário.

Draw the Terrain Surface (Uncheck to Just Show 3D Vector/Lidar Data)

Vertical exaggeration:

Background color:

Walk Mode Height:  meters above

**Water Display**

Display Water in the 3D View

Water Level:

Water Level Increment:

**3D Vector Display Options**

Display 3D Vector Features in Space Above/Below Terrain Surface  
Relation of Vector Data Elevations to Terrain:

Display Lidar Features

Extrude 3D Areas to Surface (Useful for Buildings)

Draw 3D Vector Features Reflected on Terrain Surface

Show 2D Map Cursor Location      2D Map Cursor Color:

Show Active GPS Track       Show Fly-Through Paths

Orientation Indicator:       Scale:

**3D View Resolution**

Select the dimensions of the terrain surface and the rendered texture to display in the 3D view. Larger values result in a more detailed display, but will take longer to render.

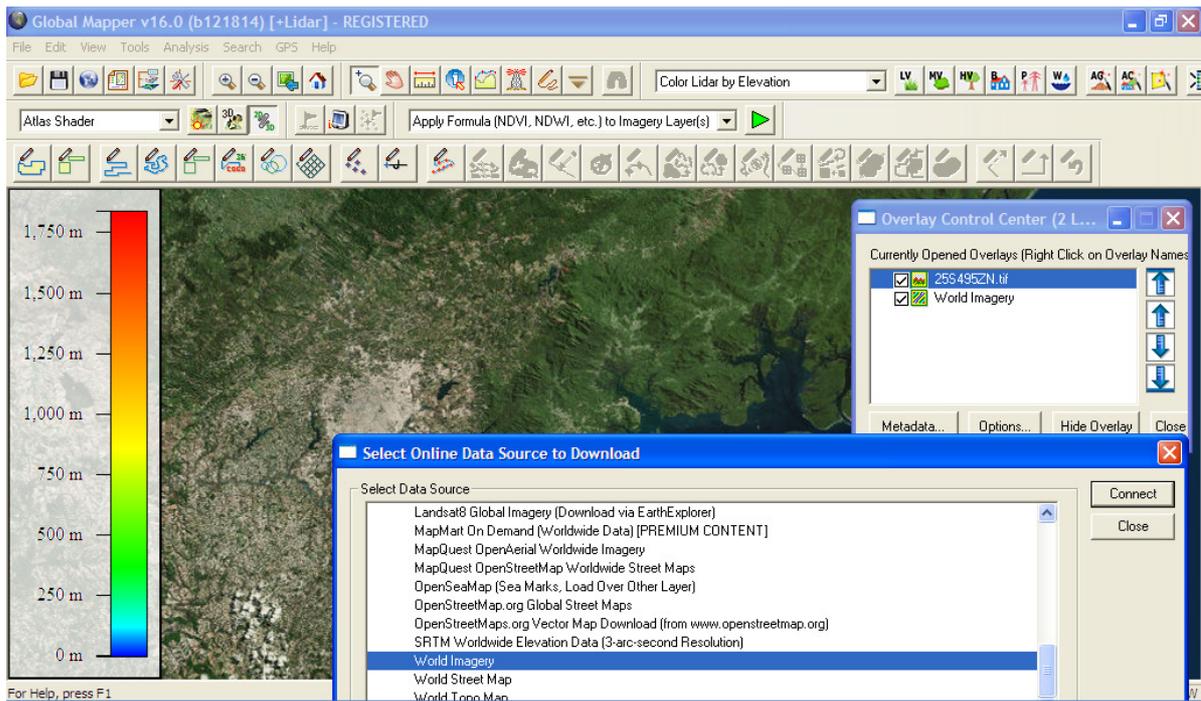
Terrain Surface:       Image:

**Onscreen Notifications**

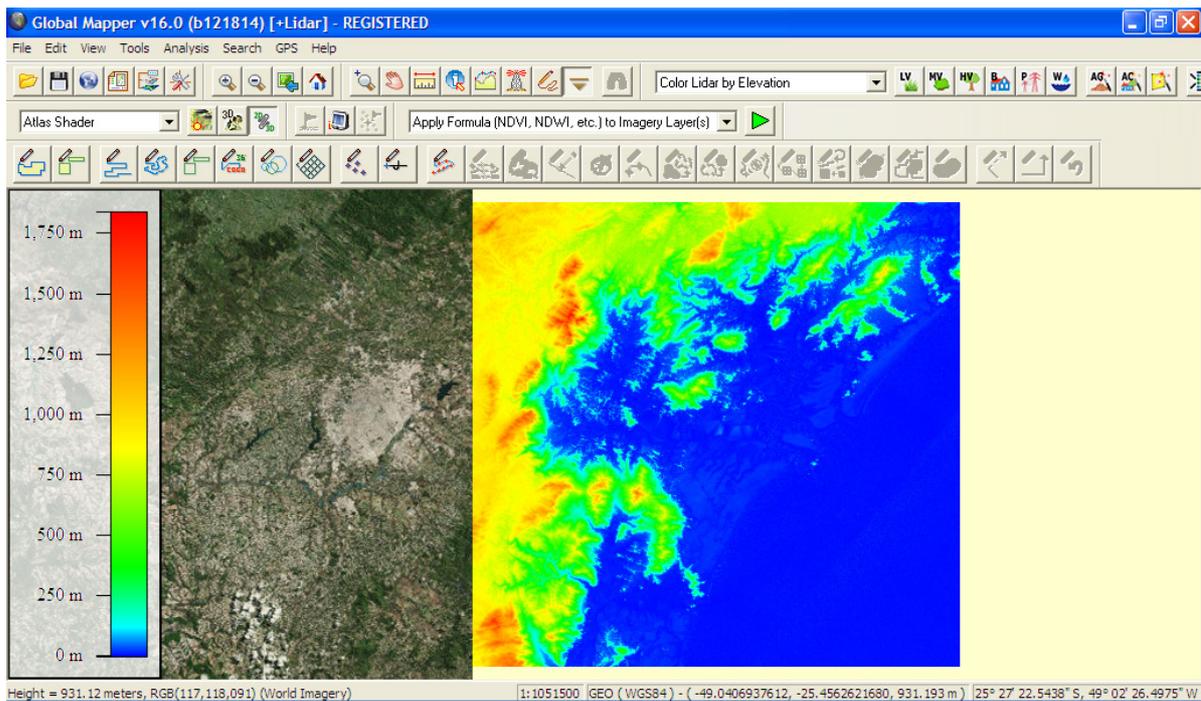
Display notifications      Notification text color:

Duration:  seconds      Position:

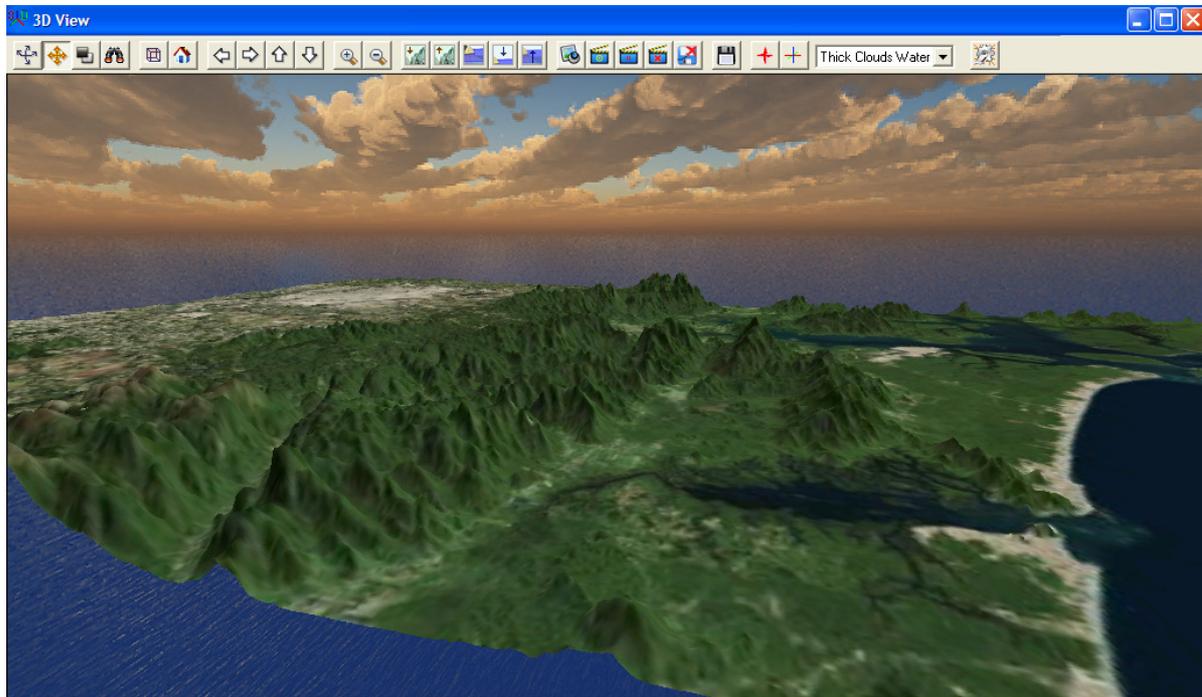
Finalmente, por cima da altimetria, posso carregar imagens de satélites ou fotos aéreas ou qualquer outra informação raster...



Tendo duas camadas raster sobrepostas, posso usar a ferramenta “image swipe tool” (  ) para fazer deslizar a imagem que está por cima descobrir o que há por baixo de uma imagem de referencia. Este movimento pode ser feito verticalmente ou horizontalmente.

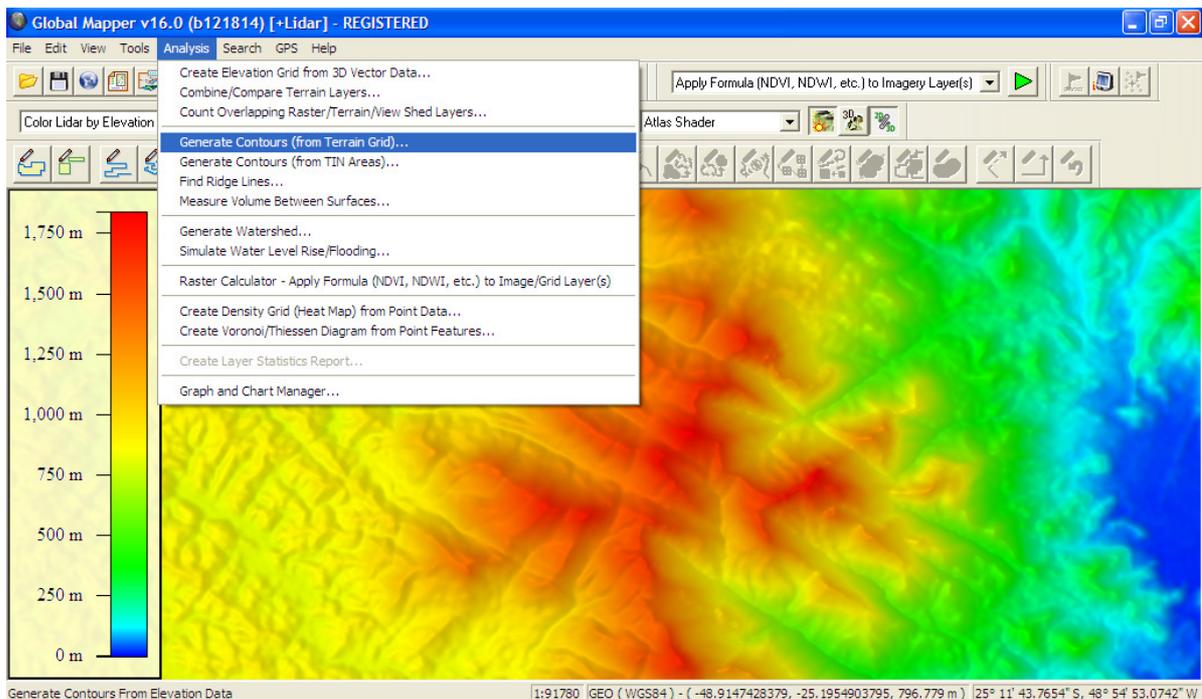


E podemos agora igualmente como foto aérea ou a imagem de satélite sobre o modelo numérico de terreno, visualizar a imagem em 3D na janela de visualização 3D.

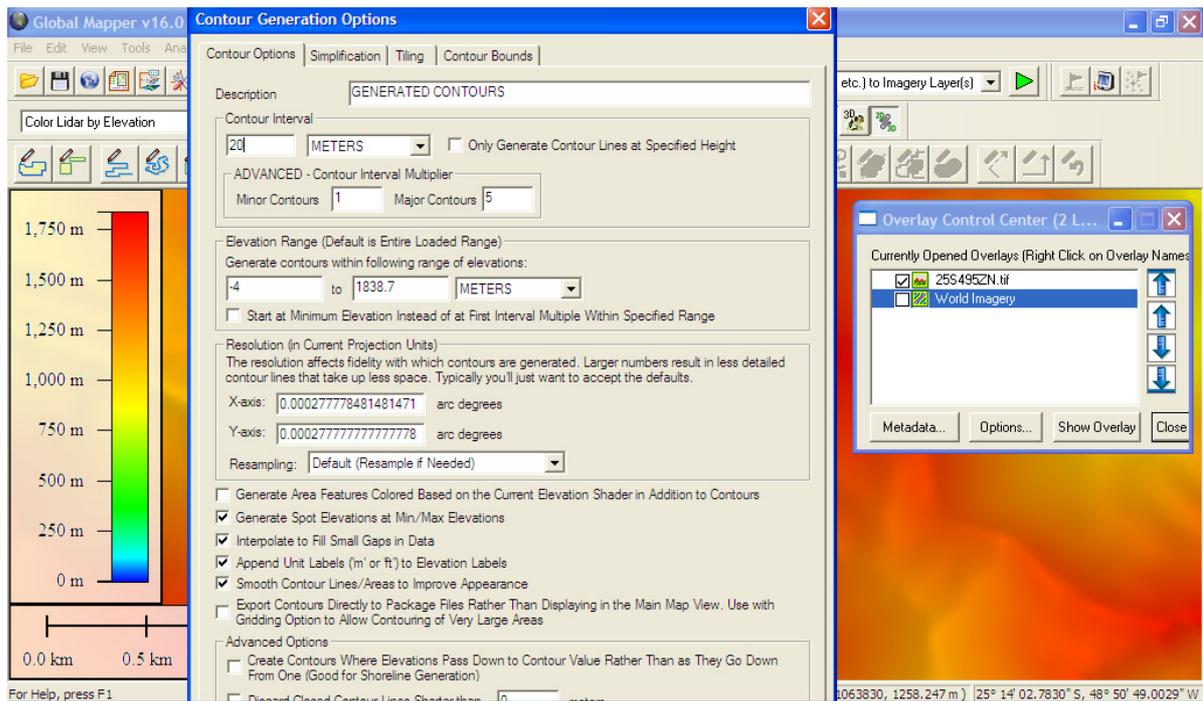


## Geração de Curvas de Nível

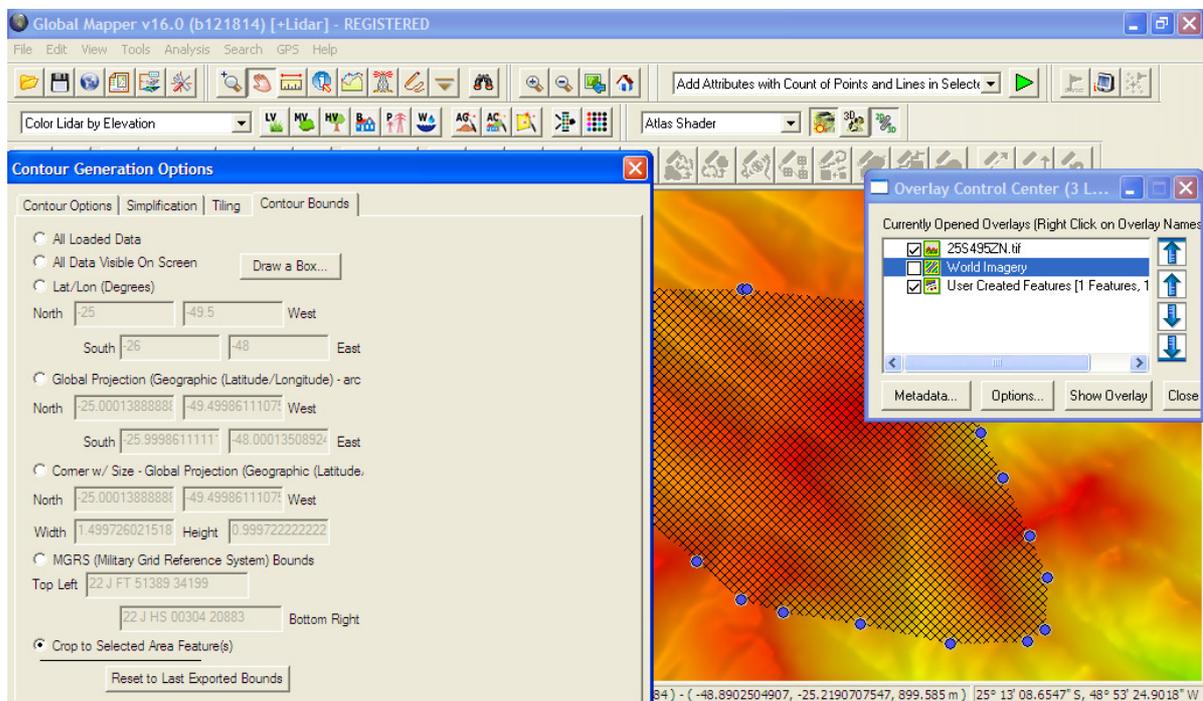
Estando carregado um modelo numérico de terreno, é possível gerar curvas de nível rapidamente e simplesmente com o Global Mapper.



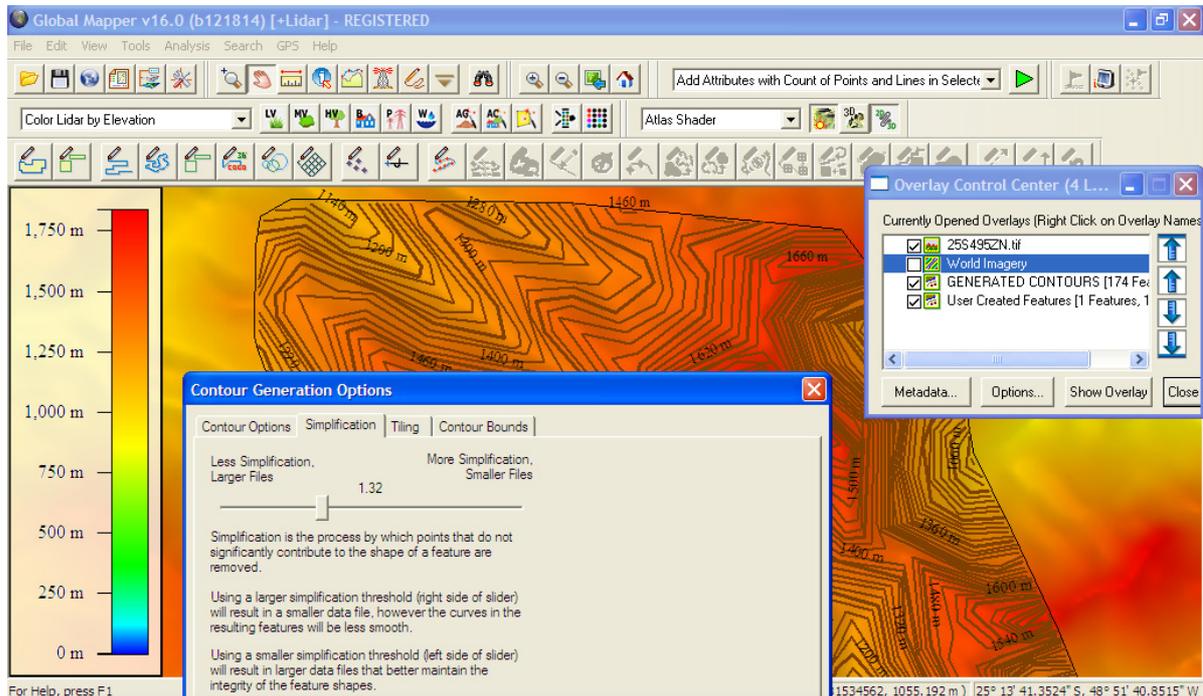
Usamos para isto o menu “Analysis/Generate Contours (from terrain grid)...”



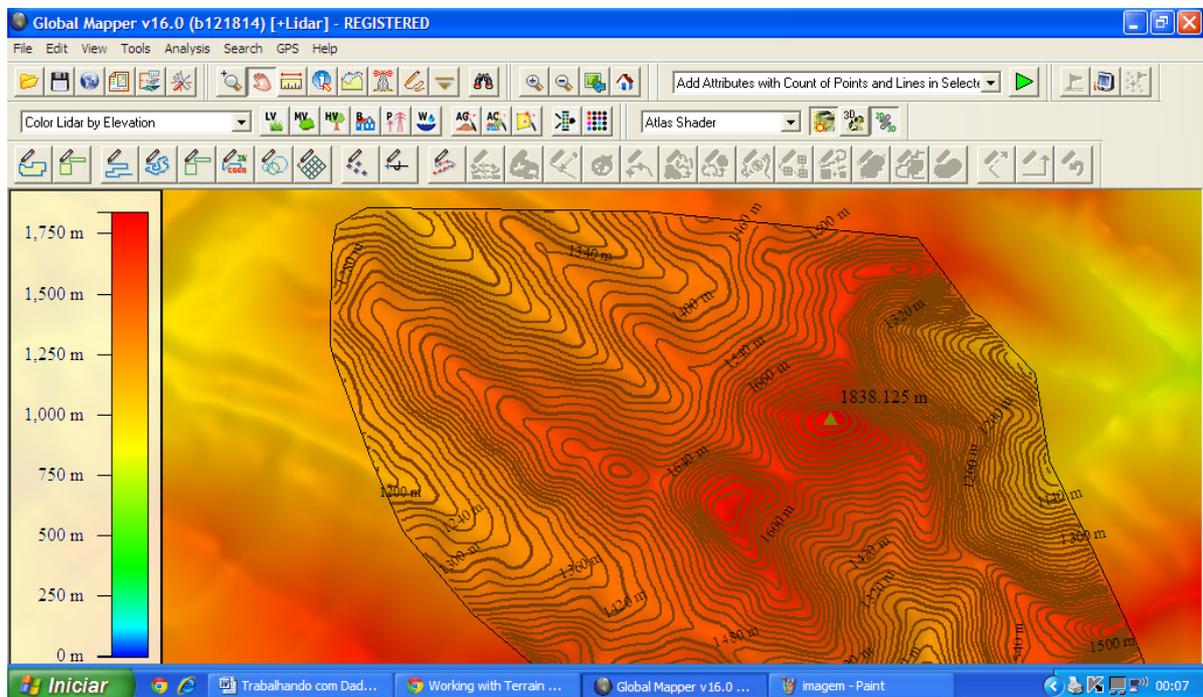
Podemos definir o dado completo, a tela visível ou um polígono de interesse para realizar o processamento... na aba “contour bounds”



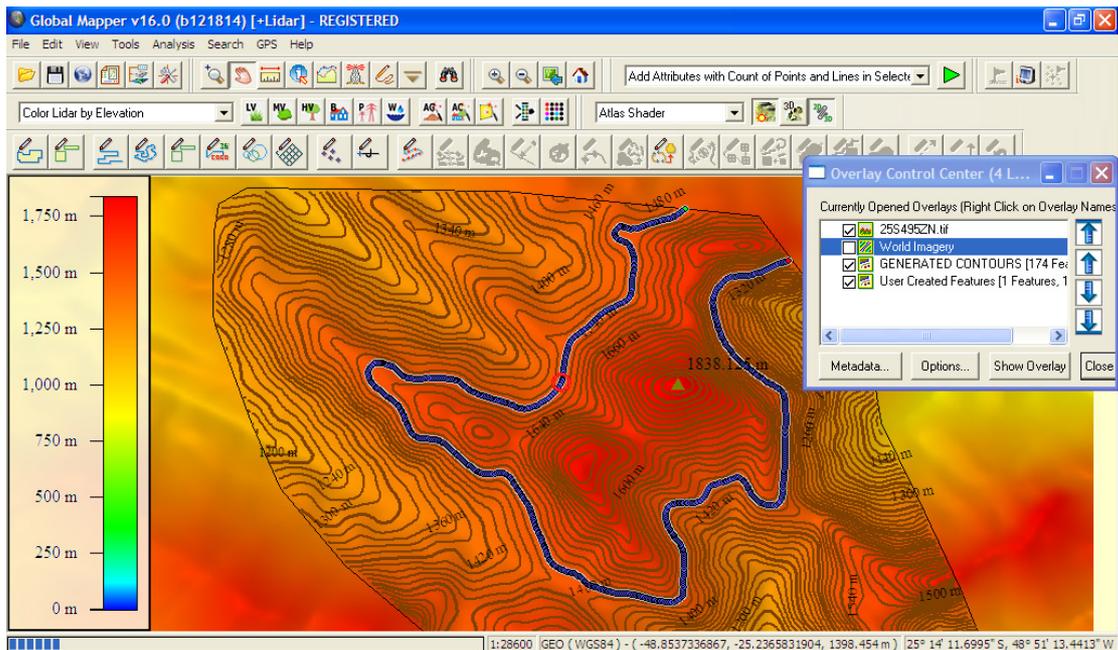
É possível especificar um grau de simplificação das curvas de nível, o que gera resultados graficamente diferentes.



As curvas são geradas dentro da área de interesse, neste caso com o nível mínimo de simplificação...

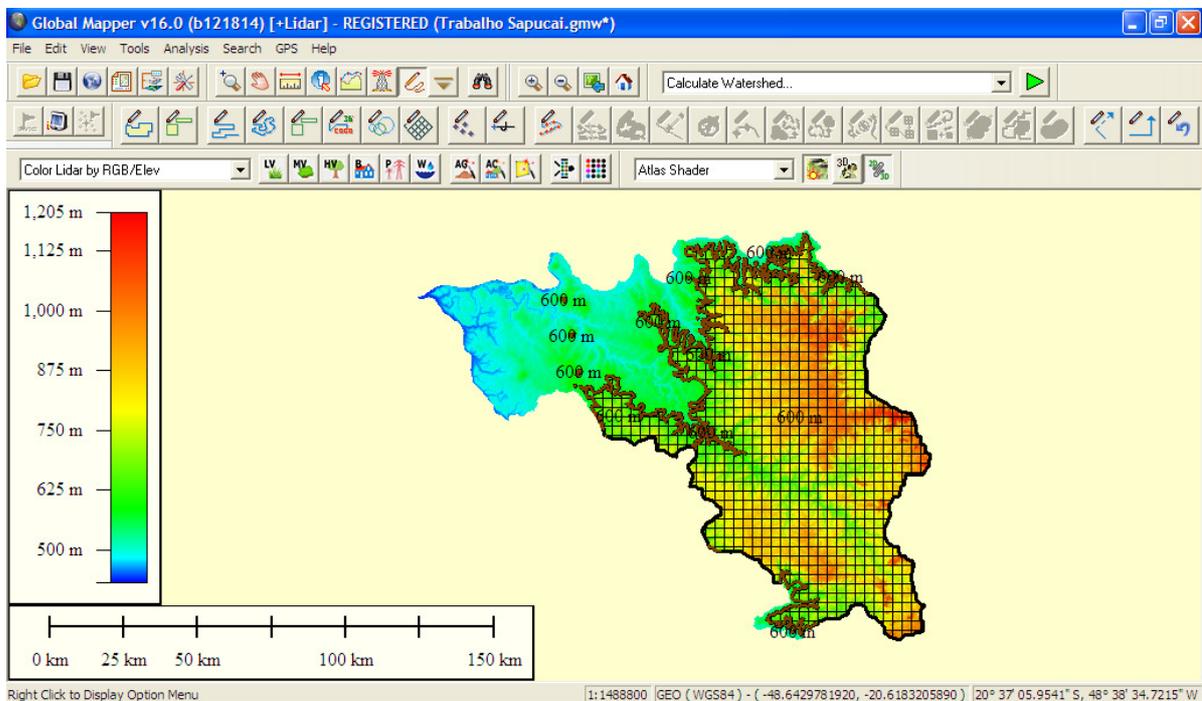


As curvas de nível assim geradas são feições vetoriais que podem ser selecionadas, editadas, exportadas, etc... usando a **Ferramenta Digitalizadora** e as funções por ele ativadas, a gosto do usuário, como qualquer feição vetorial, e exportada para qualquer formato vetorial ( shape file, dxf, dwg, etc...).



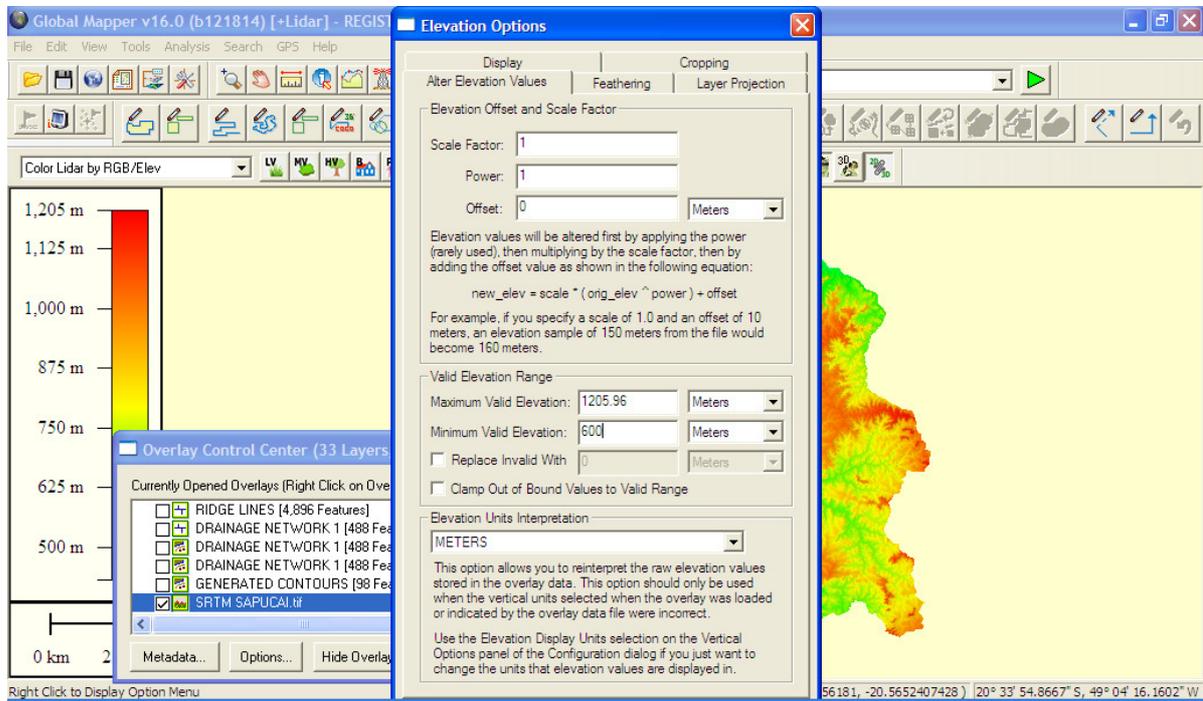
**Podemos isolar uma área da paisagem com altimetria superior a um valor escolhido pelo cliente.**

Usamos o mesmo menu de geração de curvas de níveis, solicitando geração de curva de nível numa única altitude, e solicitamos a geração de polígonos. No caso, buscamos selecionar as áreas com altimetria superior a 600 m. O resultado aqui corresponde a área quadriculada.

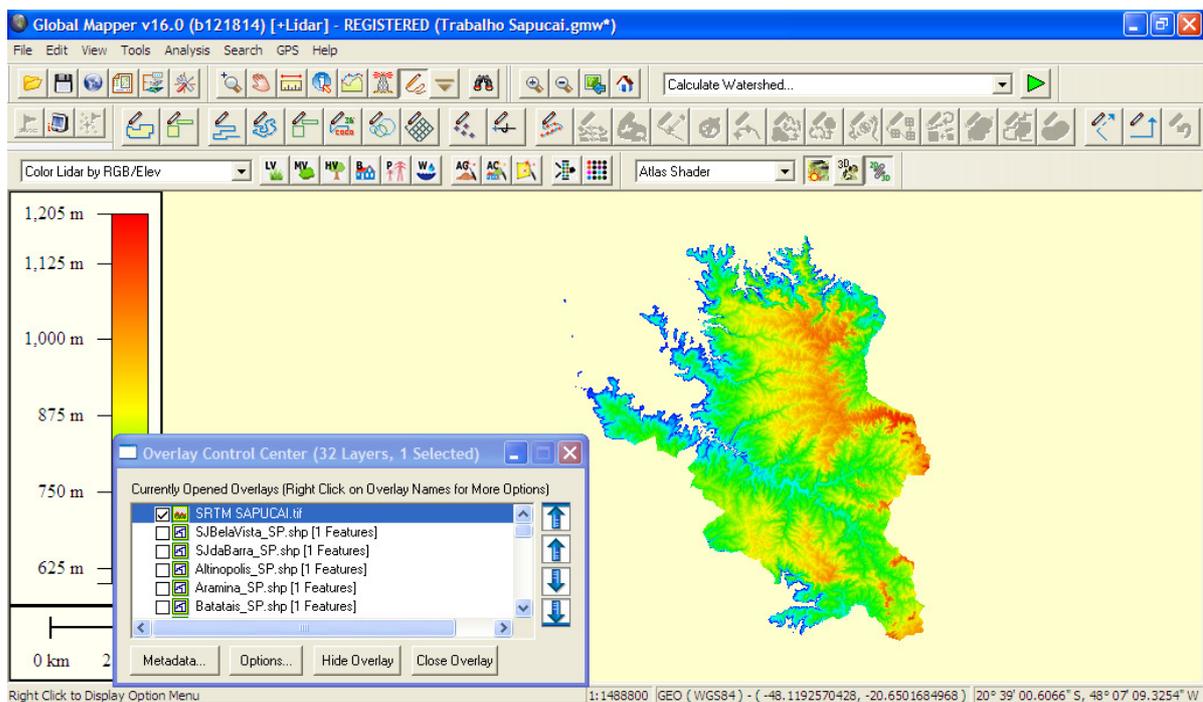


Ou pelo menu Options, especificando a altitude média a ser substituída por valor 0

## Especificações

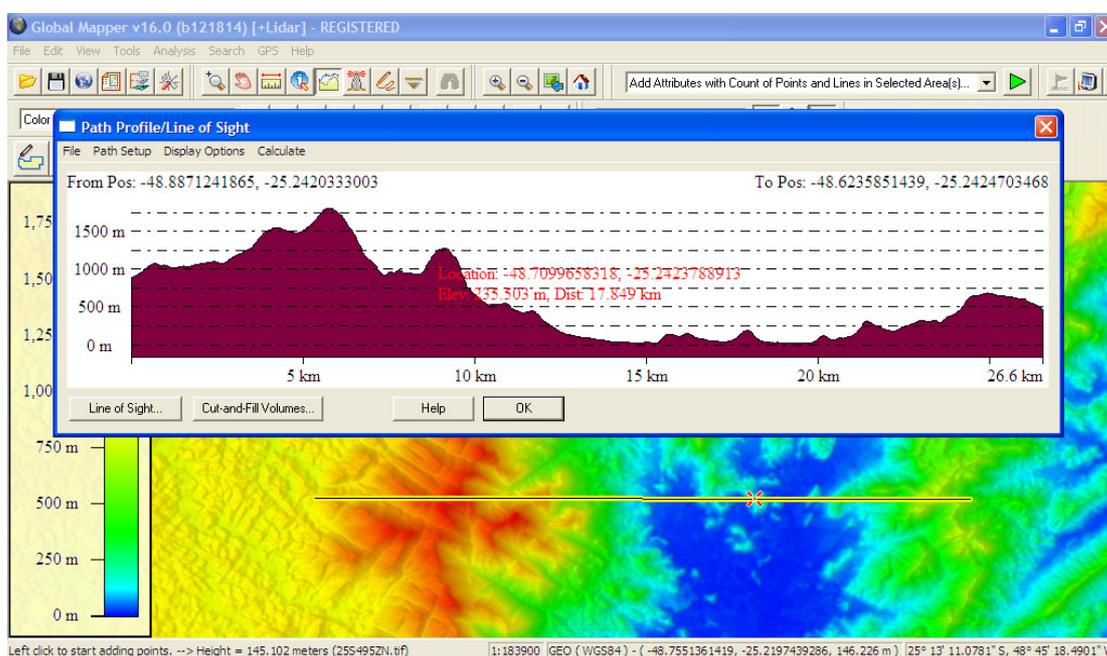


## Resultado:

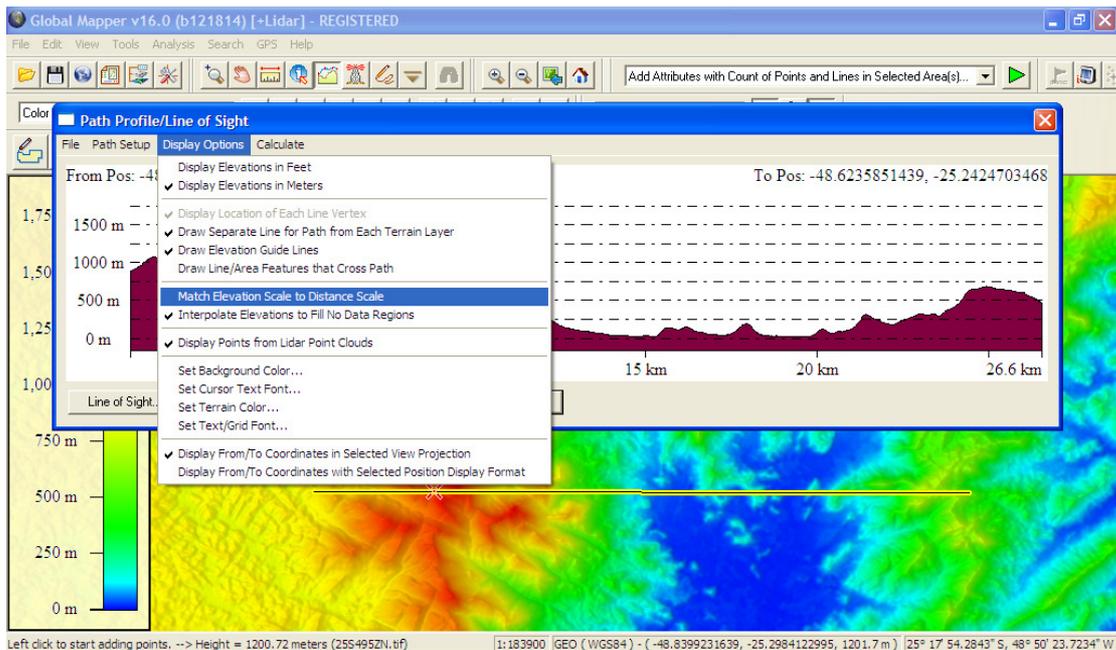


## Análise de perfil

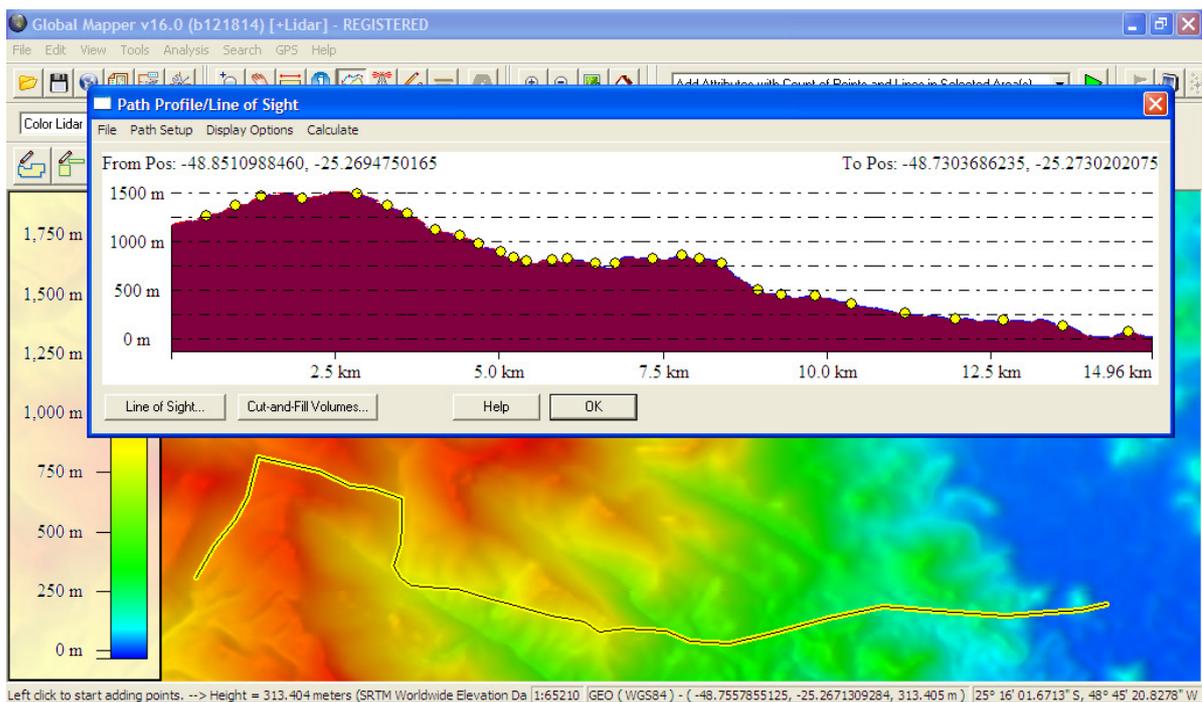
Esta funcionalidade é muito antiga no GLOBAL MAPPER mais vem sendo constantemente aprimorada. Ele é ativada pelo ícone . Selecionamos com o mouse o ponto inicial e final da linha de perfil a ser analisada ( Início com botão esquerdo e final com o o botão direito do mouse) . Elaboramos primeiro um perfil com somente um único segmento para simplificar, embora seja possível fazer a análise com um perfil composto de vários segmentos em sequência e não alinhados... O aplicativo cria automaticamente o perfil ao longo da linha desenhada.



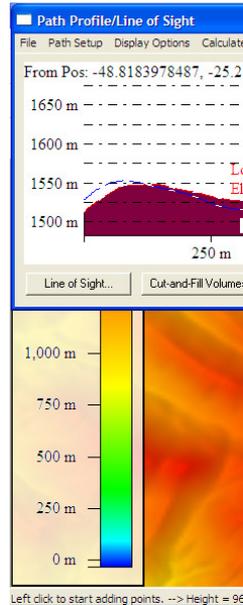
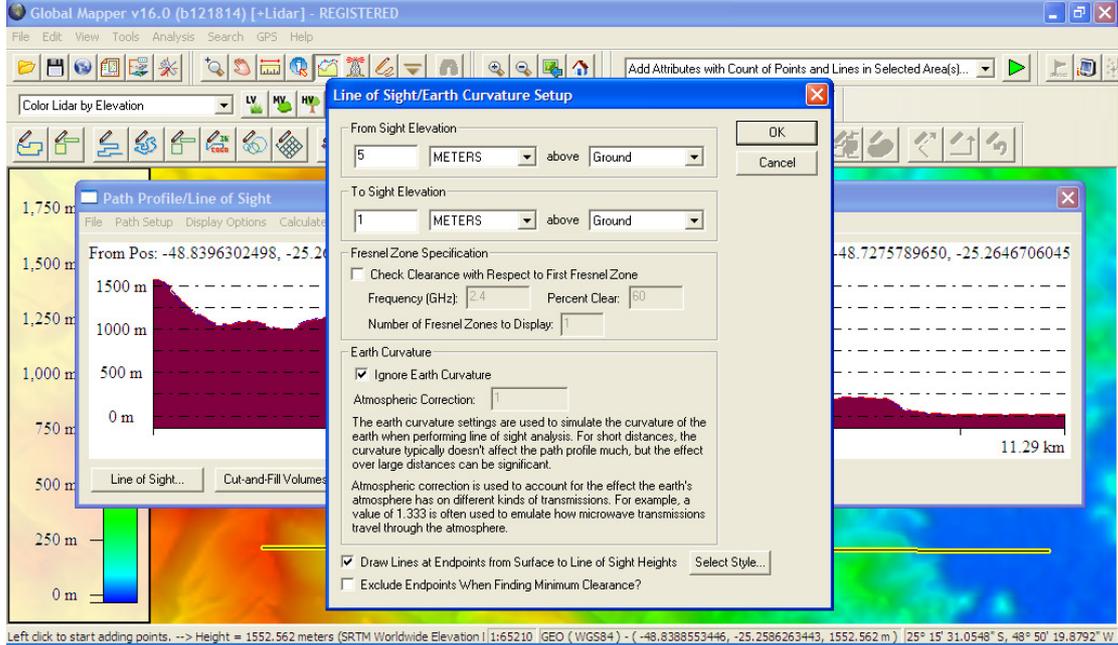
É importante notar que neste gráfico de perfil a escala vertical e horizontal não são iguais. Geralmente, sempre há exageração da escala vertical, mais esta pode ser ajustada no menu **Display Options** seguinte, junto com vários outros parâmetros gráficos usados pelo aplicativo para realizar esta funcionalidade.



O estudo de perfil pode ser feito em segmentos múltiplos sequencias desenhados pelo mouse com vários toques no botão esquerdo.

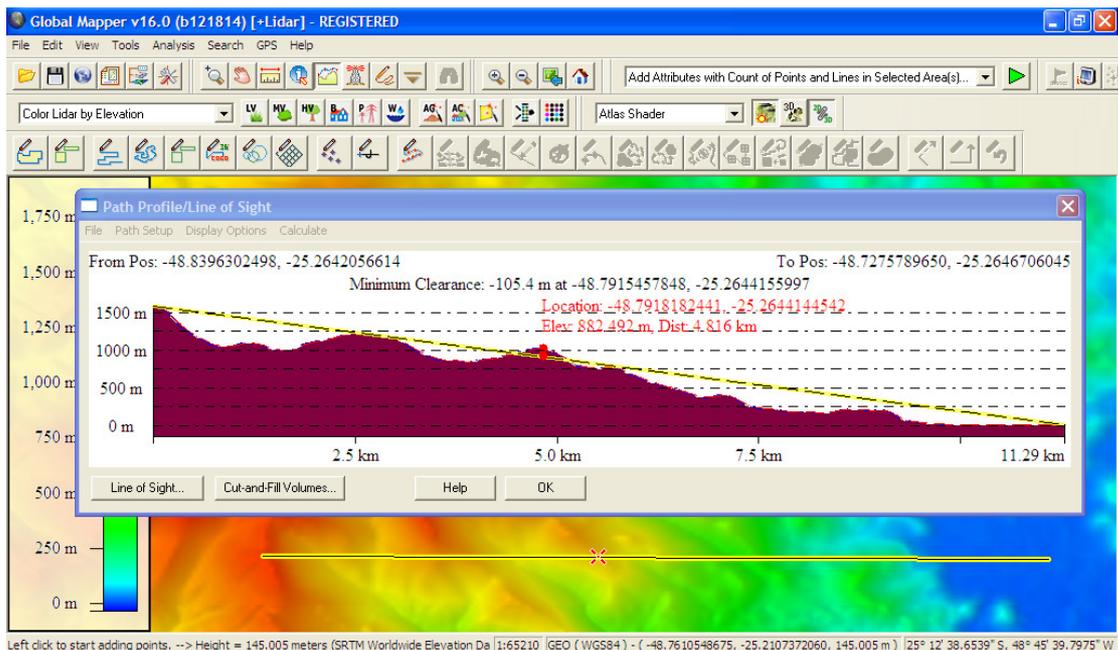


Esta ferramenta **possibilita igualmente comparar o perfil de 2 modelos de altimetria no mesmo perfil quando carregados simultaneamente em dois layers diferentes...** No caso presente carregamos o SRTM com 3 Arcos de segundo de resolução (90 m) e o TOPODATA de 1 Arco de segundo de resolução (30 m) de resolução: eles apresentam altimetrias diferente...Confira ! Neste exemplo, são 96 m de diferença de altimetria ! Na opção display, a função **“Draw Separate Line for Path from Each Terrain Layer”** tem que estar ativada para realizar esta análise...



## Linha de visibilidade

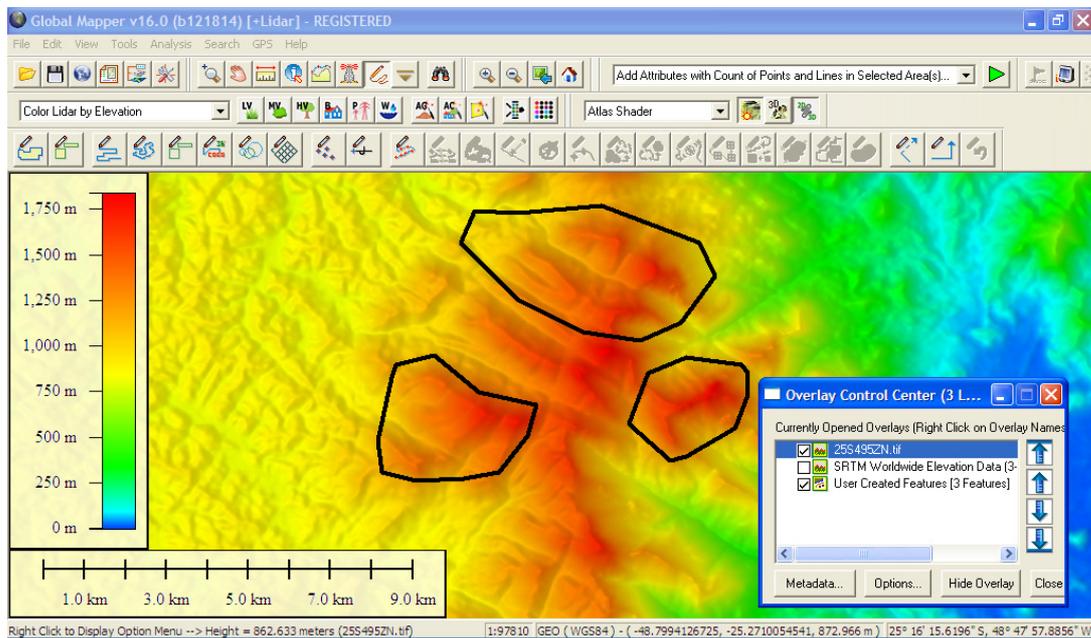
Para realizar um estudo de visibilidade entre dois pontos, **havendo desenhado um segmento único**, clicar na opção **“Line of Sight ...”** considerando que a análise se fará a partir do ponto inicial até o ponto final da linha desenhada para servir de perfil no início da manipulação... Podemos indicar a altitude a considerar acima do nível do chão no início e no final da linha, caso a pessoa esteja em cima de uma torre, ou não... ou simplesmente em pé.... E o resultado: Sim, há obstrução de visibilidade no local indicado pelo aplicativo !



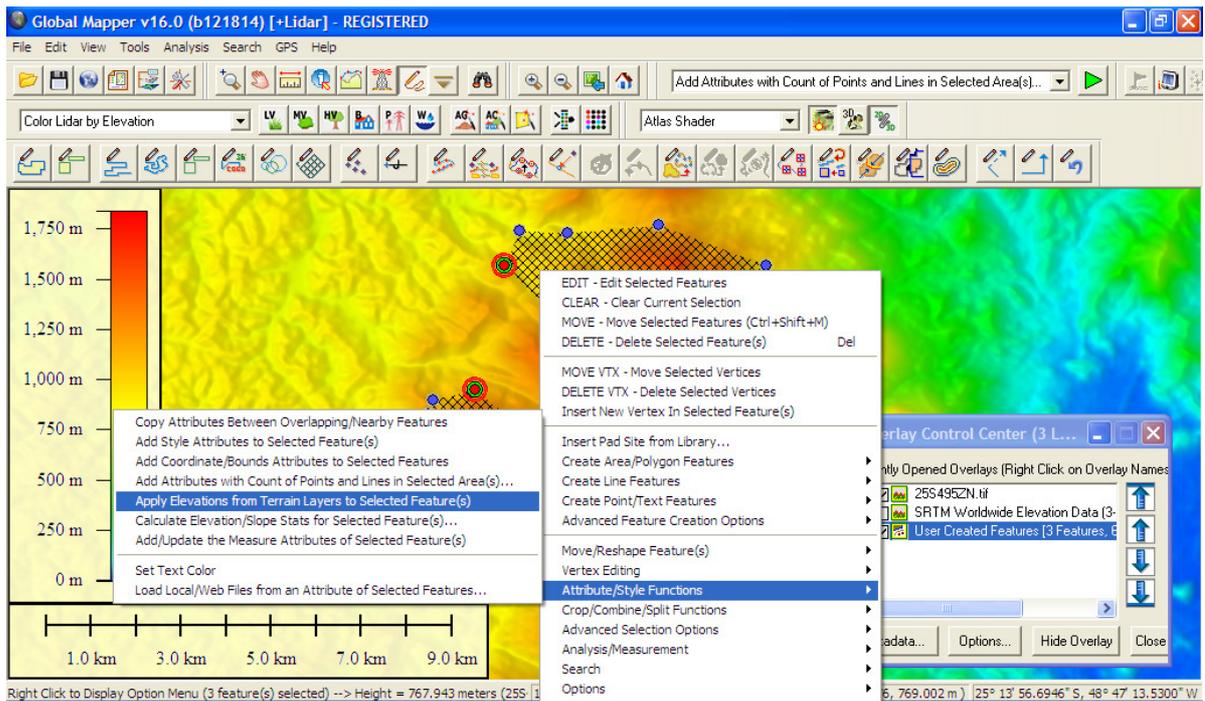
## Analise de intervisibilidade

A análise de visibilidade pode ser realizada não somente em linha mais em 360 graus ao redor de um ponto de interesse... Veja a seguir como. Podemos inclusive aperfeiçoar este estudo escolhendo automaticamente na paisagem vários pontos altos ( valores máximos de altimetria) e fazer um estudo de visibilidade múltiplo e comparativo... em vez de realizar um estudo único...

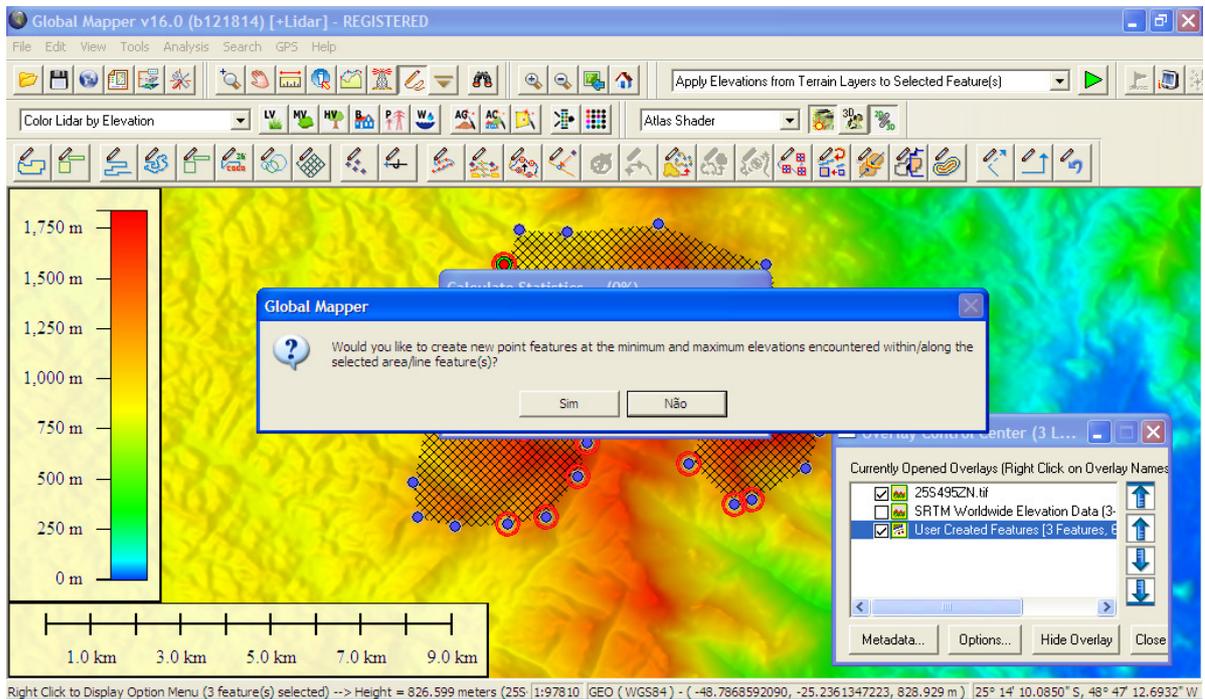
Começamos para isto por desenhar em cada uma das regiões de interesse um polígono grosseiro que indica onde quero localizar o ponto de máxima elevação para ser designado como ponto de estudo para o estudo de intervisibilidade em cada área...



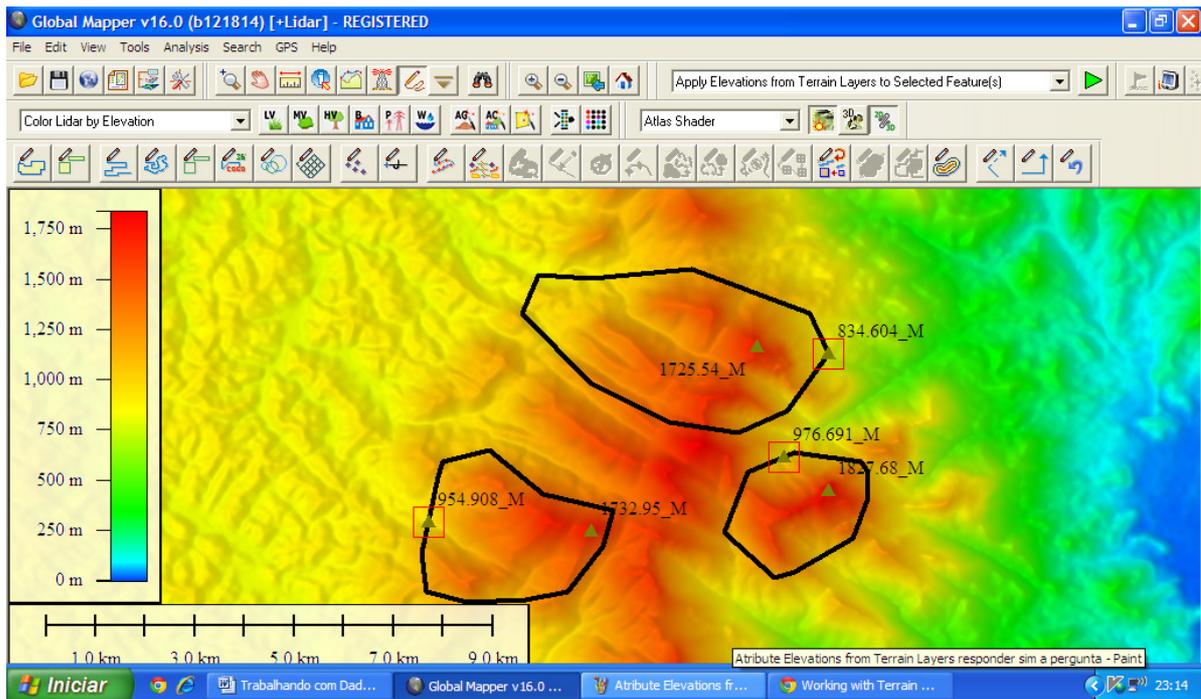
Selecionamos com a Ferramenta digitalizadora os 3 polígonos e com o botão direito do mouse, iniciando com a opção **“Attribute/Style Functions”** procuramos identificar automaticamente os pontos culminantes em cada um deles com a sequência de comandos demonstrados abaixo



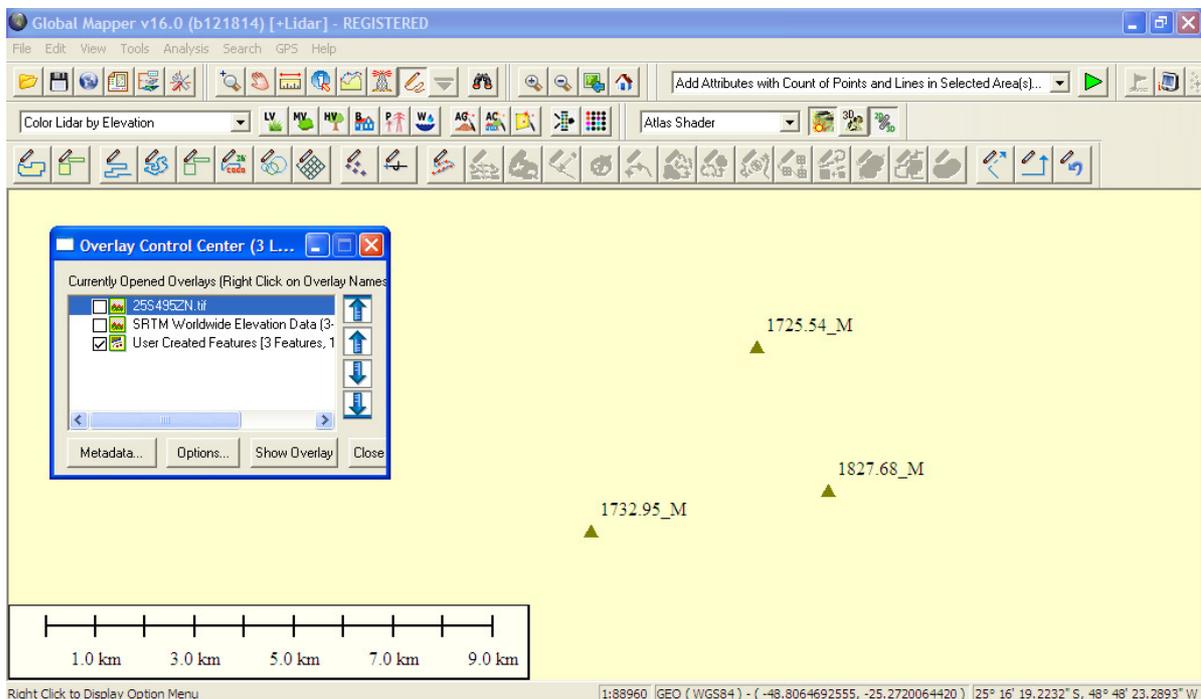
**O resultado é como segue, com os máximos e mínimos de valores de altimetria identificados em cada polígono, não sem antes ter respondido sim a perunta para esta identificação... :**



Veja a tela final do processamento: já podemos seleccionar e apagar os mínimos de altimetria que não usaremos...



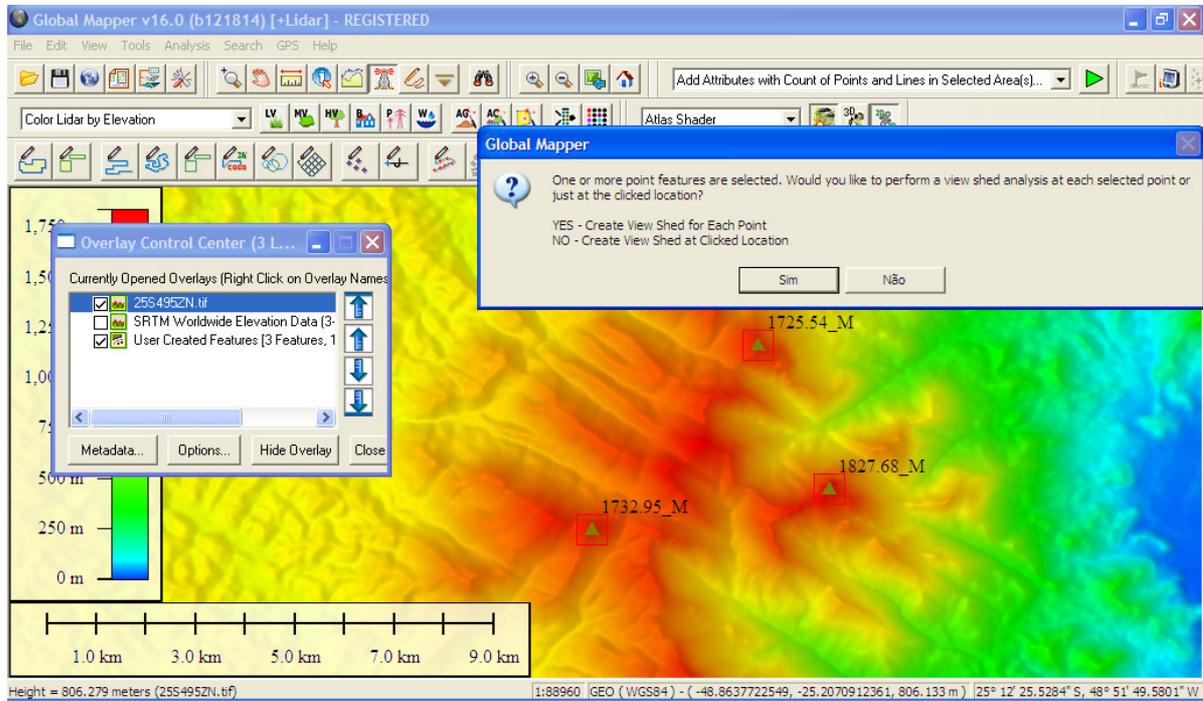
E apagamos os 3 polígonos igualmente pois não nos servirão mais... Se desativamos temporariamente a camada de altimetria, teremos a localização dos 3 pontos para fazer a análise de intervisibilidade múltipla e simultânea... ( a partir dos 3 pontos).



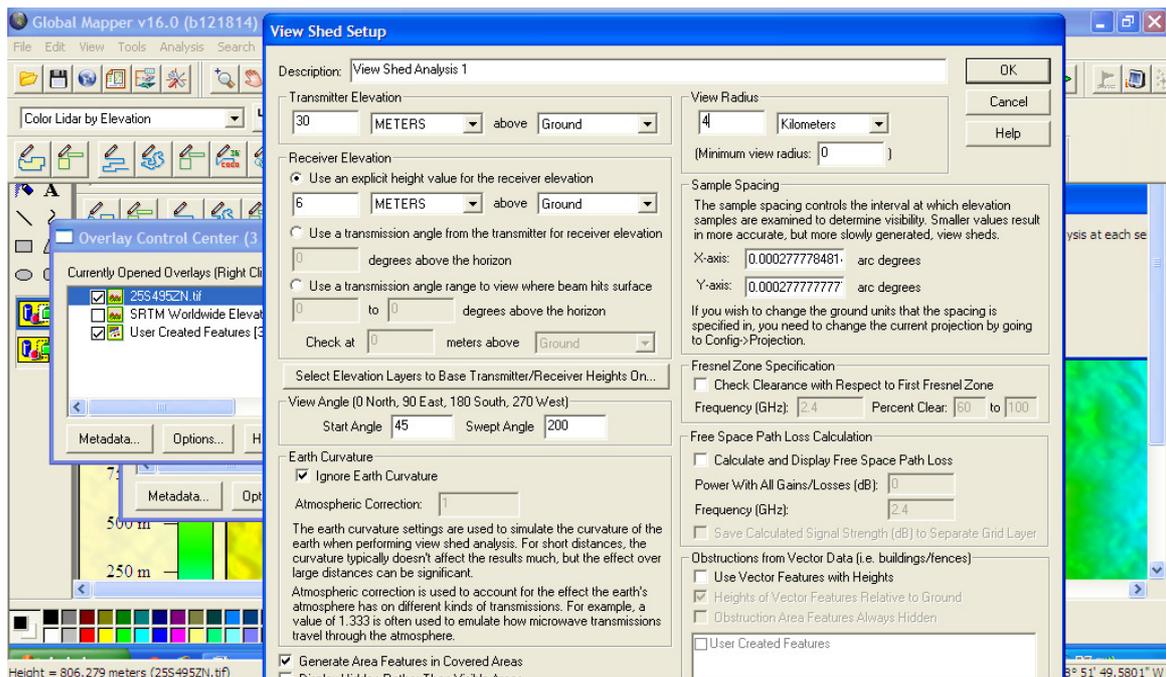
Selecionamos estes 3 pontos com a ferramenta digitalizadora para iniciar a análise de intervisibilidade.

Logo depois selecionados no menu “Tools” ou na barra de ferramentas a opção

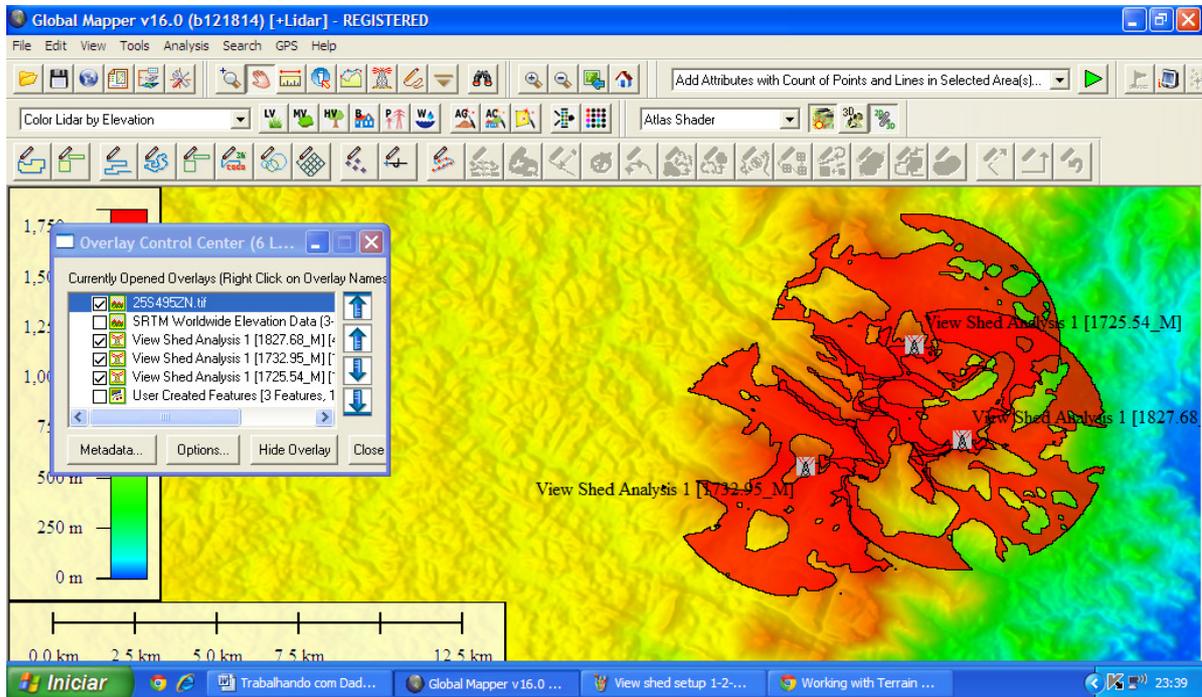
View Shed “” e clicamos em qualquer parte da paisagem para o software perguntar se queremos iniciar a análise com o ponto designado neste instante ou os 3 pontos selecionados, resposta a qual responderemos sim pois este é o nosso propósito inicial...



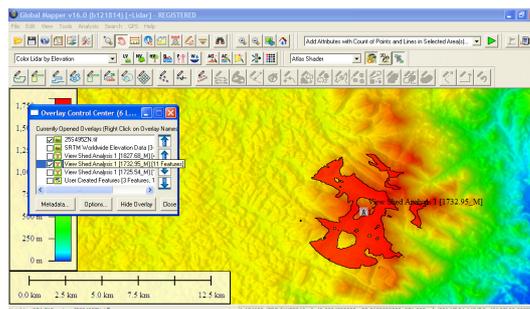
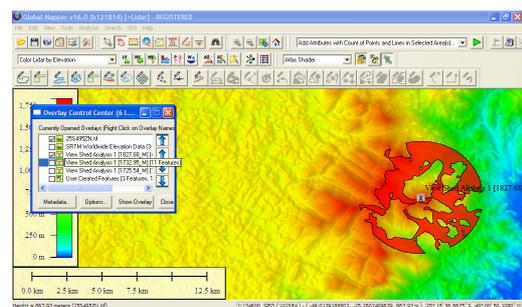
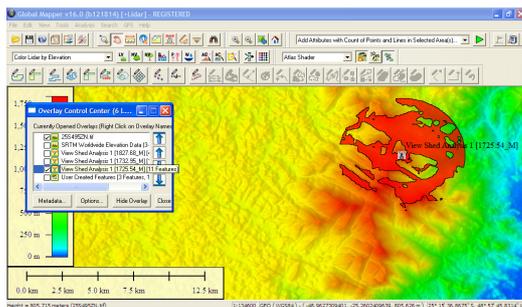
Teremos que especificar as condições técnicas de análise na janela seguinte que se aplicará da mesma forma para os três pontos analisados.



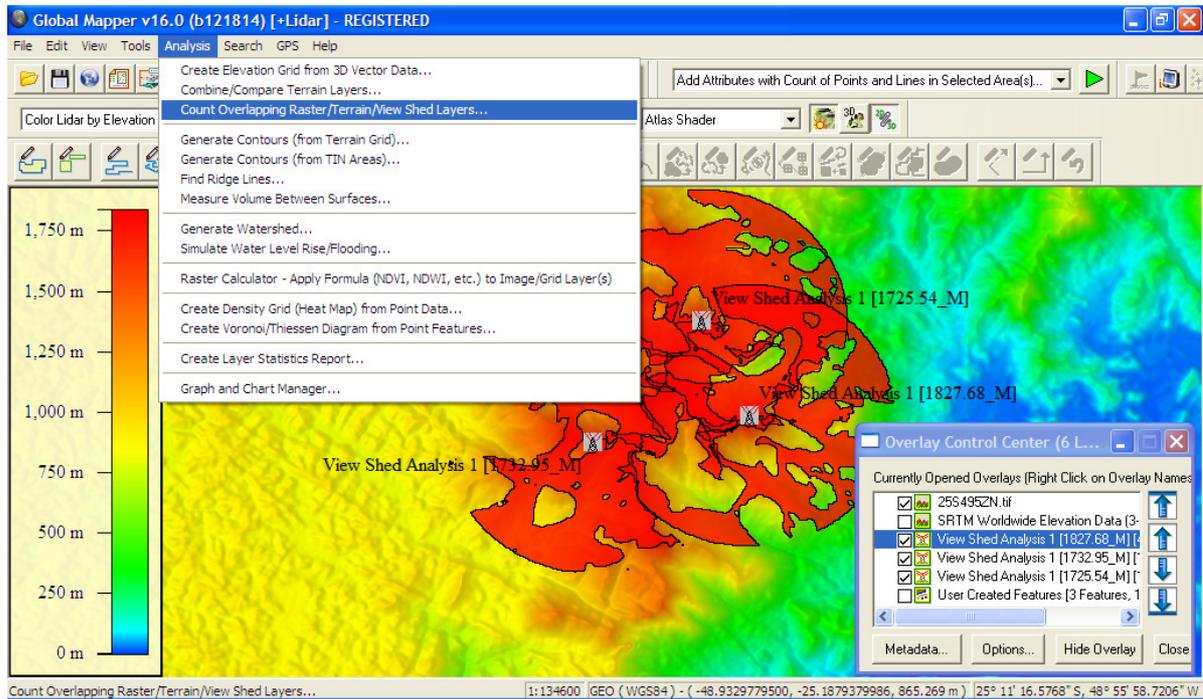
O resultado mostra então as áreas recobertas por cada estudo a partir de cada pontos de altimetria máxima selecionado inicialmente... Obviamente há qalgum tipo de sobreposição entre eles ... que vamos analisar igualmente....



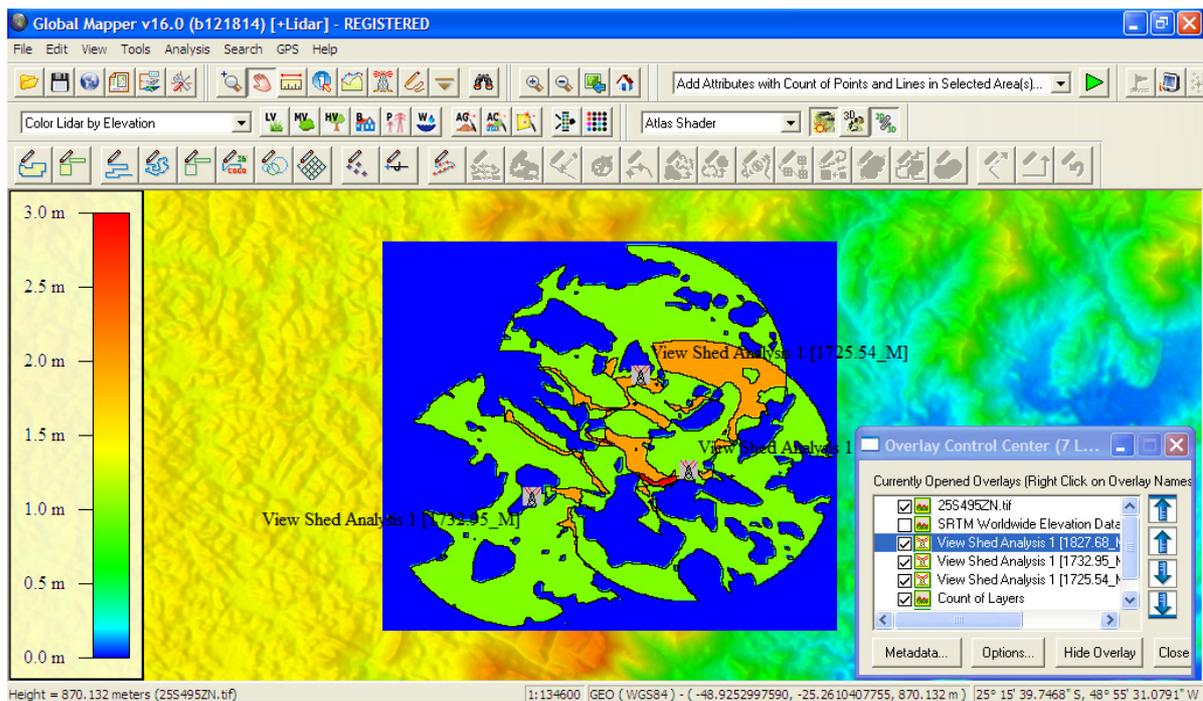
A primeira interpretação a fazer é que o que está em vermelho são as áreas visíveis de algum destes 3 pontos iniciais. Os círculos de visibilidade podem ser vistos individualmente como segue :



Temos uma ferramenta para analisar isto melhor no menu “ Analysis” como segue,na opção “ Count Overlapping Raster/Terrain/View Shed Layers...”



A análise feita rende o seguinte resultado com a legenda da barra colorida ao lado mostrando onde temos áreas recobertas por no mínimo 1 único círculo de visibilidade resultante em verde, 2 círculos de visibilidade em laranja, 3 círculos de visibilidade em vermelho. O que não tem visibilidade nenhuma está em azul...



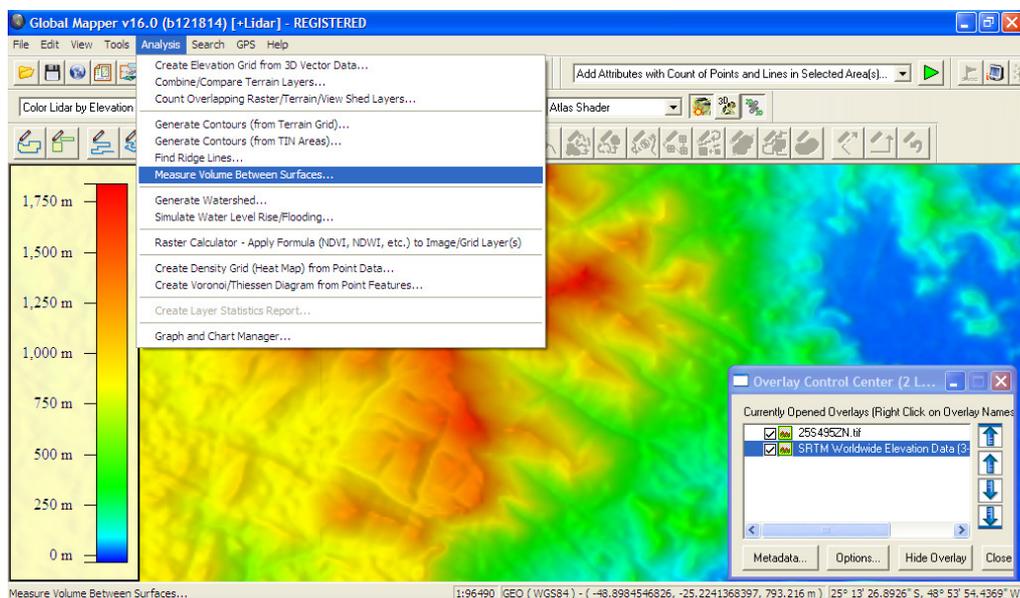
Estas análises são muito interessantes para estudos de telecomunicação, torres e observação, ... entre outras. Os polígonos assim gerados pela análise são feições vetoriais e podem ser exportadas em qualquer formato vetorial e usadas como qualquer feição vetorial pelo usuário.

## Cálculo de Volume

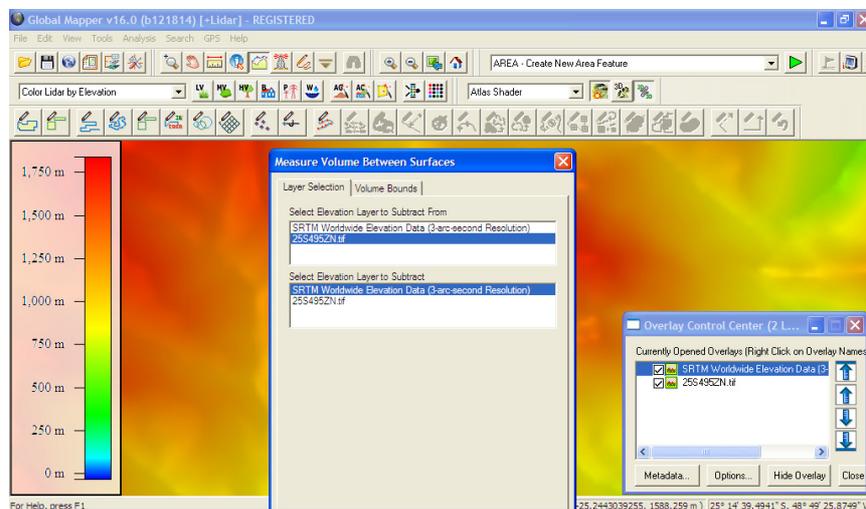
Vamos explorar 3 modos diferentes de calcular volumes no Global Mapper a partir da comparação de diferentes camadas de altimetria para um mesmo local.

### 1) Cálculo de diferença entre 2 camadas de altimetria para um mesmo local

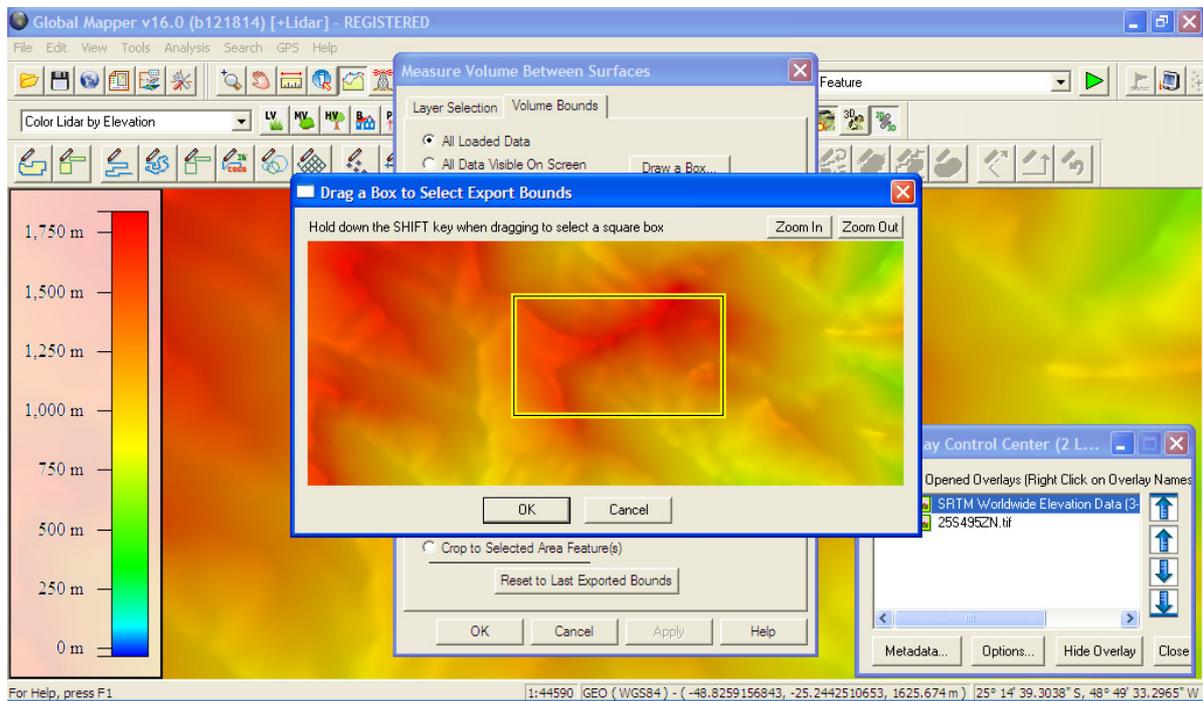
O comando a ser usado neste caso está em “**Analysis / measure Volumes between Surfaces**”:



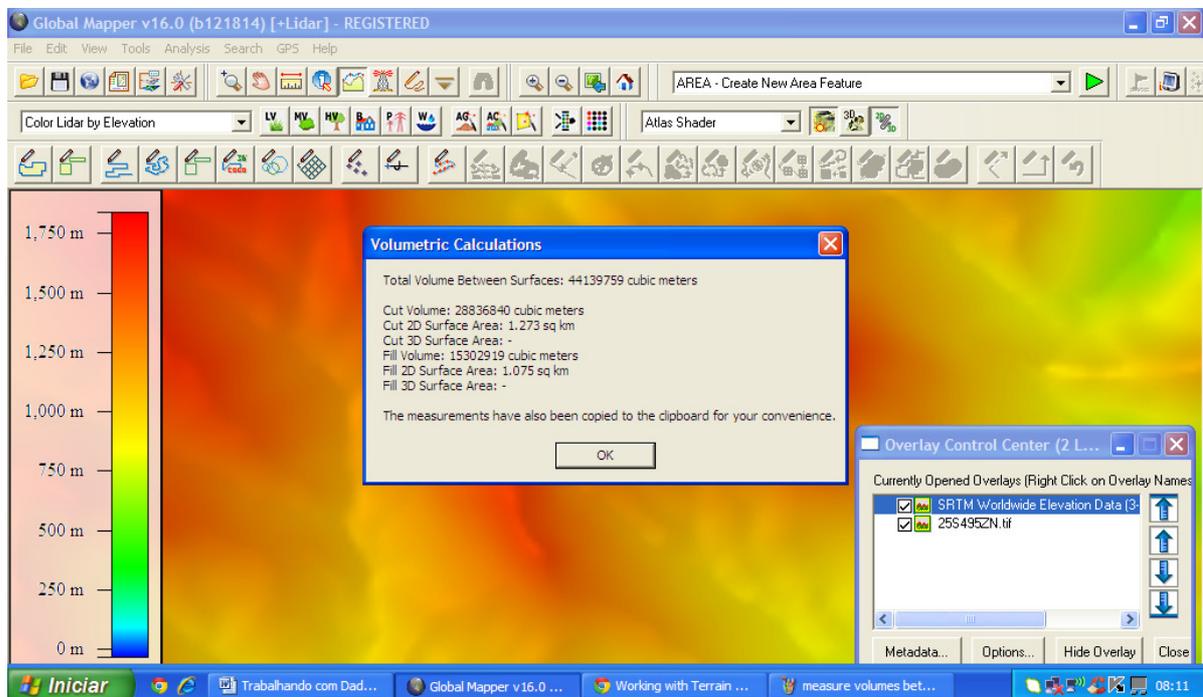
Selecionados os dois layers a serem comparados, indicando aquele que será considerado como referência e aquele que será usado para aplicar a subtração



e podemos também selecionar a área na qual se aplicará o cálculo comparativo (área visível da tela, ou coordenadas específicas ou limites desenhados ou “caixa” a informar no momento...)



O resultado dos cálculos aparece na próxima janela



E pode ser copiado para o Espaço de trabalho e depois para um relatório.

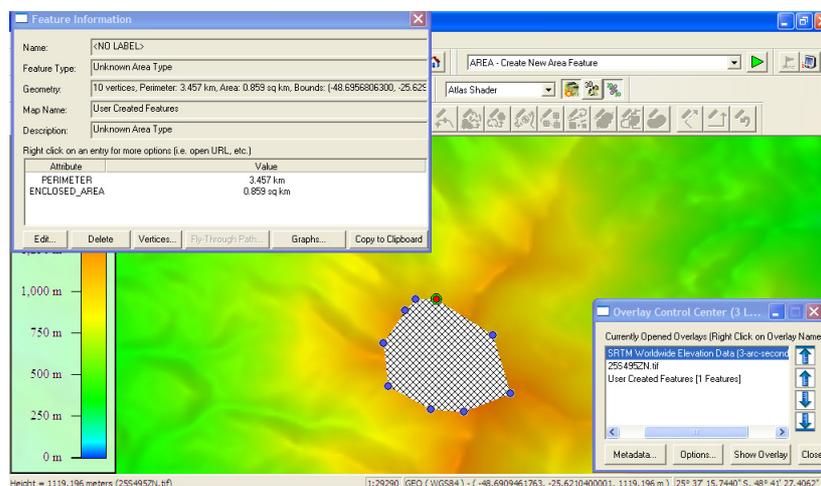
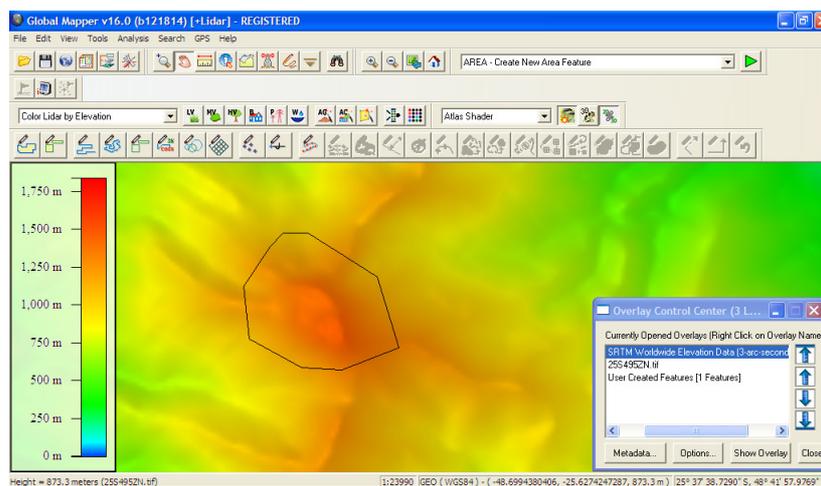
**Total Volume Between Surfaces: 44139758 cubic meters**  
**Cut Volume: 28836840 cubic meters**  
**Cut 2D Surface Area: 1.273 sq km**  
**Cut 3D Surface Area: -**  
**Fill Volume: 15302918 cubic meters**  
**Fill 2D Surface Area: 1.075 sq km**  
**Fill 3D Surface Area: -**

Isto por exemplo pode servir na hora de usar um dado LiDAR, no qual se calcula de um lado o Modelo Numérico de Terreno, e por outro lado o Modelo Numérico de Superfície e com estas duas informações , **derivamos o volume de biomassa existente na área de interesse !**

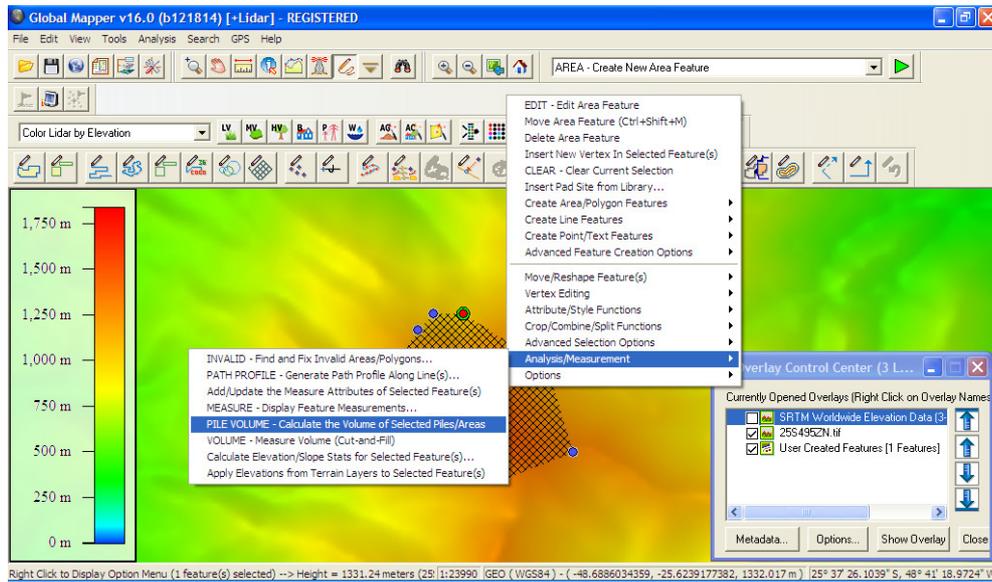
## **2) Calculo de Volume de pilha de material ou e uma parte de relevo saliente**

Para este procedimento, basta termos uma camada de altimetria sobre a qual se aplicará o cálculo. Desenhamos a área a ser avaliada, os limites externos

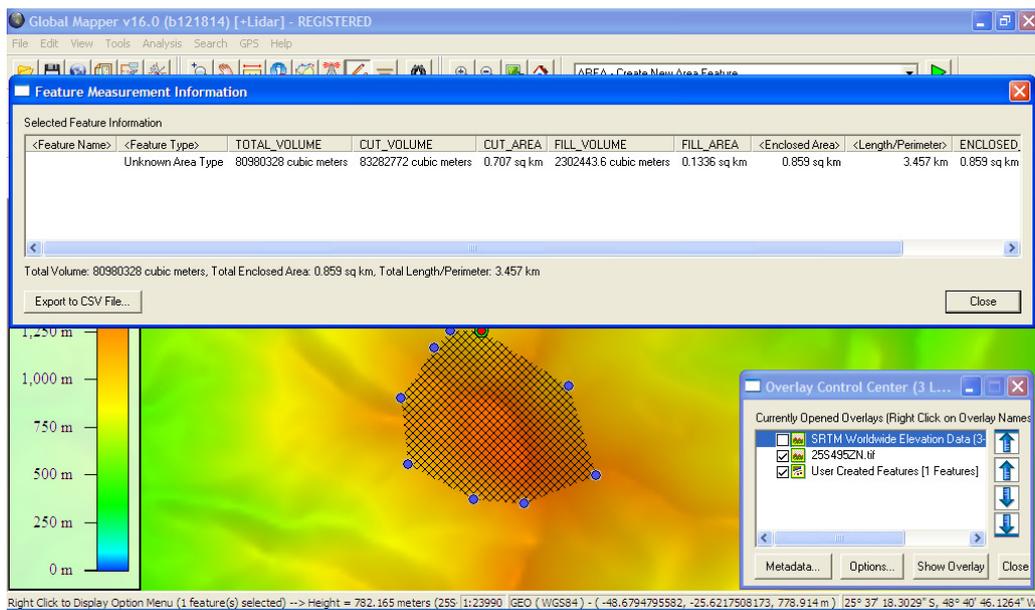
servirão de base de referência para o cálculo



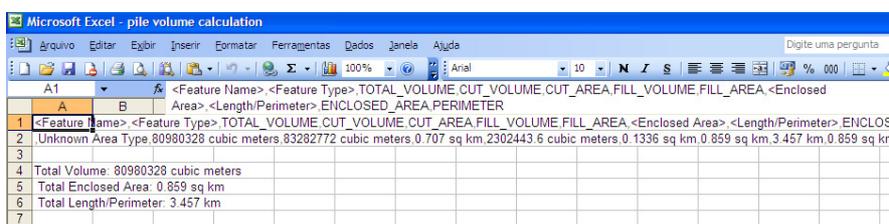
Com o polígono selecionado, acionamos pelo botão direito os comandos seguintes: “ Analysis Measurements / Pile Volumes”



O resultado aparece logo em seguida numa nova janela:

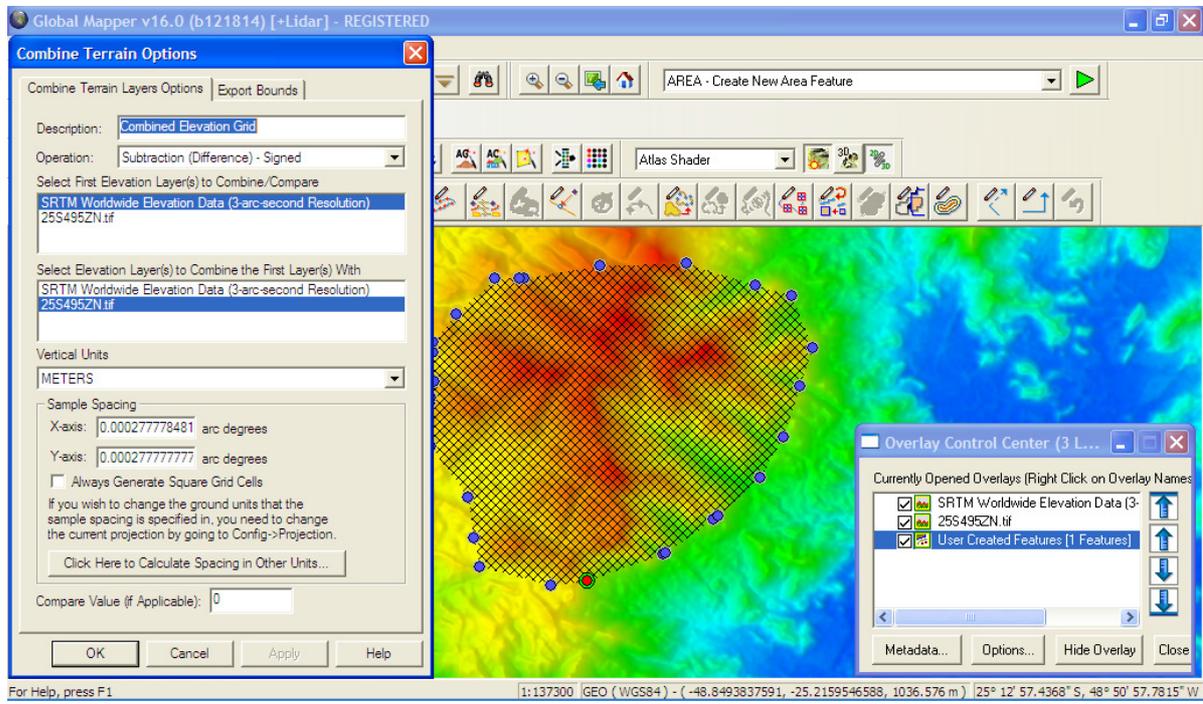


Nesta versão mais recente (16) do aplicativo, o plano de referência é calculado a partir de todos os pontos do polígono indicado para o cálculo, enquanto que anteriormente, somente eram considerados os vértices. O resultado pode ser exportado para um arquivo .csv.

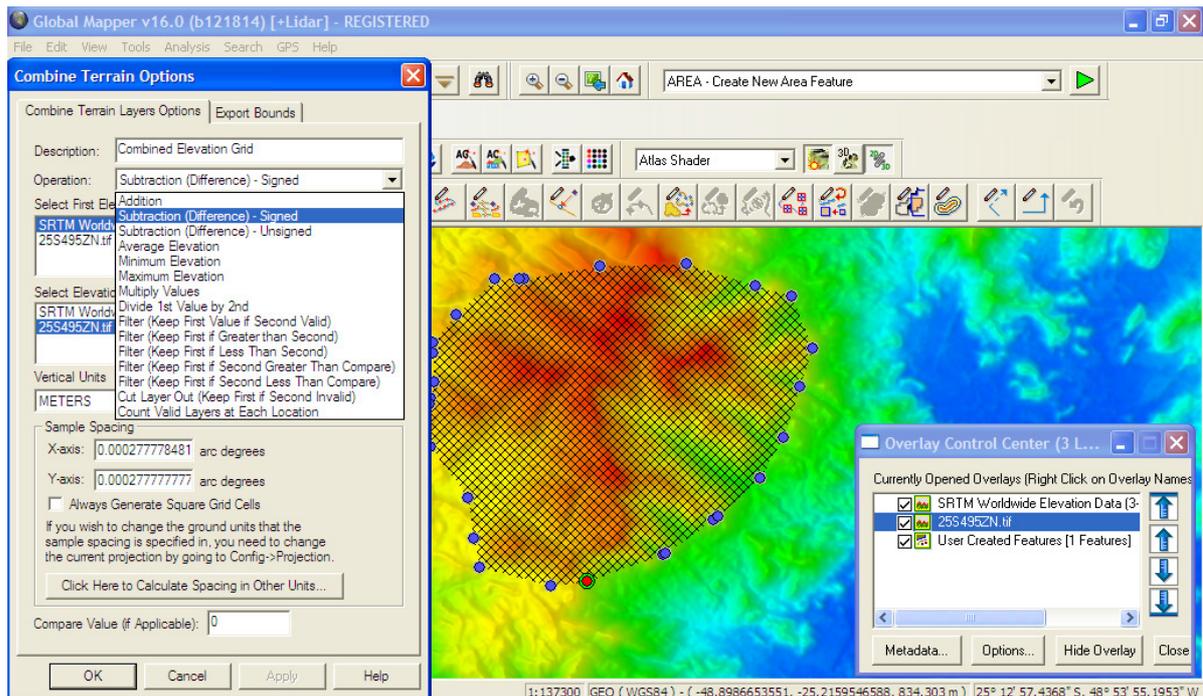


### 3) Criando um modelo da diferença entre duas camadas de altimetria

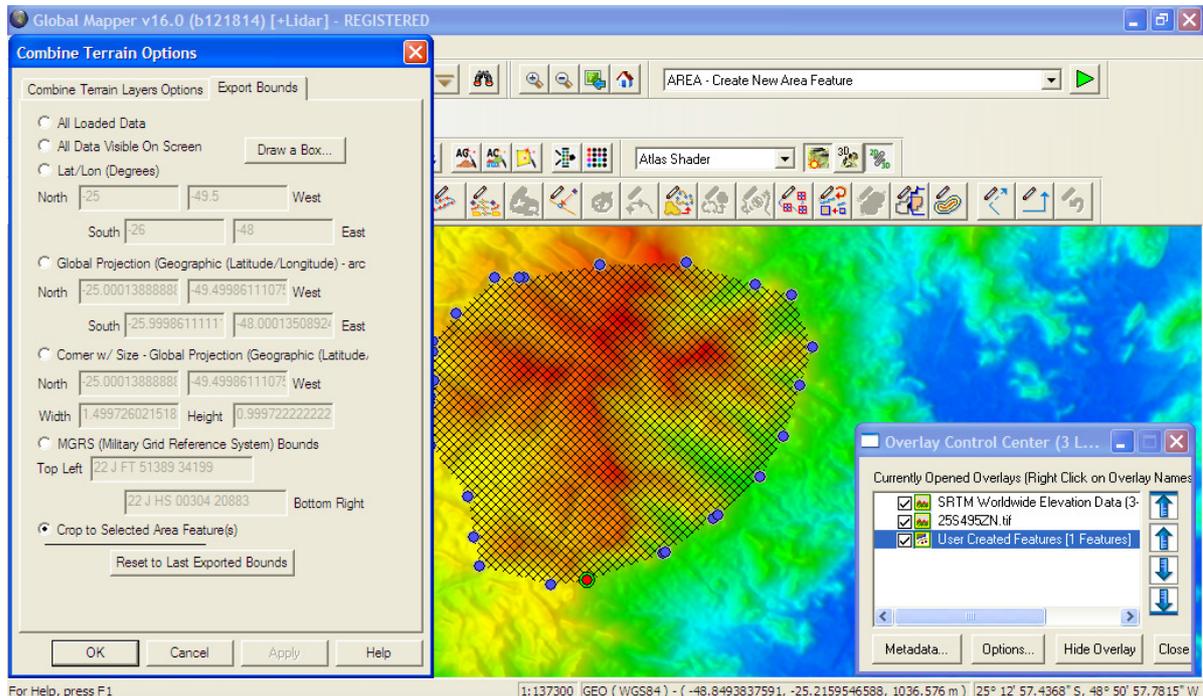
É possível igualmente criar uma representação gráfica da diferença entre duas camadas de altimetria... Usamos o menu “Analysis / Combine/Compare Terrain layers”. Indicamos em seguida os layers a serem comparados:



Podemos aplicar diferentes métodos, ou algoritmo lógicos de comparação entre os dois layers em estudo para subtrair, adicional, avaliar em absoluto ou relativo, etc... Aqui, selecionamos “signed”, ou seja separando diferenças positivas ou negativas.

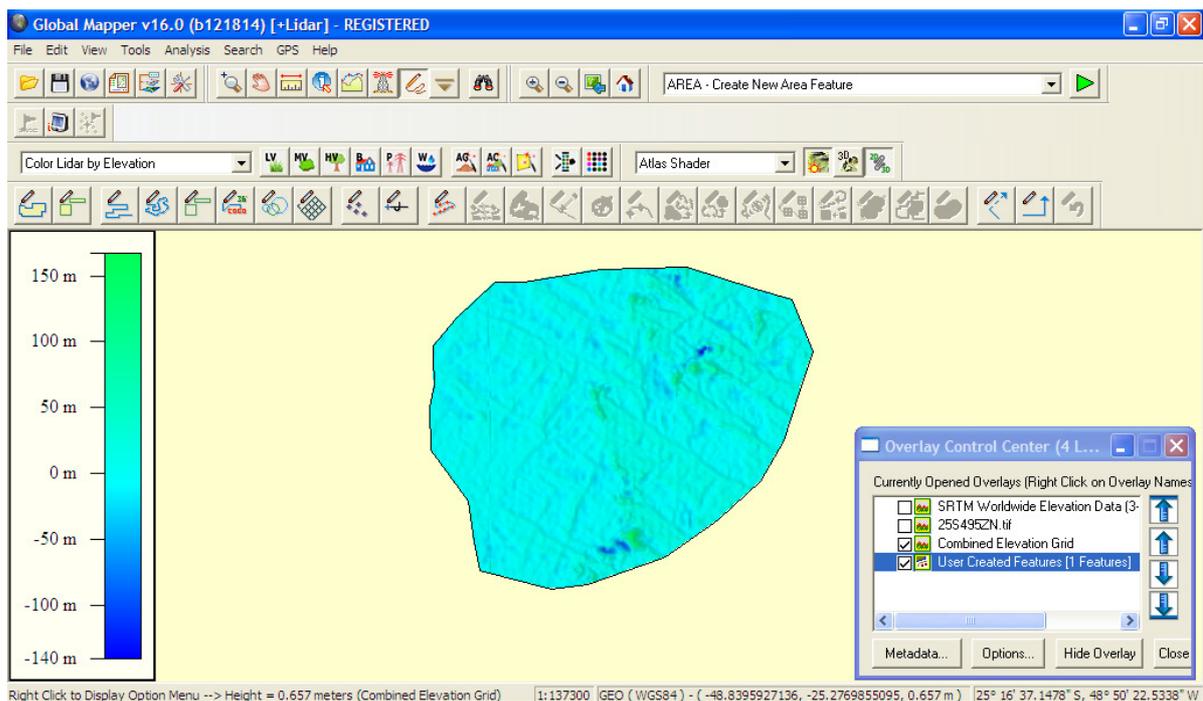


Devemos realizar a operação na área comum das duas camadas de altimetria. Realizamos a área de interesse a processar :

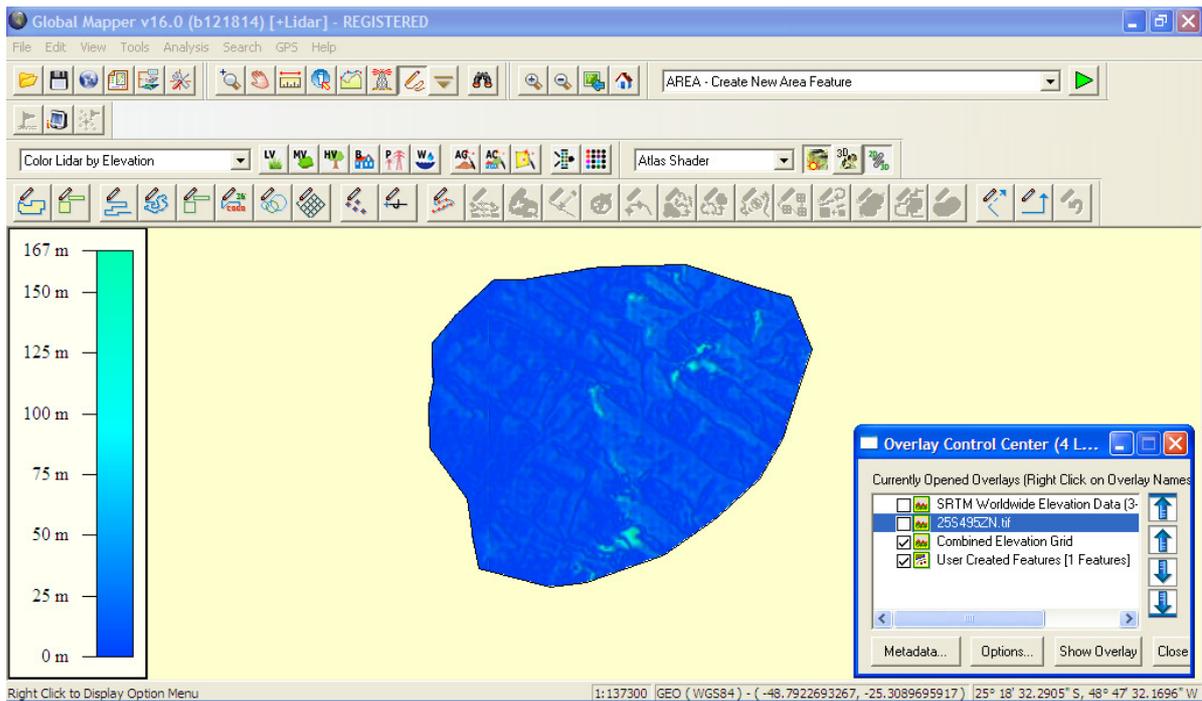


O resultado é um modelo numérico de terreno onde a altimetria observada é a diferença detectada entre as duas camadas de altimetria analisadas, tal como segue, podendo se aplicar diferentes paletas de cores... A diferença neste caso varia de -140 m a mais de 150 m...: incrível como a resolução espacial entre o SRTM e o TOPODATA pode gerar diferenças de altimetria !

## ALTAS SHADER





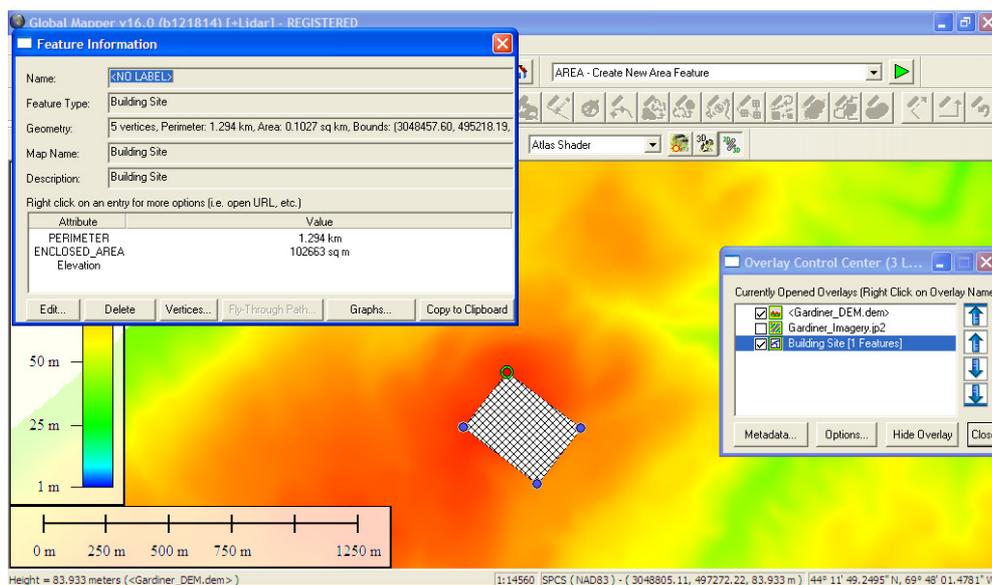


Isto não é um modelo de elevação, é o modelo da diferença calculado pelo aplicativo entre as duas camadas de altimetria estudadas...

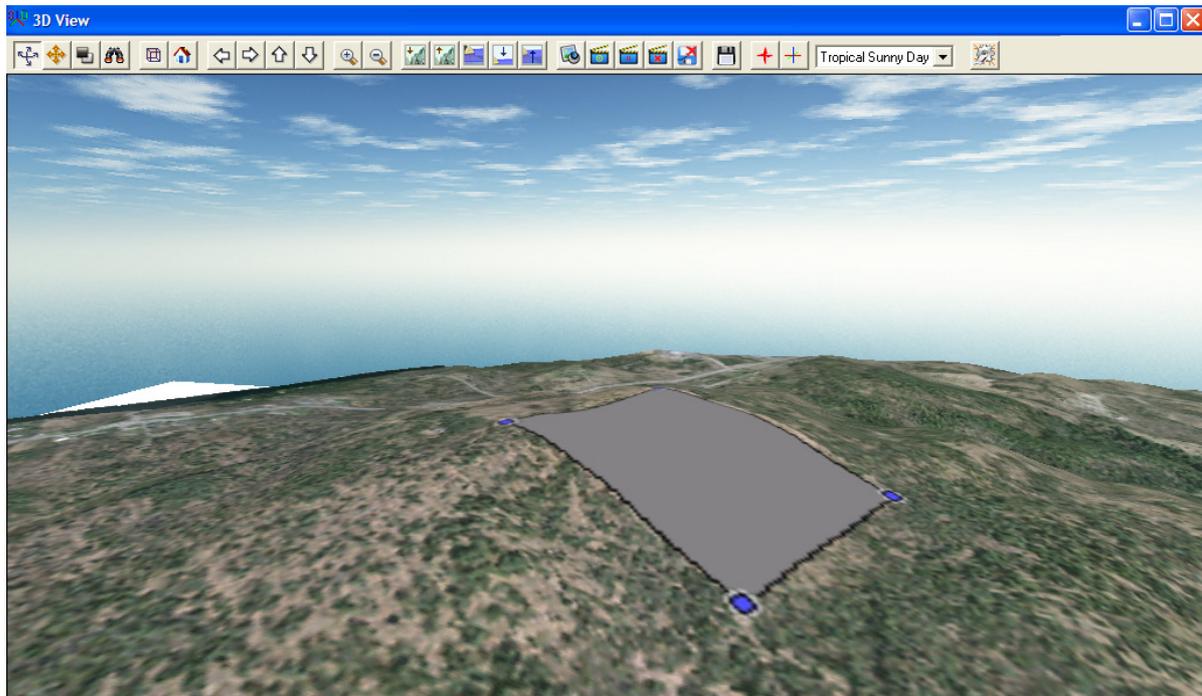
## Cálculo de Volume: corte e aterro

Com esta funcionalidade podemos fazer simulações realistas de terraplanagem para um local de interesse e calcular e otimizar os volumes de material deslocados. Precisamos para começar do modelo numero de terreno da área de interesse e o local exato da obra.

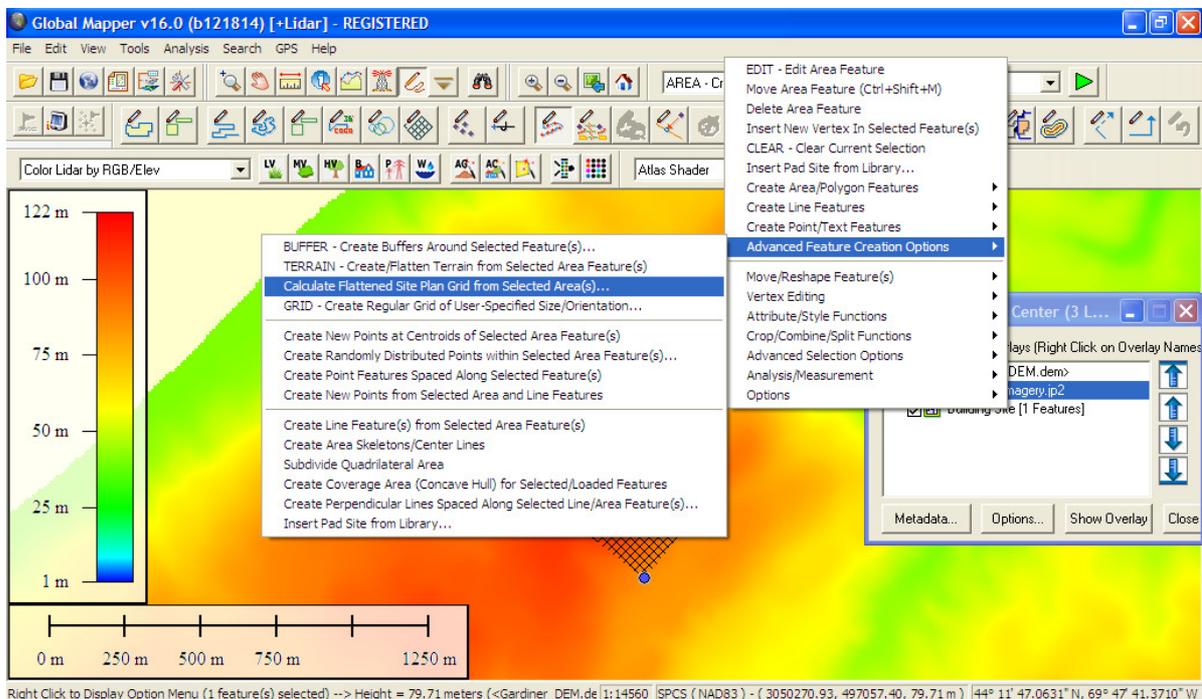
Exemplo dos dados da BLUE MARBLE usados neste caso:



O objetivo é fazer uma terraplanagem desta área... Veja como fica o local com a visualização 3 D do GLOBAL MAPPER:



Seleciono o local para o inicio de processamento: com o botão direito do mouse e a seqüência de comandos aqui ilustradas



Podemos escolher a altitude exata do plano de terraplanagem ( primeira opção) ou pedir um calculo de otimização (segunda opção) para o software que visa a igualar os volumes de material (terra, rocha, ...) entre os cortes e os aterros de

forma a diminuir custos e prazos da obra. Podemos achatá-la conforme os limites da área, ou seja, conforme os atributos de altitude dos limites da área, sejam verticais ou inclinados.. ( terceira opção).

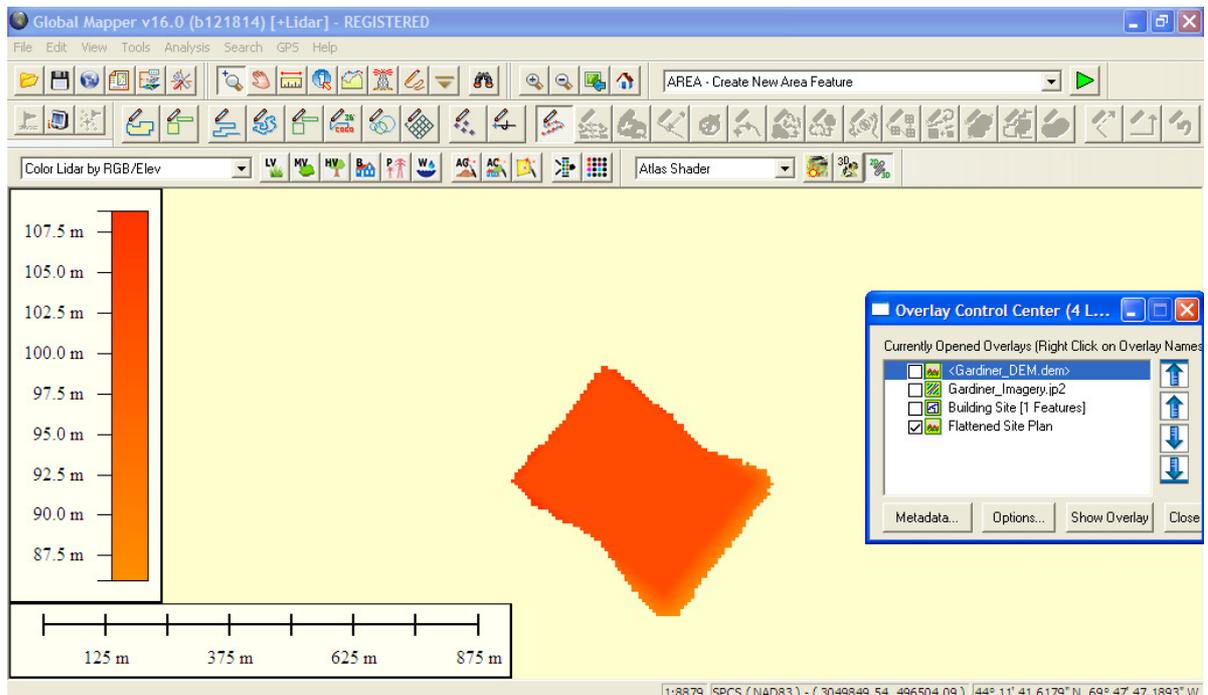
Podemos definir graus de inclinação dos taludes em volta da área achatada pela terraplanagem (“Allowed Slopes around Edges”)... Isto irá influenciar o volume de material movimentado.

Na parte “Bench / Terrace Setup”, é possível indicar a construção de terraços intermediários na periferia do corte, a quantidade dos mesmos sendo definida pelo software...

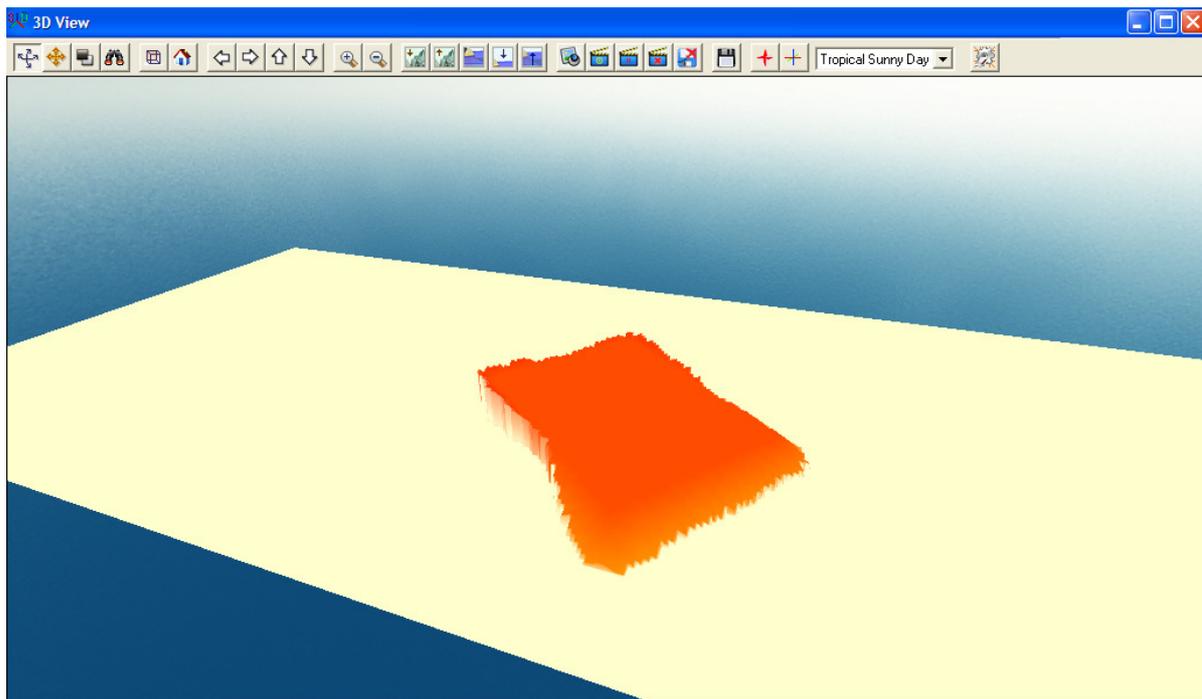
Procedemos com a segunda opção de cálculo otimizado que é o mais poderoso e útil: O resultado final aparece depois de várias interações:

- Cut Volume: 383151.51 cubic meters : volume de corte**
- Cut 2D Surface Area: 0.0674 sq km**
- Cut 3D Surface Area: 0.0679 sq km**
- Fill Volume: 390812.23 cubic meters : volume de aterro**
- Fill 2D Surface Area: 0.0549 sq km**
- Fill 3D Surface Area: 0.0557 sq km**
- Break-Even Height: 102.65 m : altitude otimizada do plano de terraplanagem**

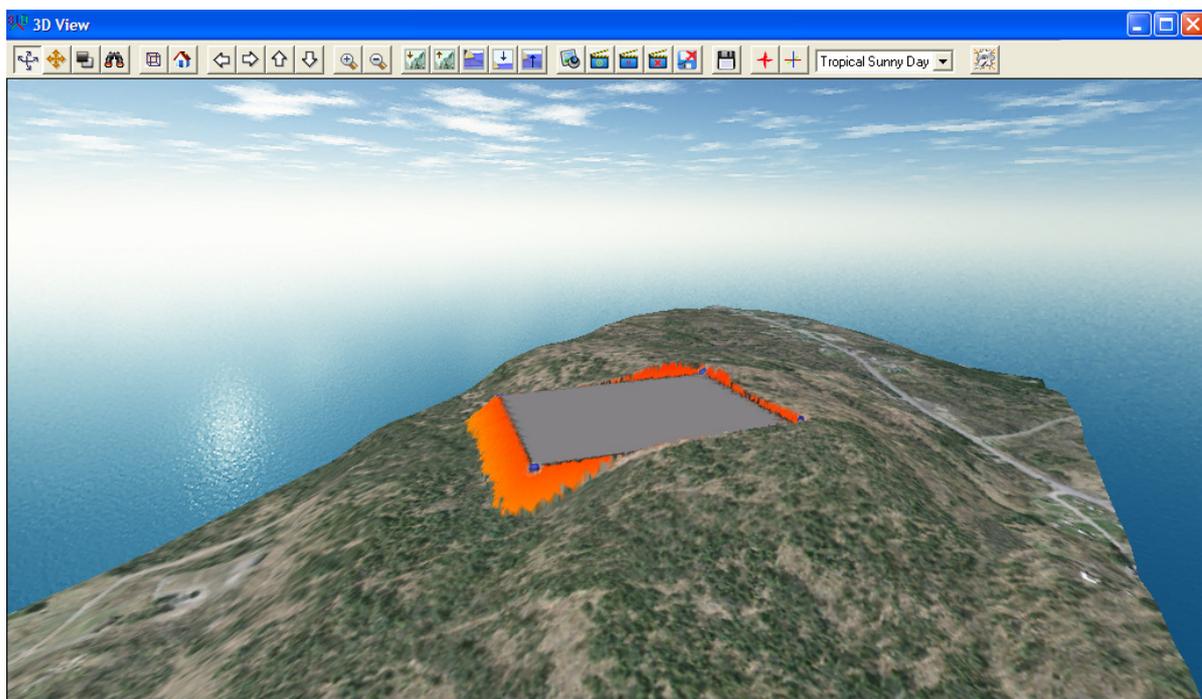
Note que o software fornece o volume de corte e aterro que são muito próximos e a altitude otimizada do plano de terraplanagem E o aplicativo cria um novo layer com a área de terraplanagem conforme especificado.



Visto em 3 D, fica assim, isoladamente



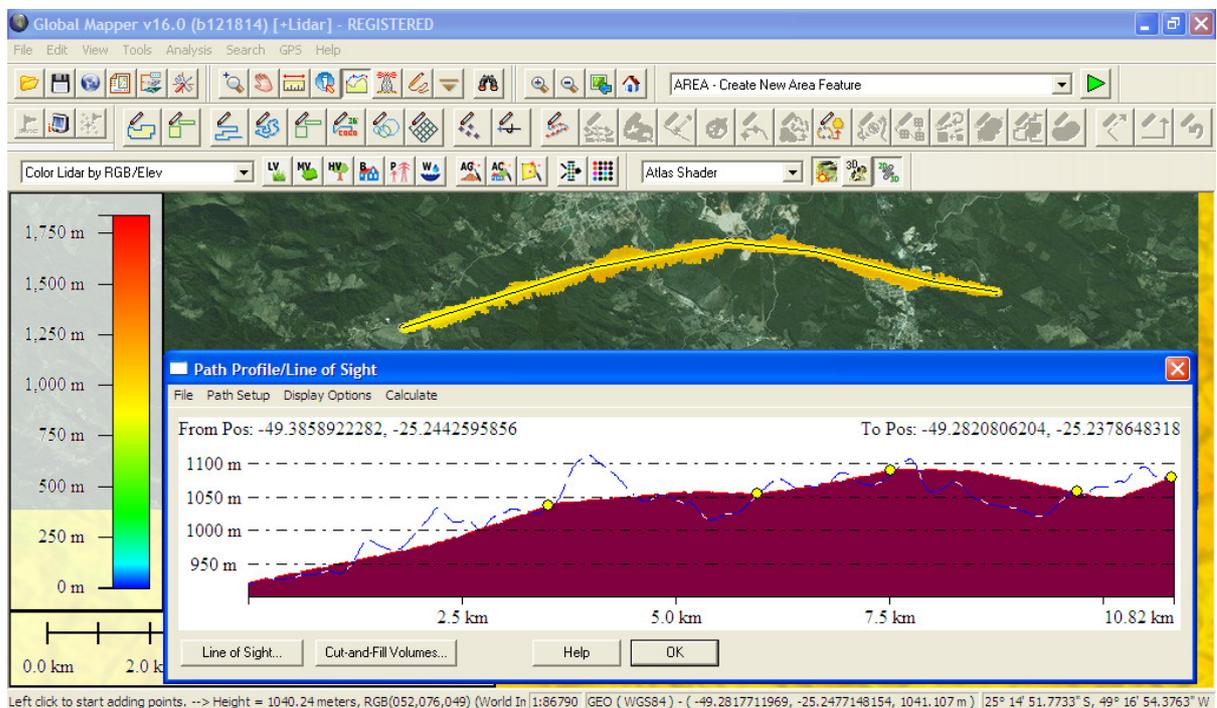
Com o contexto completo, inclusive a imagem da área, fica como segue, com os taludes inclinados conforme solicitado no processamento.



Tal processamento pode por exemplo ser feito para um corredor onde passará uma estrada...ou um corredor de alguma infra estrutura

Veja a ilustração seguinte na qual foi definida uma linha composta de vários segmentos, foi então derivado um buffer de 100 m em volta e, tendo tido o cuidado de atribuir ao buffer antes do processamento os atributos de altimetria do terreno onde ele se localiza, foi solicitado ao aplicativo a realização do processamento de achatamento usando as altimetrias do buffer e talude de 0,33. Foi criado assim um cálculo de volumes de corte e aterro para esta simulação de corredor. O TOPODATA foi usado como base de altimetria.

Veja o perfil do eixo central deste corredor composto de vários segmentos... Em cor sólida está a altimetria do corredor resultando do processamento. Em pontilhado a altimetria original do TOPODATA no local do eixo do corredor.

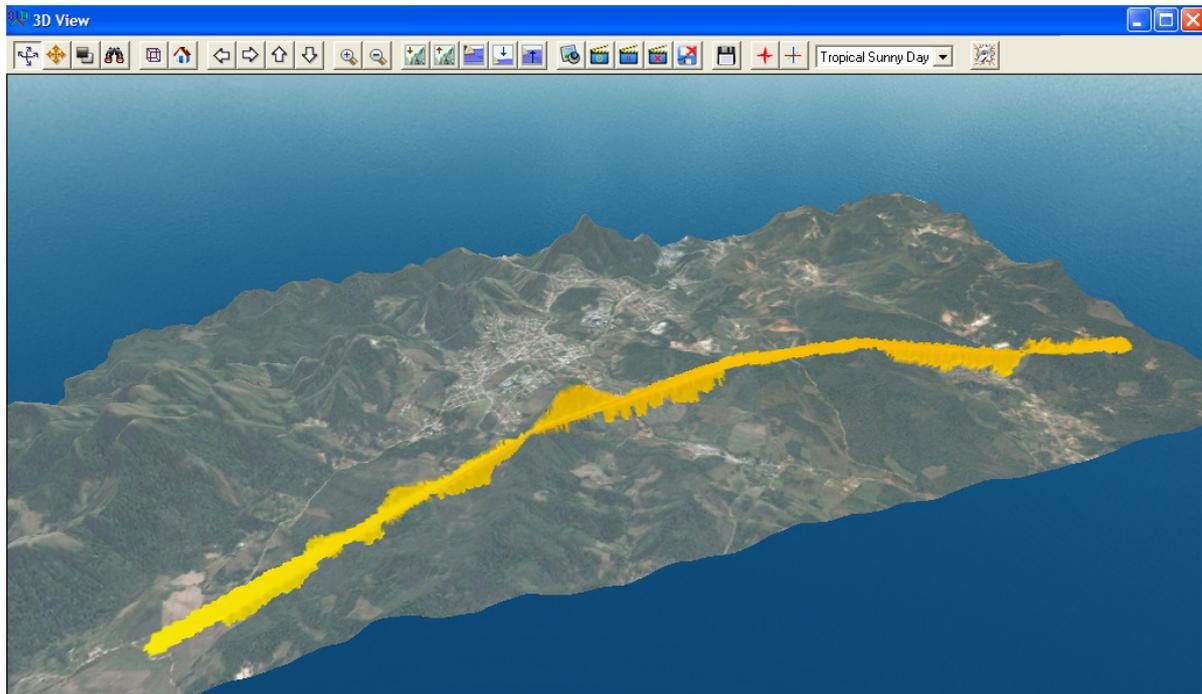


Os valores deste cálculos foram como segue ;

- **Cut Volume: 8980324.6 cubic meters : volume de corte**
- **Cut 2D Surface Area: 0.4643 sq km : área de corte em 2 D**
- **Cut 3D Surface Area: 0.4645 sq km : área de corte em 3 D**
- **Fill Volume: 10833833 cubic meters: volume de aterro**
- **Fill 2D Surface Area: 0.661 sq km: área de aterro em 2 D**
- **Fill 3D Surface Area: 0.661 sq km : área de aterro em 3 D**

Não foi compromisso deste processamento de igualar o volume de corte ou aterro, e por isto, os volumes são neste caso bem distintos...

Segue uma visualização 3D da área de interesse com o resultado do processamento.



A resolução da altimetria (10 m) e da imagem (15m) impõe restrições neste caso. É sempre melhor ter a altimetria e a imagem da paisagem com resoluções próximas.

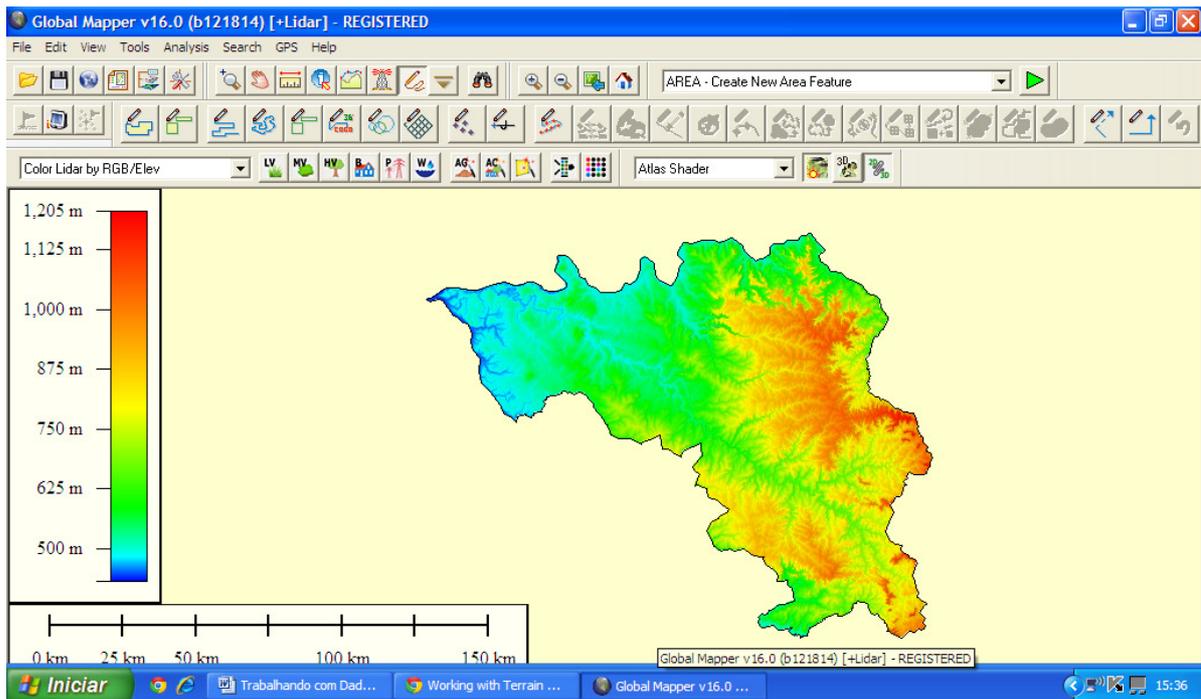
### **Modelagem de Bacia Hidrográfica**

Estas rotinas de processamento permitem fazer estudos de hidrologia na paisagem tais como

- desenhar automaticamente a rede teórica de drenagem conforme o modelo numérico de terreno
- determinar a rota de escoamento da água a partir de um ponto alto
- definir a bacia de contribuição de um ponto baixo, ou seja a área da paisagem que é drenada e para onde toda a água corre .

Usaremos o exemplo da Bacia do Rio Sapucaí Mirim e Grande, perto de Franca, no Nordeste de São Paulo.

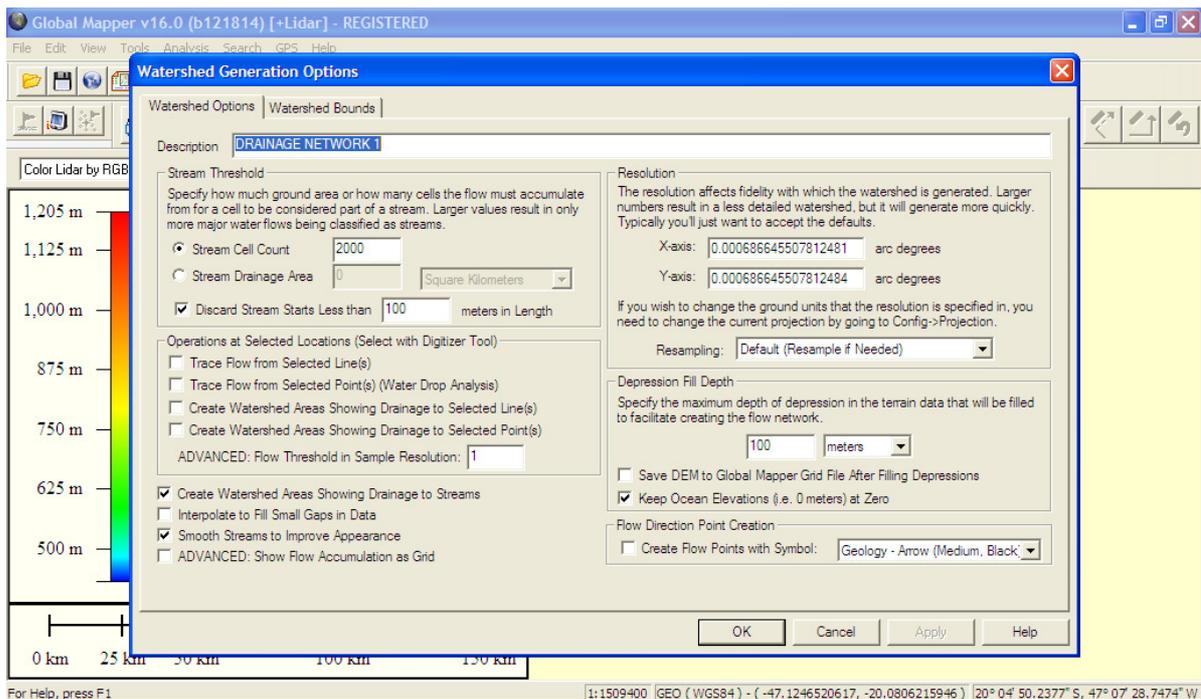
A matéria prima destes estudos é o modelo numérico de terreno da area que , analisada, rende as informações seguintes: neste caso estamos usando o SRTM com 90 m de resolução, retratado abaixo com o “Atlas Shader”.



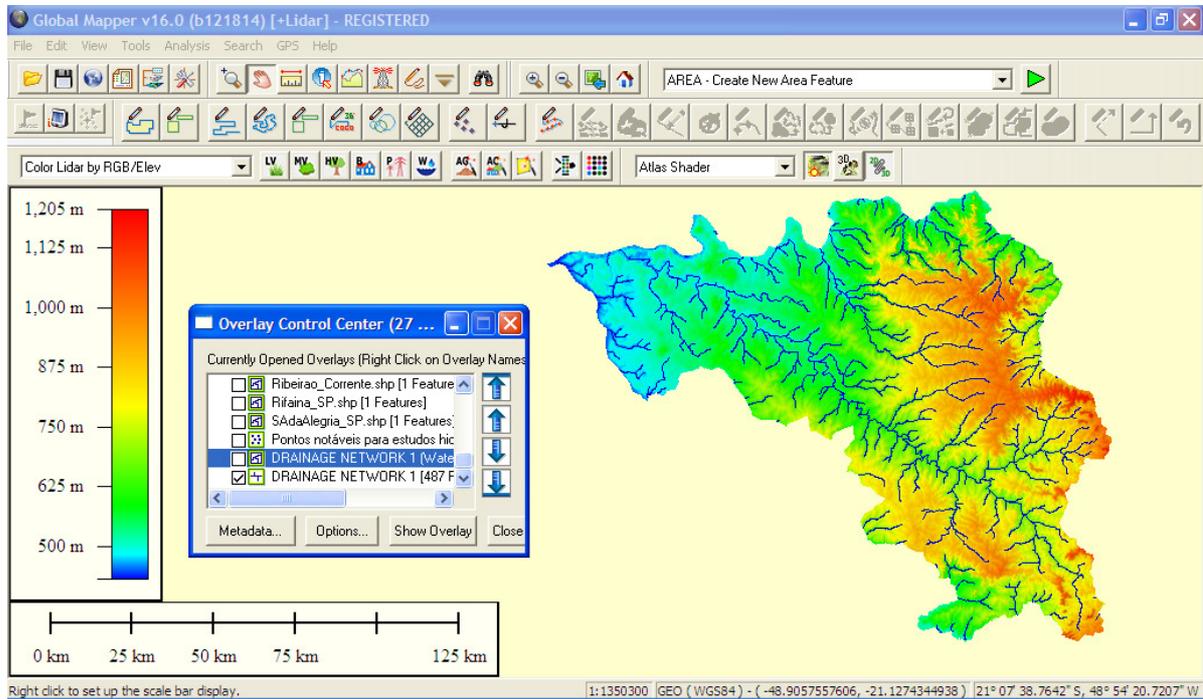
Usamos para estes processamentos o Menu “Analysis, / Generate Watershed”

1) - desenhar automaticamente a rede teórica de drenagem conforme o modelo numérico de terreno e as sub bacias que compõem a bacia hidrográfica

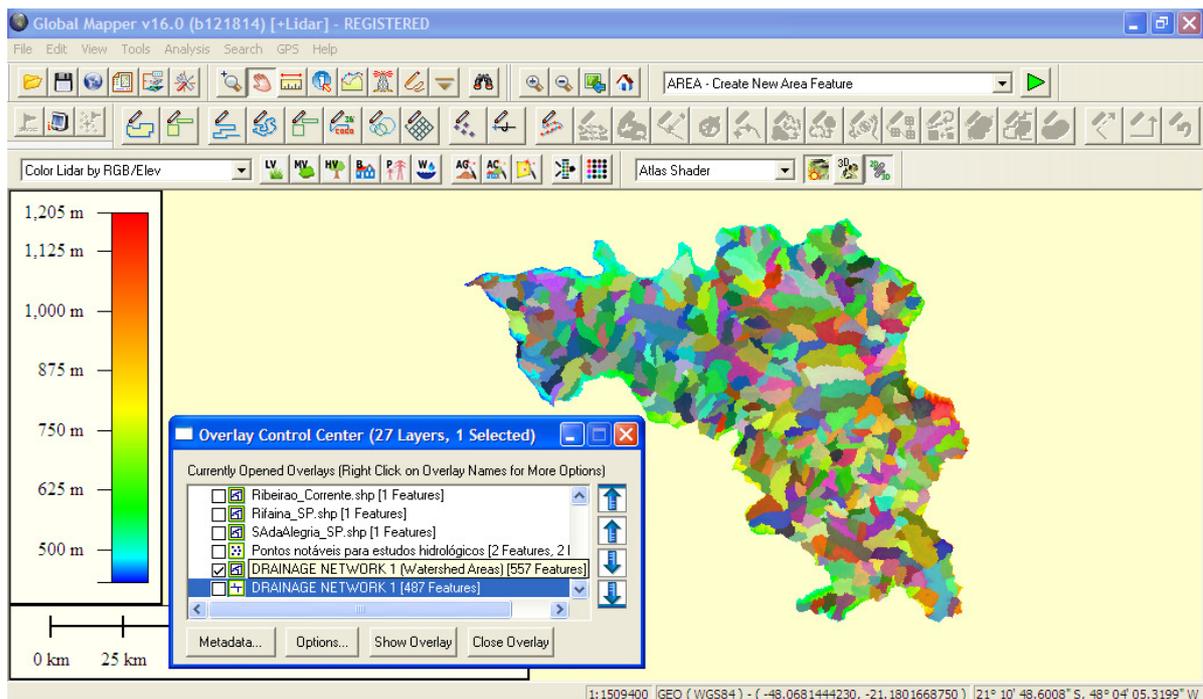
As instruções são como segue, informando tamanho mínimo de drenagem e de sub bacia hidrográfica.



O resultado é como segue, para a rede de drenagem, obedecendo as especificações iniciais (tamanho mínimo e suavização), criado numa camada a parte.

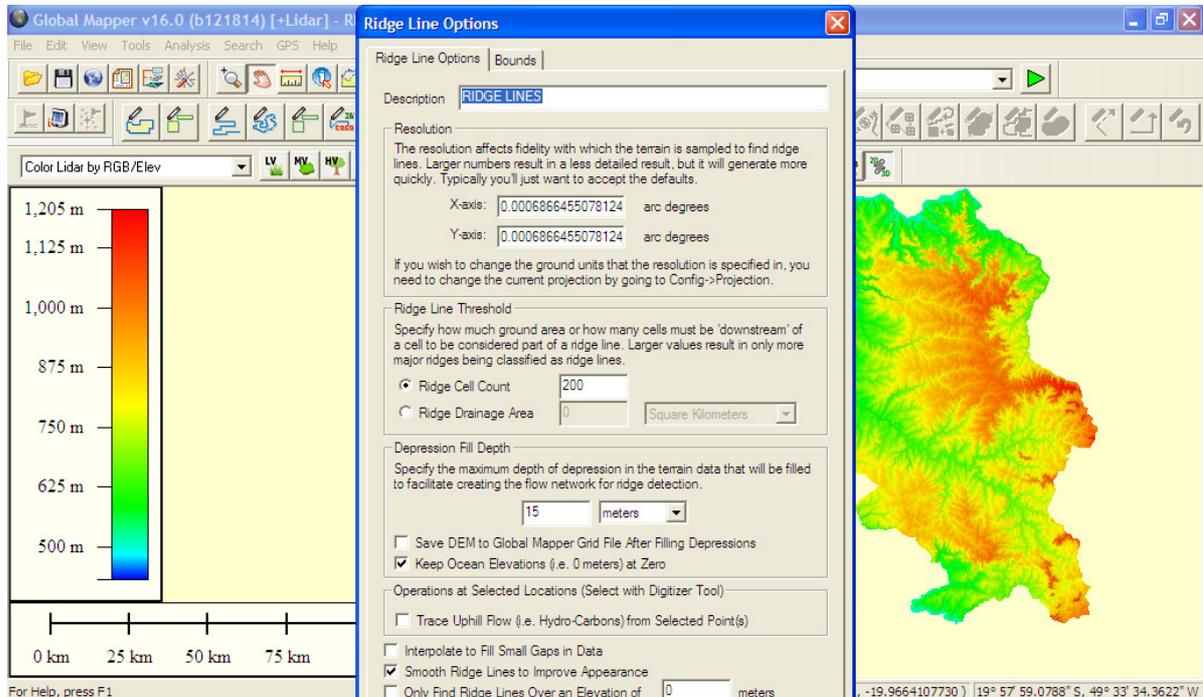


As sub bacias resultantes do processamento são como segue : foram discriminadas 557 sub bacias, mais conforme as especificações iniciais, ( Stream Cell Count – 2.000 pixels x 90 x 90 m = 2.000 x 8.100 m<sup>2</sup> = 16.200.000 m<sup>2</sup> ou 16.2 km<sup>2</sup> podem ser definidas em tamanho maior e quantidade menor ou o inverso (número menor e áreas maiores)... Foram criadas numa camada a parte.

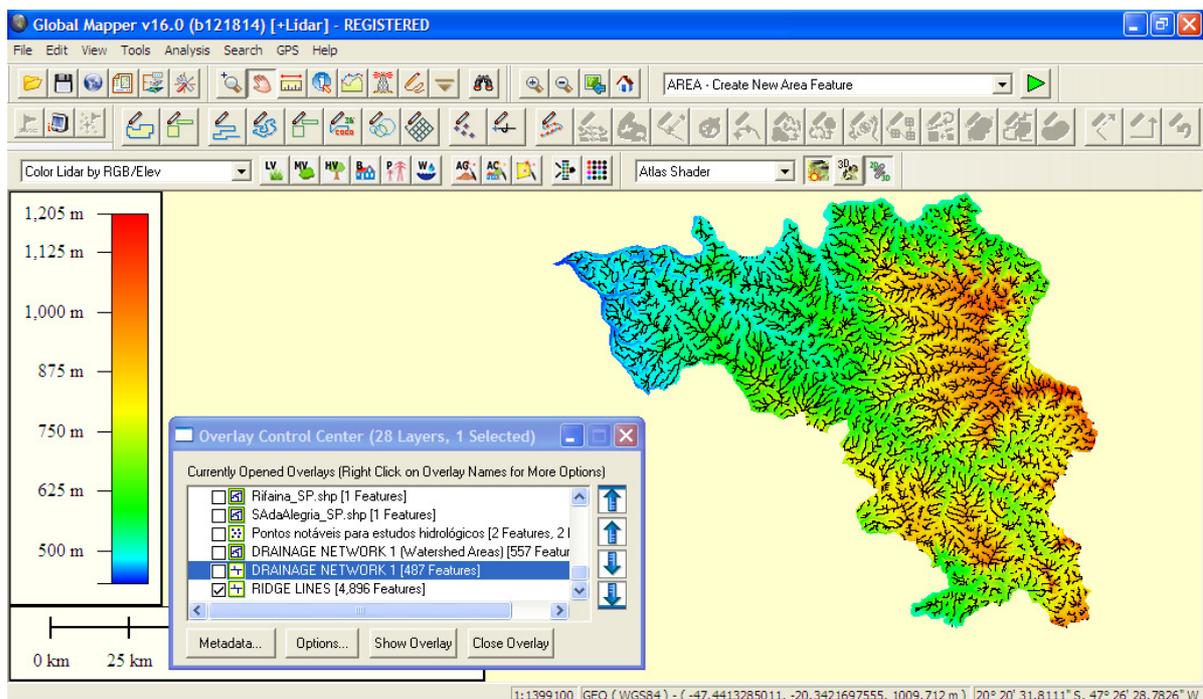


2) Definir as linhas de crestas, que é basicamente os “topos de morros”, características complementar da rede de drenagem definida acima.

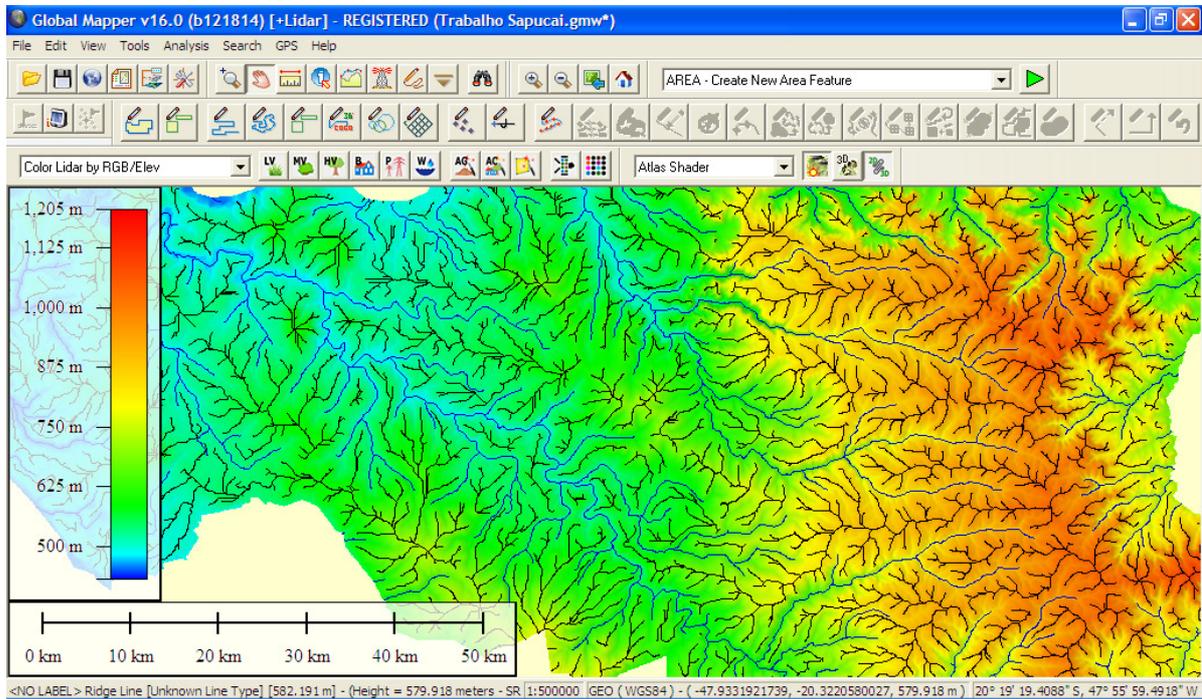
## Especificações



Resultados, criados numa camada a parte.

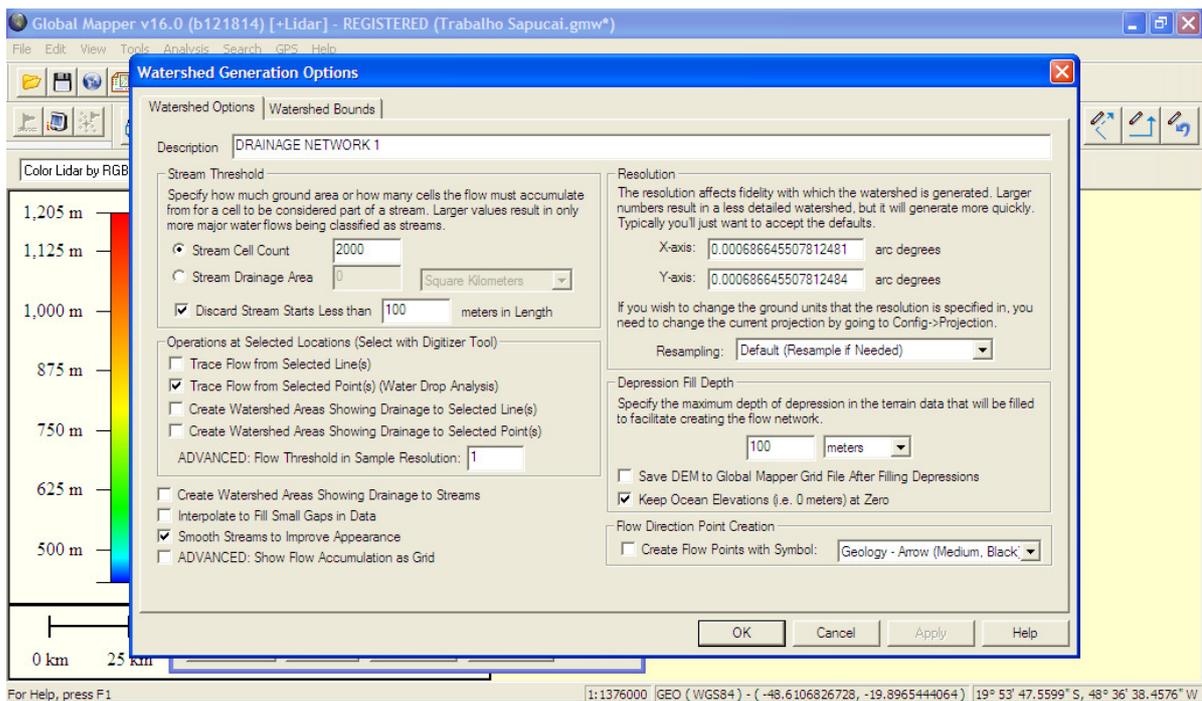


**Confira a seguir, na escala 1:500.000 (na tela do aplicativo) , a complementaridade da drenagem e das linhas de crestas, cada feição vetorial estando numa camada a parte.**

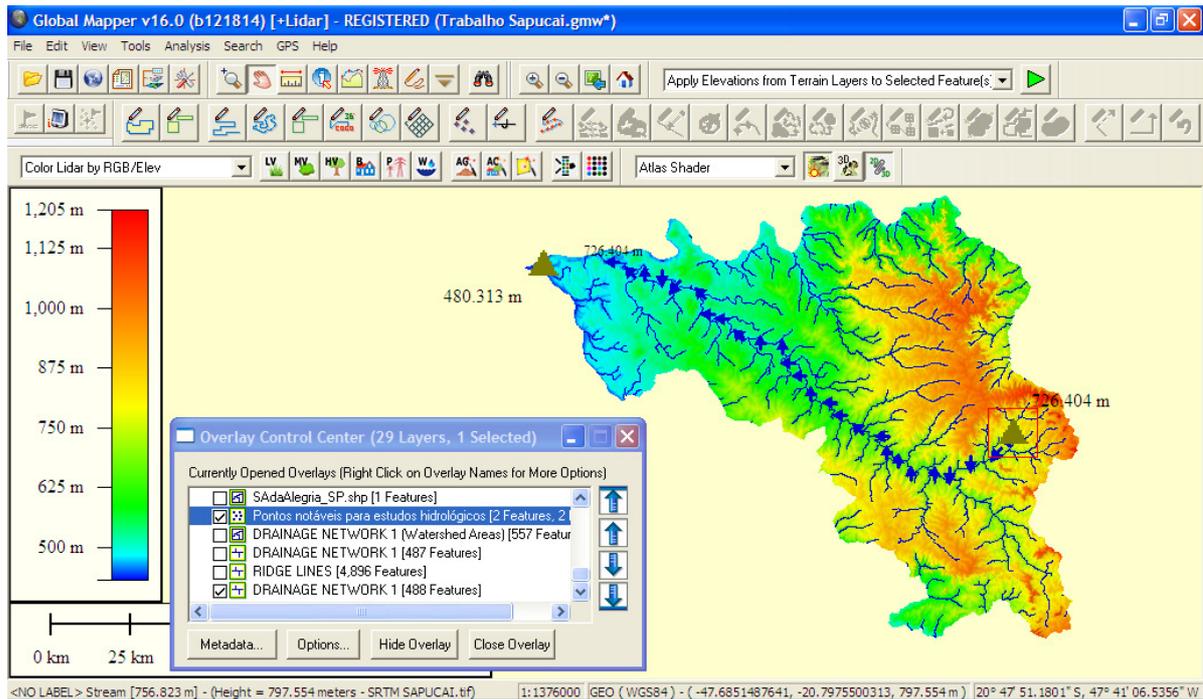


**2) - determinar a rota de escoamento da água a partir de um ponto alto**

Especificações, utilizando um ponto alto para inicia de processamento



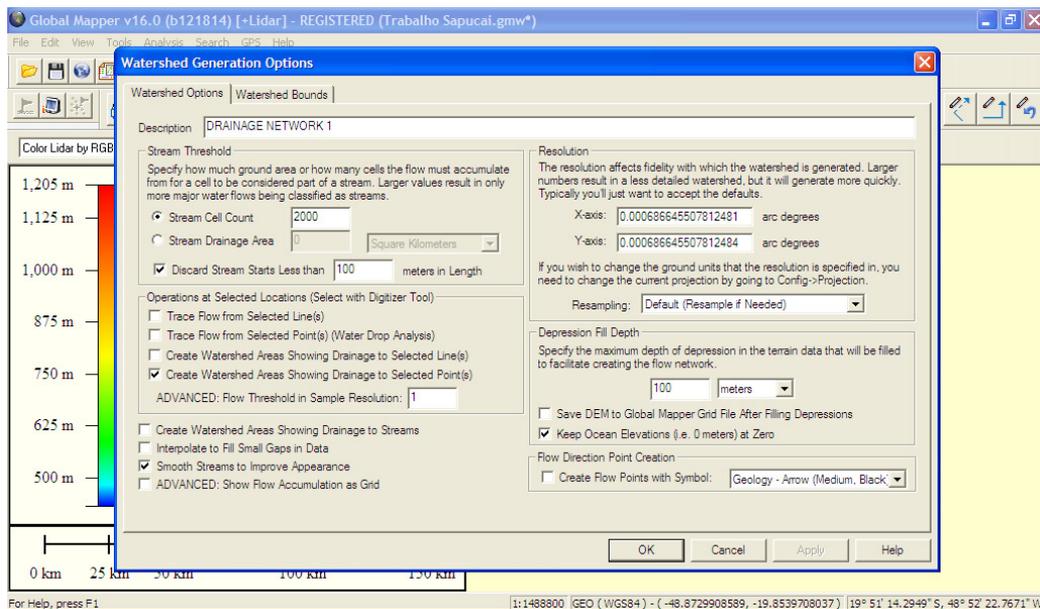
## Resultado, criado numa camada a parte.



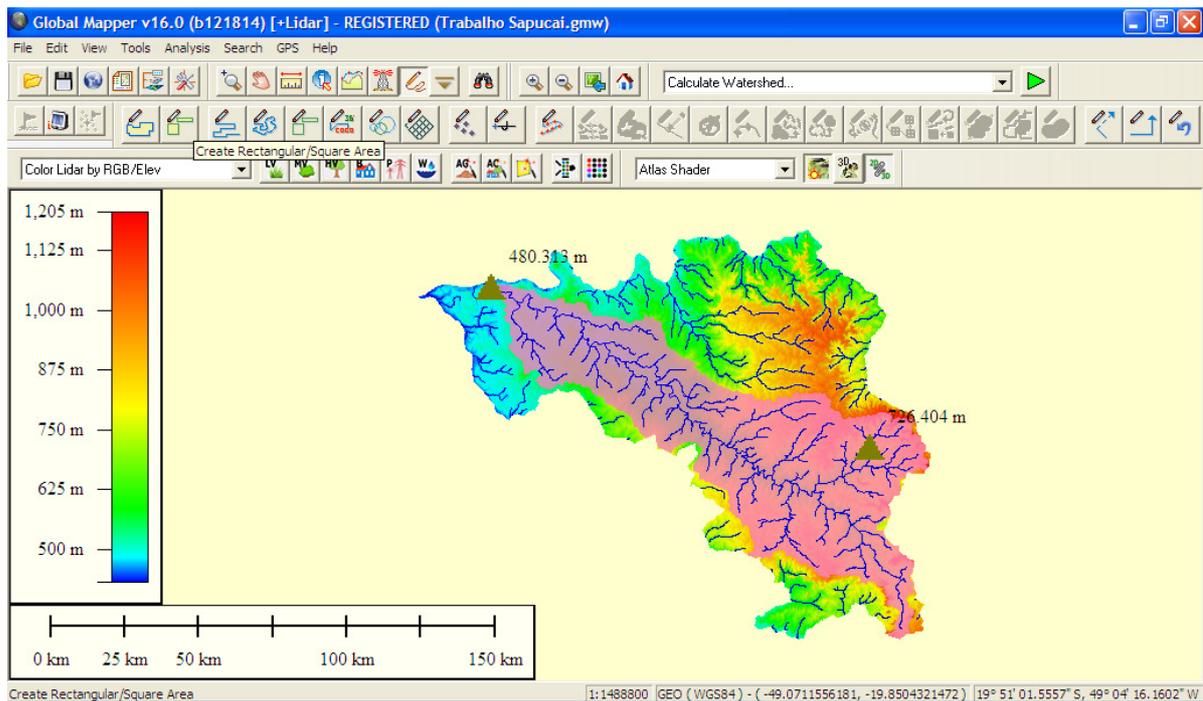
3) - definir a área de contribuição de um ponto baixo, ou seja a área da paisagem que é drenada e para onde toda a água corre. Seria de fato a bacia hidrográfica do Rio Sapucaí Mirim e Grande.

## Especificações

Selecionamos primeiramente o ponto baixo que será referencia para o processamento de identificação da área de contribuição. E setamos o sistema como segue :



## Resultado, gerado numa camada a parte.



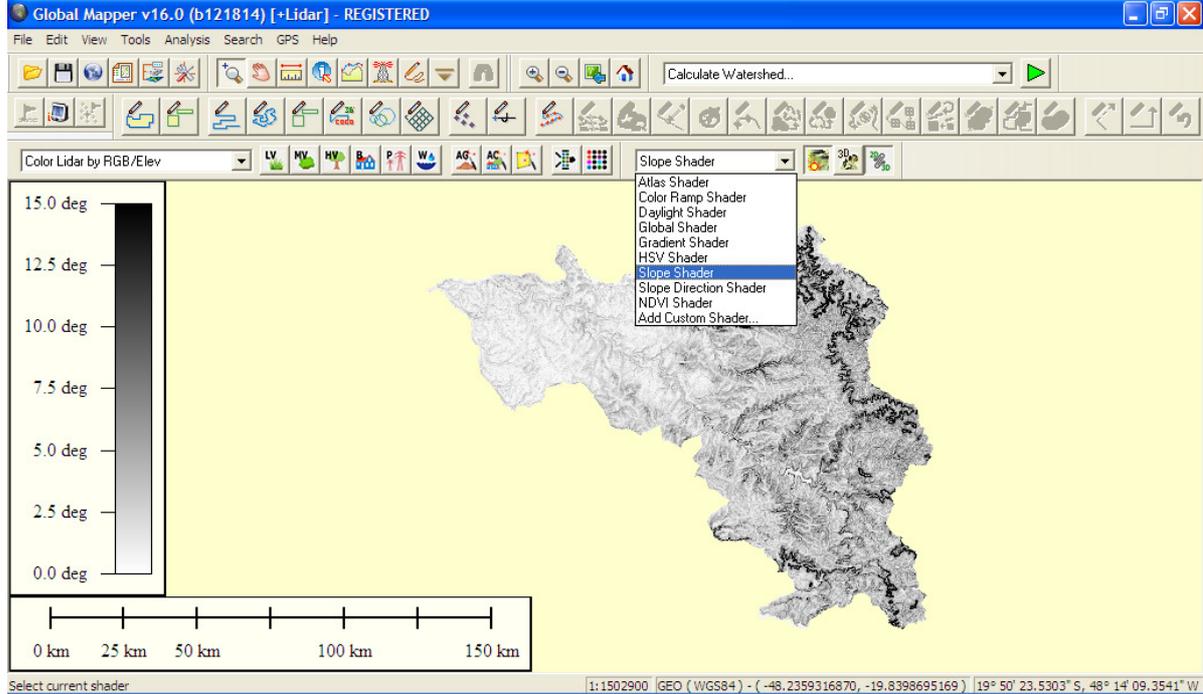
## Analise de Declividade

Além de identificar valores de altimetria da paisagem a partir de um modelo numérico de terreno (formato raster) e transformá-los em curvas de nível (formato vetorial) para melhor apresentação visual da informação, existe frequentemente o interesse em analisar a declividade sobre uma área de interesse, que é, em termos matemáticos, a primeira derivada da altimetria, expressa em graus. O valor de 90 graus corresponde a um paredão vertical!

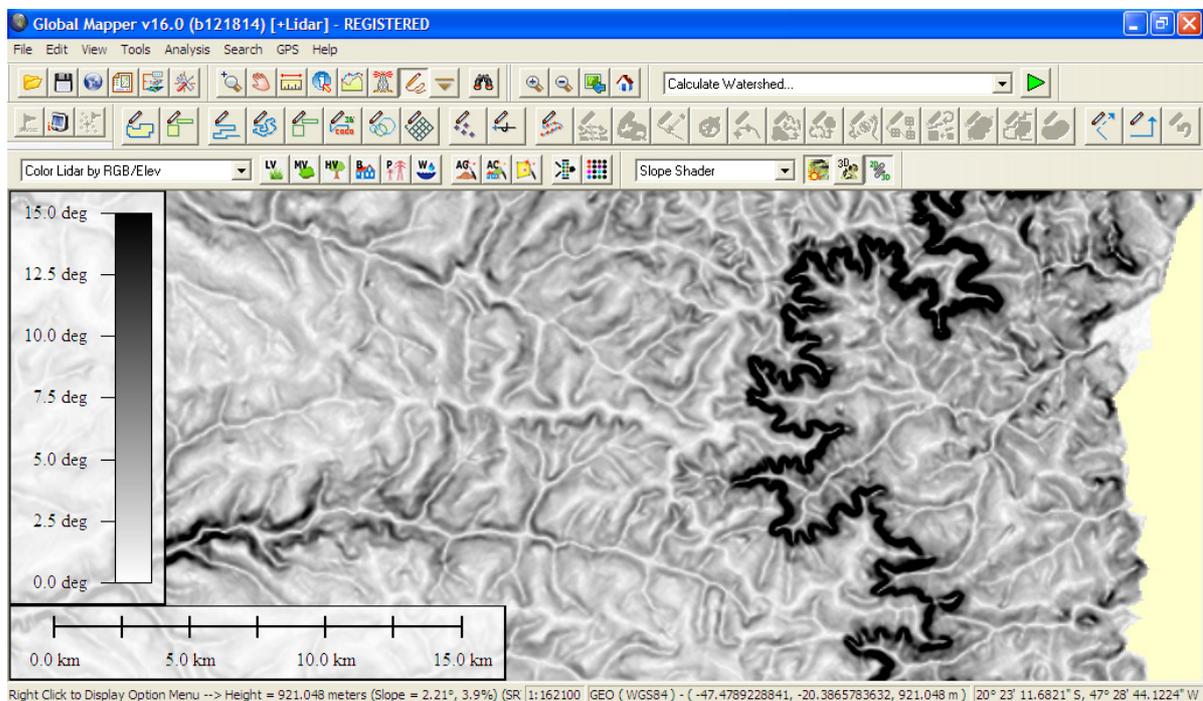
Podemos igualmente seleccionar a orientação do declive, conforme está orientado para norte, sul, leste ou oeste ou qualquer posição intermediária. Existem algoritmos para isto.

Em todos os casos, o desafio é capturar esta informação de interesse, a declividade, de forma que seja utilizável para uma aplicação, classificando a paisagem em áreas de declividade com valores iguais ou fatiados em intervalos de valores de interesse, por exemplo entre 0 e 2 Graus, entre 2,1 e 4 graus, etc.

Vamos estudar como proceder para gerar esta informação. A partir do modelo numérico de terreno em formato raster se aplica o SLOPE SHADER, com o que seguinte resultado:

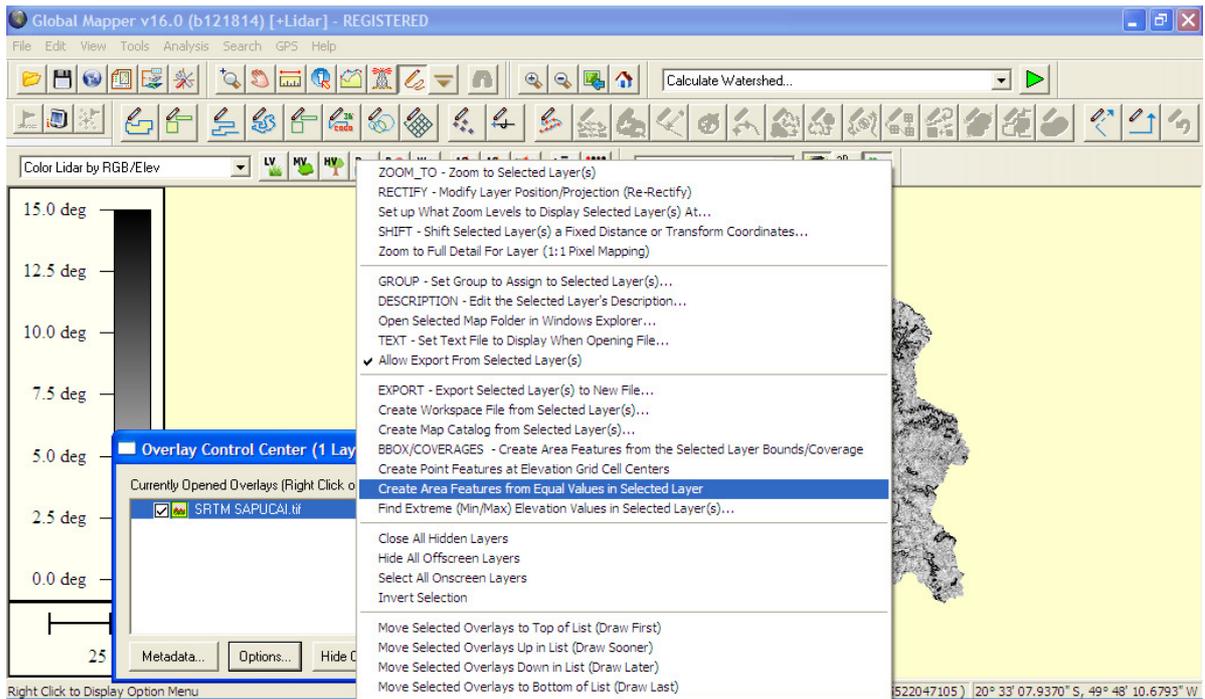


Efetando um zoom:



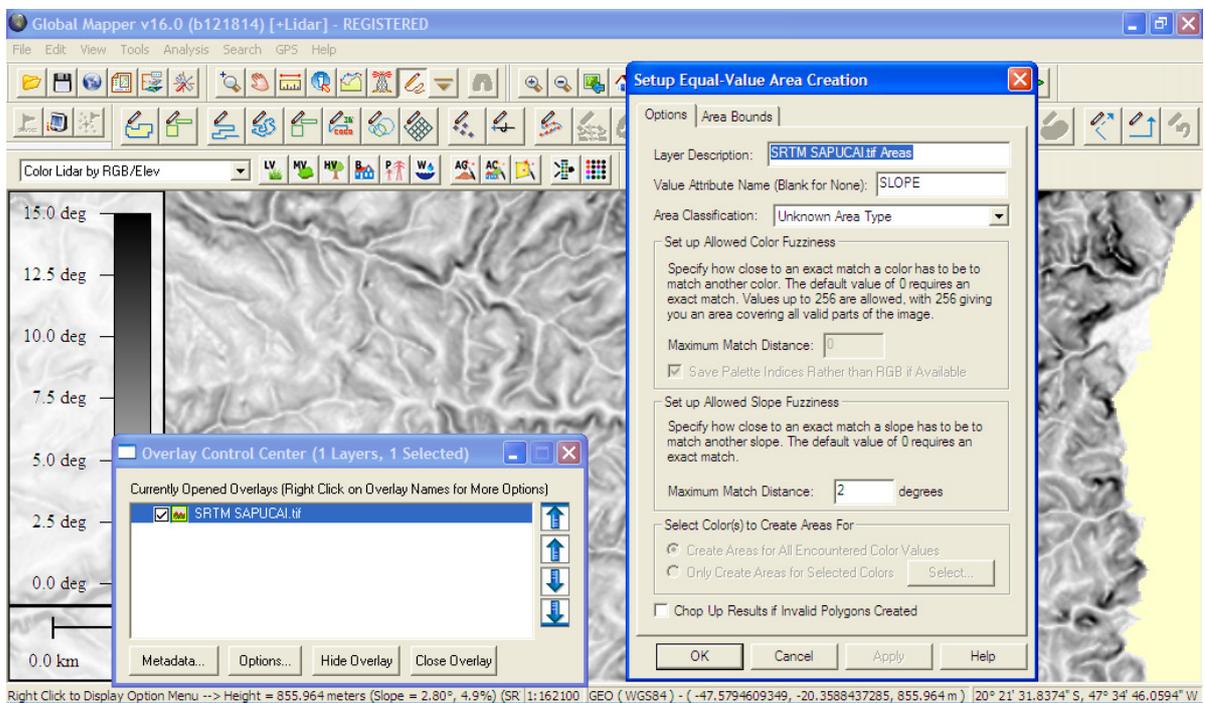
Note a barra de cores e valores a esquerda, em tons de cinza, de 0 a 15 graus. Esta informação é de clara visualização mais de difícil aproveitamento. O que está claro são áreas de baixa declividade. O que está escuro tem declive forte, perto de 15 graus. Por isto, é necessária agora a conversão desta declividade em polígono se iguais valores para um melhor aproveitamento.

Isto se faz com a instrução seguinte. Clicando no layer de interesse com o botão direito e escolhendo o comando **“Create Area Features from Equal Values in Selected Layers”**

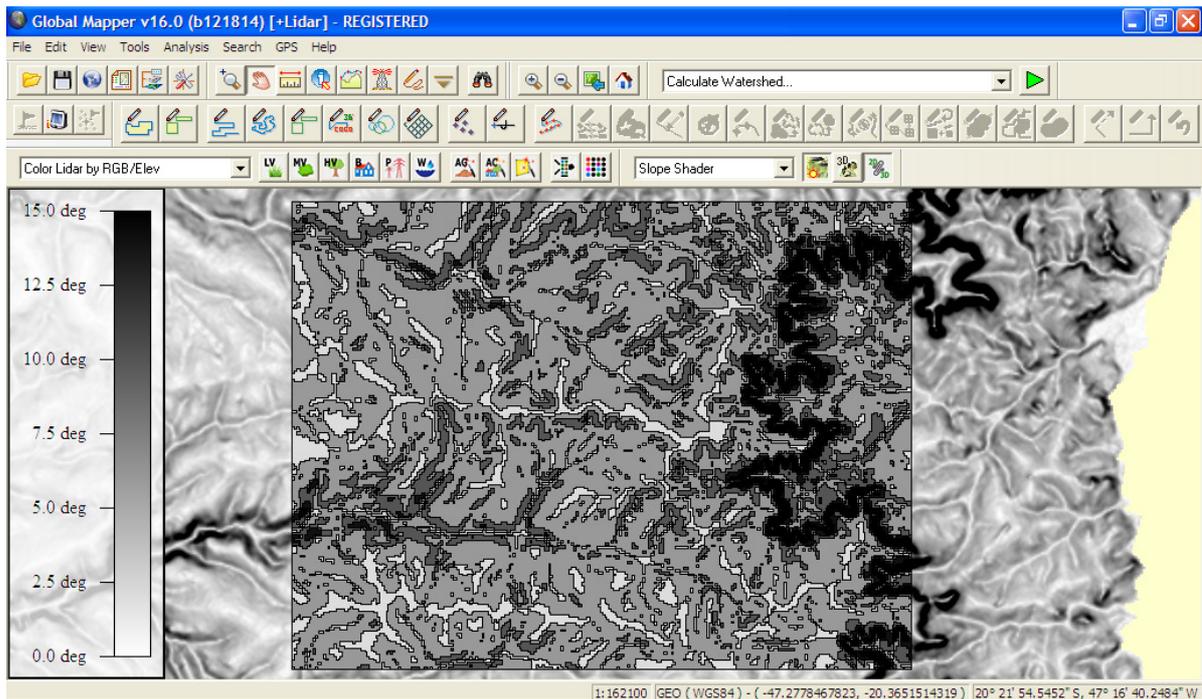


Assim conseguimos converter áreas de iguais valores de intervalos de declividade em polígonos de igual valor ou cor...

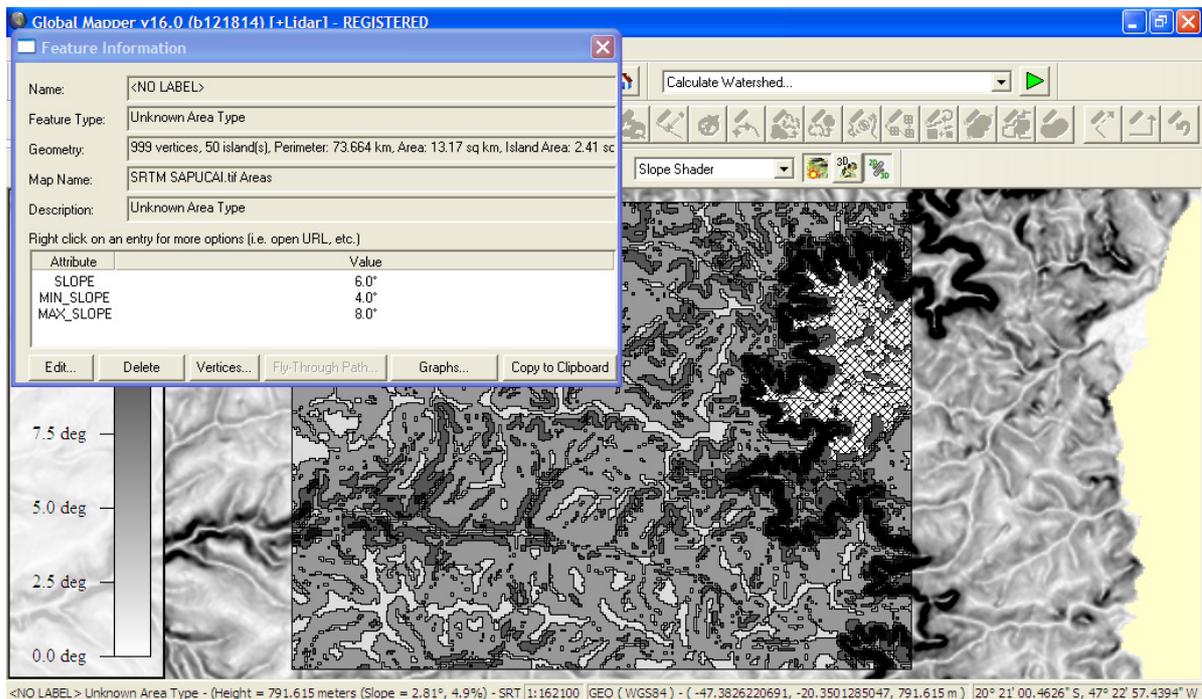
Especificamos o intervalo de 2 graus para cada classe de declividade e o resultado aparece rapidamente neste extrato que escolhemos:



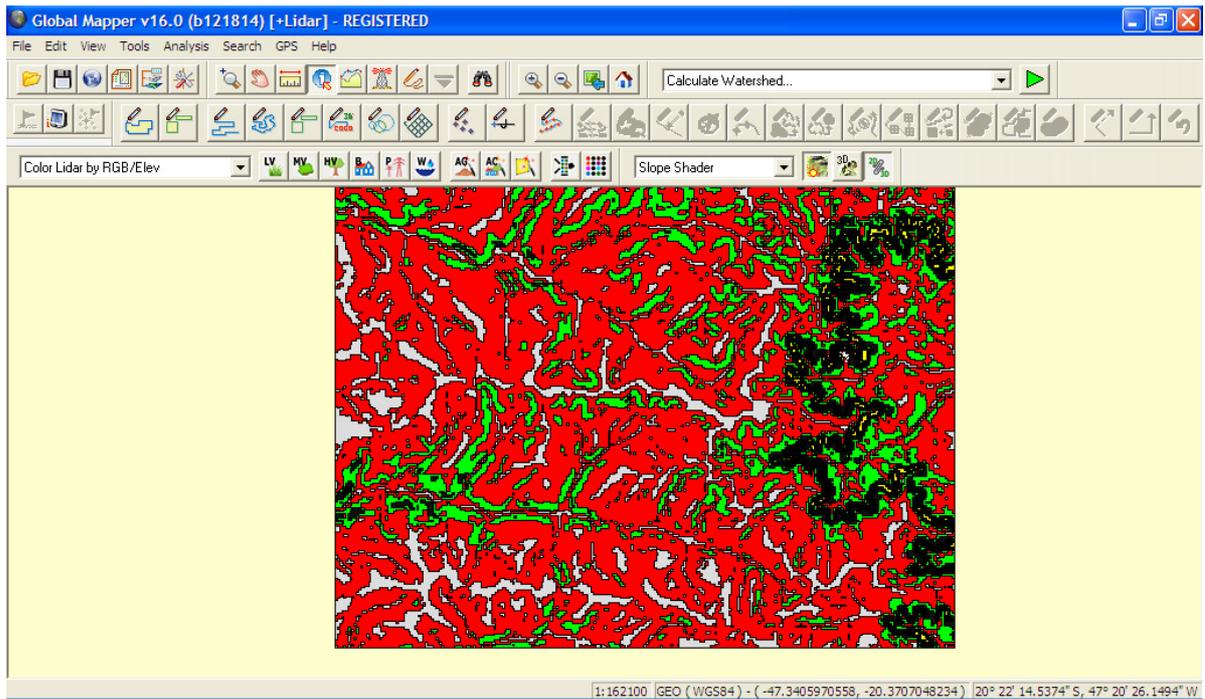
Camada de Polígonos com declividade fatiada a cada 2 graus:



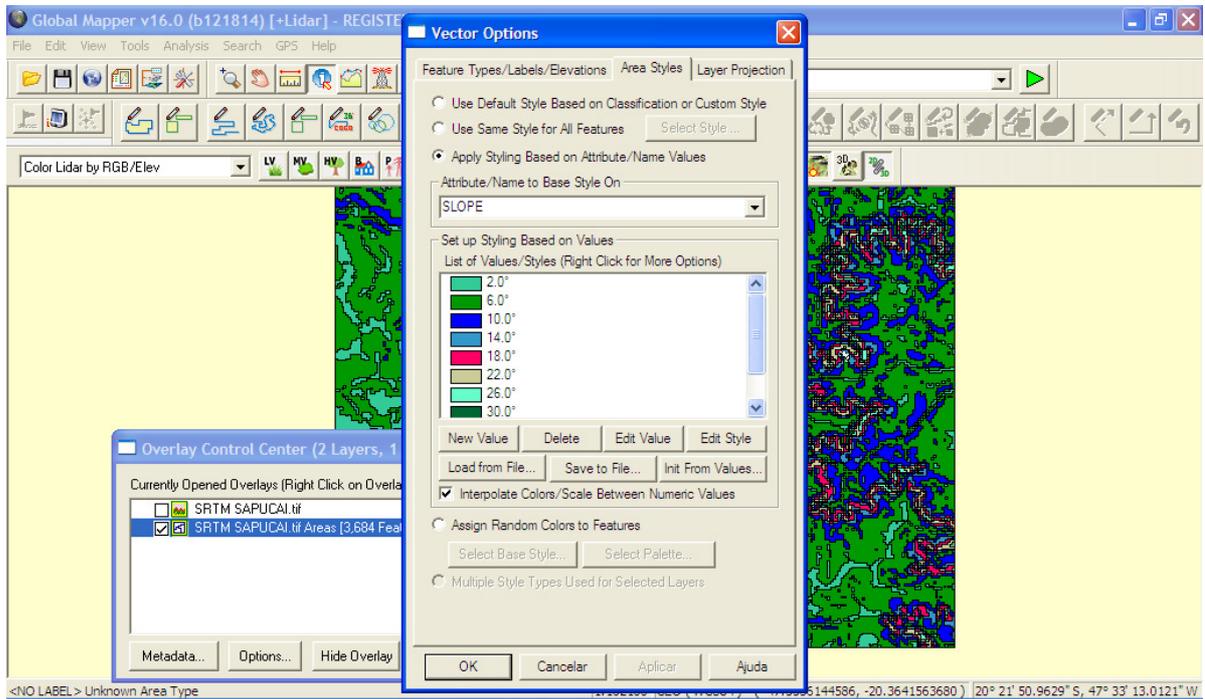
Podemos observar que cada polígono tem o seu atributo de declividade



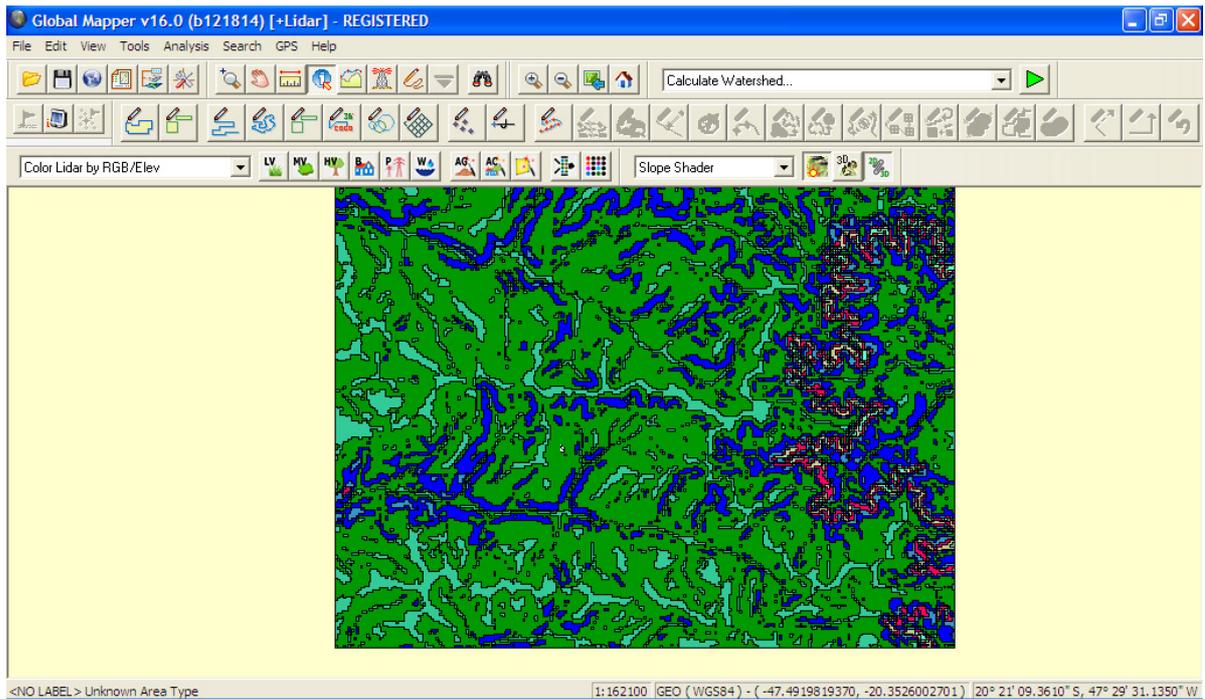
Podemos classificar toda a área e os seus polígonos conforme a declividade usando os atributos e escolhendo cores diferentes para maior visibilidade e conforto de interpretação...



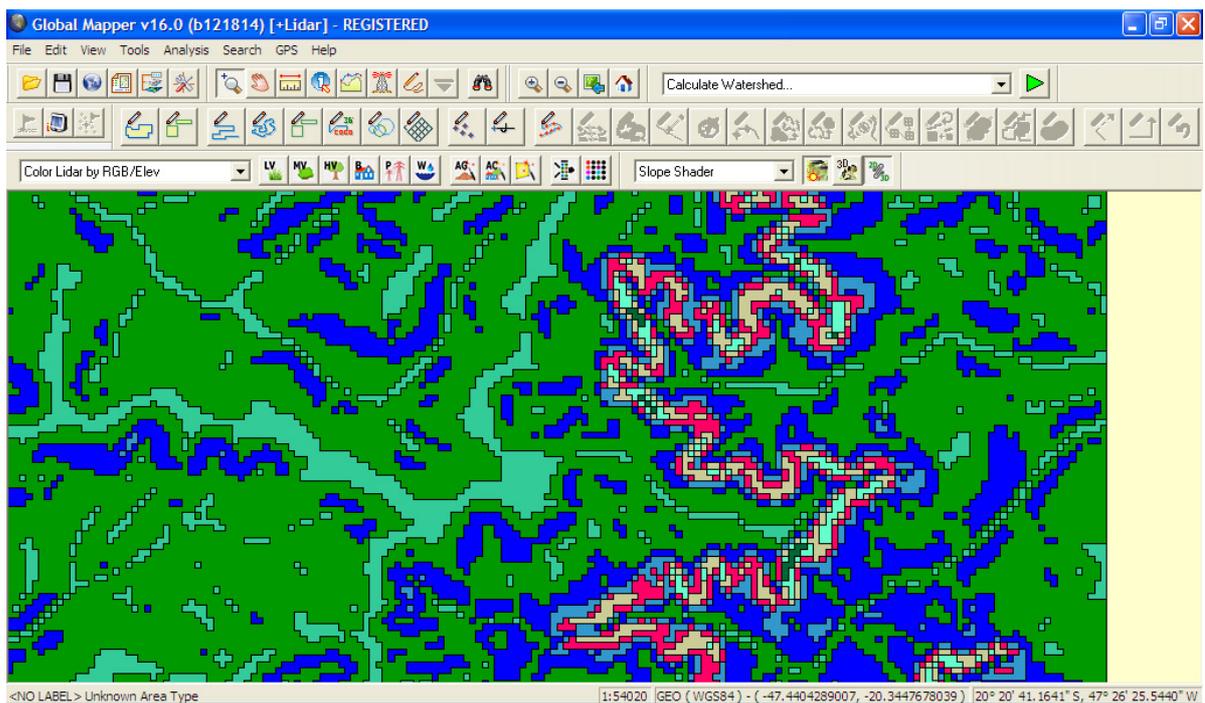
Isto pode ser feito automaticamente igualmente:



O resultado é como segue :



E com um zoom, fica como segue ;



Em breve será lançada a versão 16.1 que será o tema do próximo Webinar !

Obrigado pela atenção !

**Laurent MARTIN**  
**Instrutor Global Mapper**