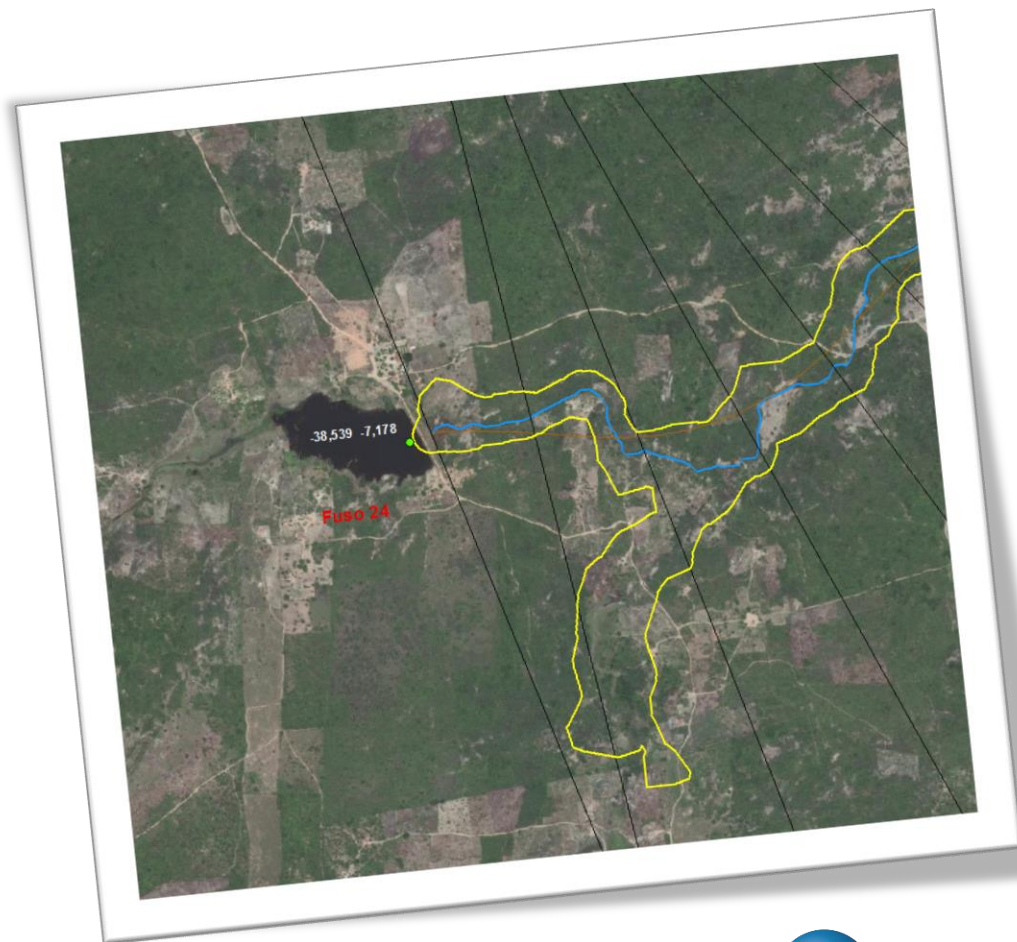


## Geração de Manchas para Classificação de Barragens Quanto ao Dano Potencial Associado

- Passo a Passo -

Marcio Bomfim

Agência Nacional de Águas  
19 e 20 de outubro de 2017



**Por gentileza!**

**Ao término do dia de trabalho,  
desligue o seu computador**

## Contexto

- Trataremos da implementação prática *adaptada* para o ambiente da ANA de metodologia desenvolvida pela Laboratório Nacional de Engenharia Civil - LNEC de Portugal para a classificação de barragens quanto ao seu Dano Potencial Associado – DPA, segundo as determinações da Política Nacional de Segurança de Barragens - Lei 12.334/2010.
- A bases teóricas e fundamentos empíricos que sustentam esses procedimentos estão descritos detalhadamente no *Produto 6 – Classificação de Barragens Pela Agência Nacional de Águas (Maio/2014)* desenvolvido pelo LNEC sob contrato com a ANA.

## Adaptações

### LNEC

- SRTM 90m
- Rio obtido de bases vetoriais
- Impõe 3m de coeficiente de segurança
- Impõe buffer de 250m

### ANA

- SRTM 30m
- Rio digitalizado caso a caso
- Não é imposto um coeficiente de segurança
- Não impõe buffer de 250m

## Adaptações

### **SRTM 90m x SRTM 30m**

À época do desenvolvimento do método (Produto 6 finalizado em maio de 2014), ainda não estava disponível o modelo SRTM de 30m, que foi publicado para todo o mundo em novembro de 2014.

## Adaptações

### Digitalizar x Usar vetor existente

- A utilização de uma base vetorial existente sempre incorre em erros de posicionamento que levaram à adoção de um buffer de 250m. Para um grande número de barragens esse buffer passou a representar sozinho a mancha para classificação quanto ao DPA. Assim, a ANA resolveu adotar a digitalização caso a caso do rio, que praticamente elimina esse erro de posicionamento.
- Outro fator que favoreceu a eliminação do buffer foi o melhor posicionamento do SRTM de 30m em relação às bases de imagens de satélite do Google Earth e BaseMap do ArcGIS .

## Adaptações

### Coeficiente de 3m

- O método calcula a vazão máxima em cada seção e tomando o formato da seção de escoamento, calcula a altura da onda. Em seguida soma esse valor de altura à cota do talvegue na seção para obter a cota máxima da onda. Portanto, tudo é feito com base nos valores relativos de cotas do SRTM numa mesma seção transversal. O método utilizado para elaboração do SRTM, interferometria radar, oferece uma boa precisão para essas cotas relativas, assim julgou-se adequado não considerar esse coeficiente de 3m, pois não importa se a seção está 3m acima ou abaixo em termos absolutos, a cota máxima e a extensão da mancha de inundação serão determinadas em relação às cotas da seção. Essa forma, o resultado depende pouco da altura absoluta da seção, importando mais os valores relativos, que são bastante precisos.
- Adicionalmente, a ANA estabeleceu uma parceria com a USGS norte-americana para o desenvolvimento de diversos aspectos da Política Nacional de Recursos Hídricos, e como resultado dessa interação, resolveu-se adotar o mesmo critério que é usado nos estudos de rompimento de barragens do USGS, nos quais o modelo digital de elevação não recebe nenhum coeficiente, sendo utilizado com seus valores originais.

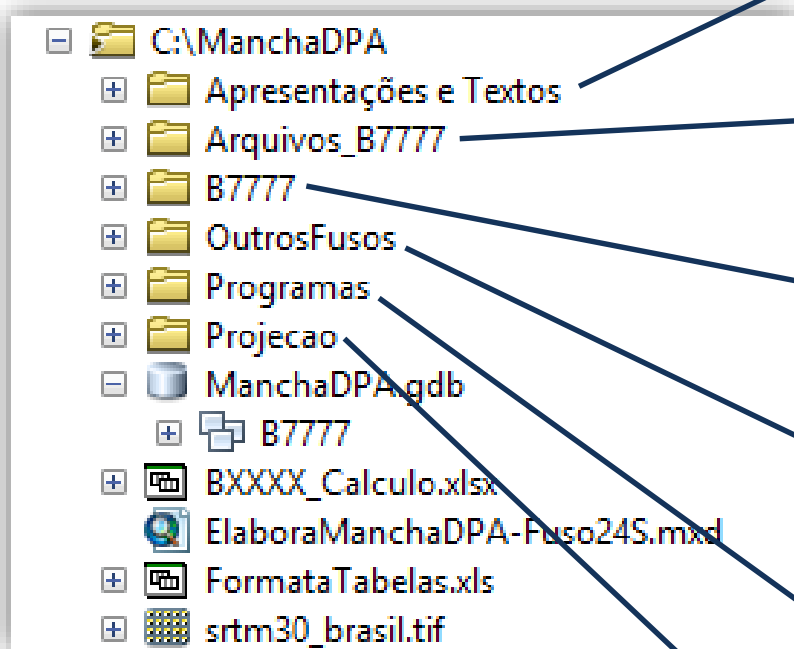


## Implementação em etapas

- 0 – Preparação do Ambiente de processamento
- 1 - Preparação do Rio.
- 2 - Preparação dos MDEs e geração de planilha Excel.
- 3 - Elaboração da mancha de DPA.



## 0 – Preparação do Ambiente de processamento



Pasta windows – Contém as apresentações e textos em Word

Pasta windows – Contém a solução do exercício com a Barragem 7777

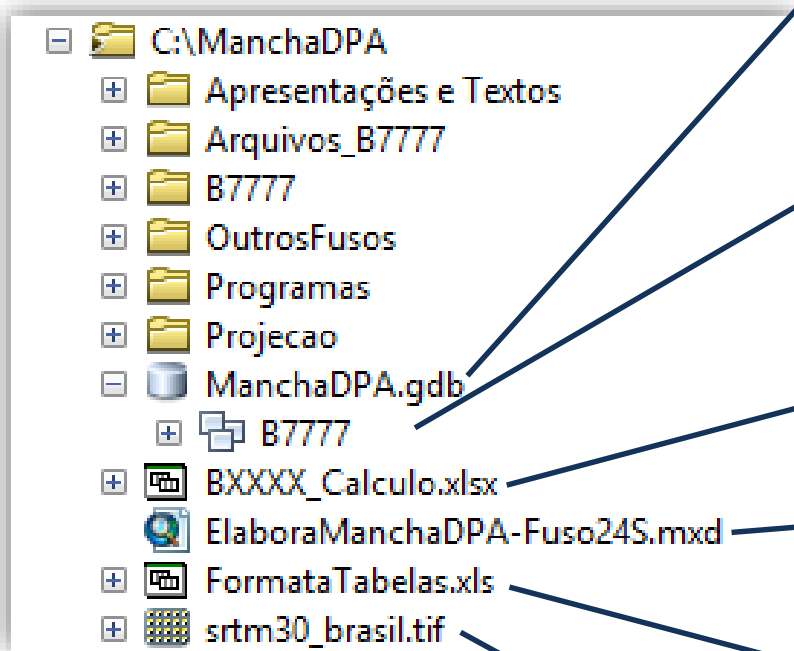
Pasta windows – Uma para cada barragem. Contém os MDEs e planilhas Excel da barragem

Pasta windows – Contém os MXDs, um para cada fuso UTM do Brasil

Pasta windows – Contém os programas em Python

Pasta windows – Contém os arquivos de configuração das projeções UTM do Brasil

## 0 – Preparação do Ambiente de processamento



Geodatabase – Armazena os temas geográficos de todas as barragens

Feature Dataset – Um para cada barragem. Espécie de pasta dentro do Geodatabase que contém os temas geográficos gerados no processamento

Planilha de Cálculo Hidráulico

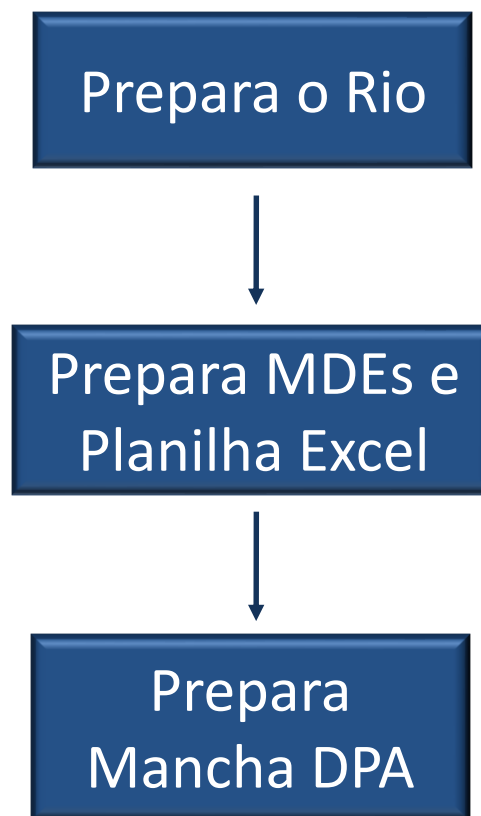
Arquivo de projeto do ArcGIS - .MXD

Planilha Excel que realiza a formatação da tabela para a entrada na planilha de cálculo hidráulico

Mosaico do SRTM 30m do Brasil

## Barragem 7777

- Coordenadas: -38,539; -7,178 (graus decimais)
- Volume: 1 hm<sup>3</sup>
- Altura: 12 m



## Prepara o Rio

1 – Digitalizar o Rio (Manualmente no ArcGIS)

2 – Partindo do traçado do rio, gera versão suavizada do traçado eliminando curvas acentuadas.

3 – Partindo do traçado suavizado, gera versão em formato *Route* (com *M Values*).

## Prepara MDEs e Planilha Excel

1 - Gera Seções Transversais (Manualmente no ArcGIS)

2 – Recorta MDE para a área da barragem.

3 – Projeta MDE recortado no sistema UTM no fuso de localização da barragem.

4 – Divide a seção em pontos e extrai sua altitude cruzando com o MDE.

5 – Gera tabela de saída em Excel.

## Prepara Mancha DPA

1 - Formata entrada e processa cálculo hidráulico (Excel)

2 – Abre tabela resultante do cálculo hidráulico.

3 – Liga valores de cota da onda de ruptura com o tema das seções transversais.

4 – Gera superfície envoltória com o topo da onda de ruptura em cada seção.

5 – Subtrai valores de cota altimétrica da superfície envoltória dos valores correspondentes do MDE.

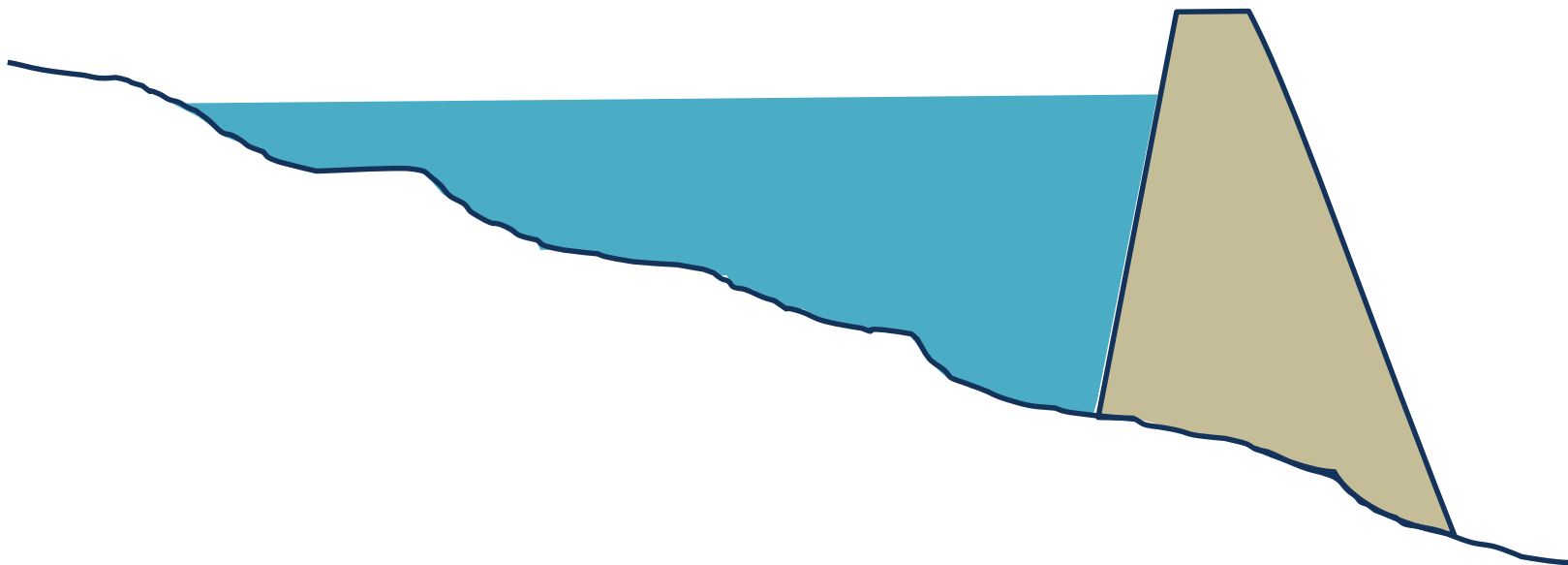


## Ajustes Finais (ArcGIS)

- 1 – Unir eventuais polígonos separados.
- 2 – Ajustar áreas molhadas.
- 3 – Eliminar manchas absurdas.
- 4 – Outros.

Exportar para Google Earth (ou outros softwares)

# Vamos começar!



## 0 – Prepara o Ambiente

Abra a pasta Windows C:\ManchaDPA

Execute o mxd

*ElaboraManchaDPA-Fuso24S*

com dois cliques

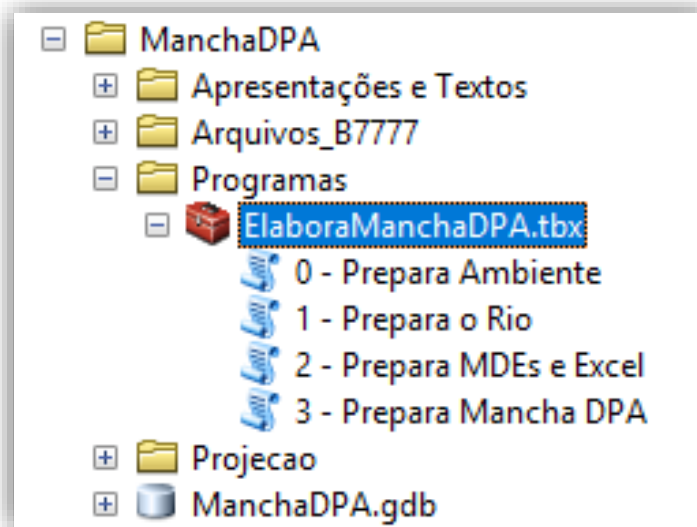
- Apresentações e Textos
- Arquivos\_B7777
- ManchaDPA.gdb
- OutrosFusos
- Programas
- Projecao
- BXXXX\_Calculo.xlsx
- ElaboraManchaDPA-Fuso24S.mxd**
- FormataTabelas.xls
- srtm30\_brasil.tfw
- srtm30\_brasil.tif
- srtm30\_brasil.tif.aux.xml
- srtm30\_brasil.tif.lyr
- srtm30\_brasil.tif.ovr
- srtm30\_brasil.tif.vat.cpg
- srtm30\_brasil.tif.vat.dbf
- srtm30\_brasil.tif.xml

## 0 – Prepara o Ambiente

1 - Acione o Catálogo – ArcCatalog – clicando no ícone  .

- **Obs:** é necessária uma licença *STANDARD* e extensões *3D Analyst* e *Spatial Analyst* (já instaladas para o Curso)

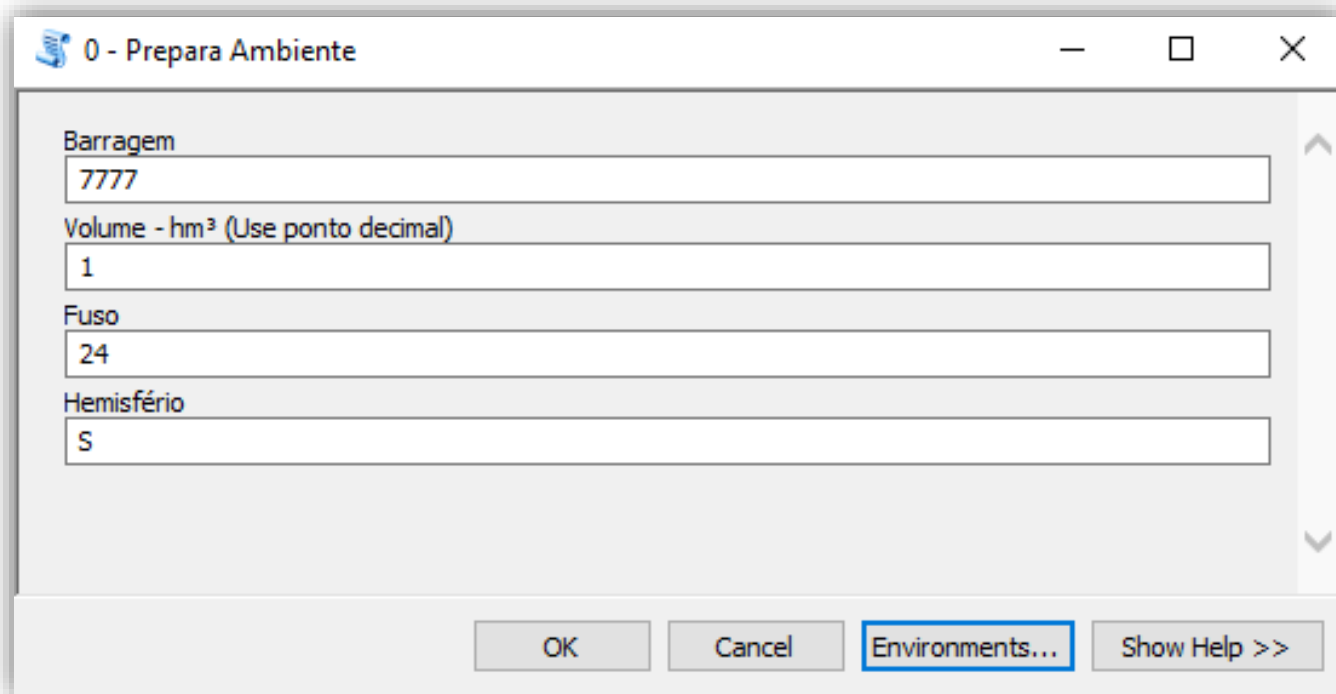
2 - Localize as toolboxes do processo no ArcCatalog



## 0 – Prepara o Ambiente

3 - Execute o processo *0 – Prepara o Ambiente*

4 - Preencha os campos de entrada conforme a figura:



0 - Prepara Ambiente

Barragem  
7777

Volume - hm<sup>3</sup> (Use ponto decimal)  
1

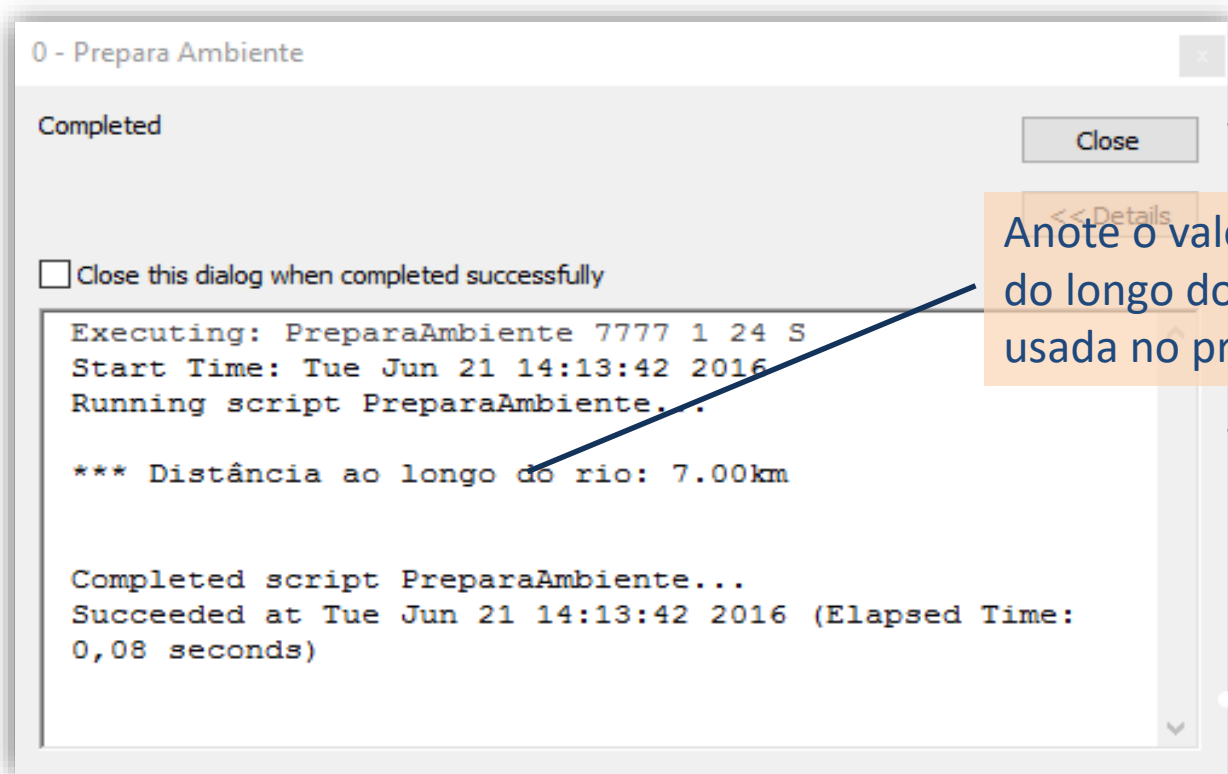
Fuso  
24

Hemisfério  
S

OK Cancel Environments... Show Help >>

## 0 – Prepara o Ambiente

### Resultado



```
0 - Prepara Ambiente
Completed
Close

 Close this dialog when completed successfully

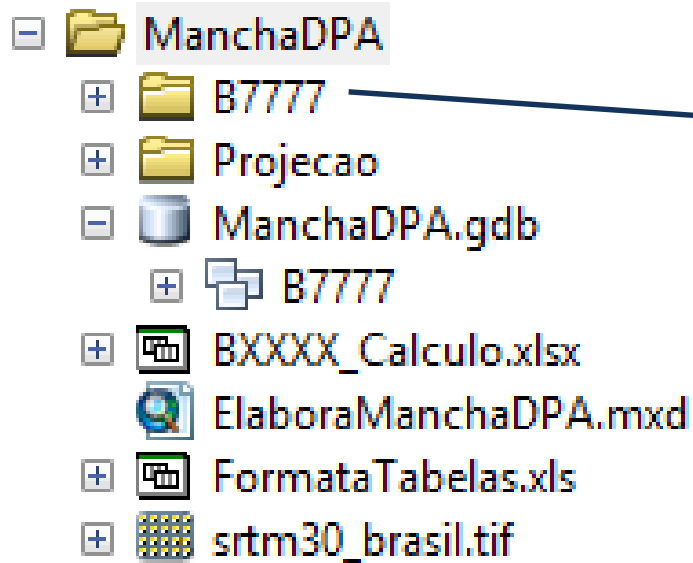
Executing: PreparaAmbiente 7777 1 24 S
Start Time: Tue Jun 21 14:13:42 2016
Running script PreparaAmbiente...

*** Distância ao longo do rio: 7.00km

Completed script PreparaAmbiente...
Succeeded at Tue Jun 21 14:13:42 2016 (Elapsed Time:
0,08 seconds)
```

Anote o valor da distância do longo do rio. Ela será usada no próximo passo

## 0 – Prepara o Ambiente



B7777\_Calculo.xlsx  
FormataTabela.xls



## 1 – Prepara o Rio

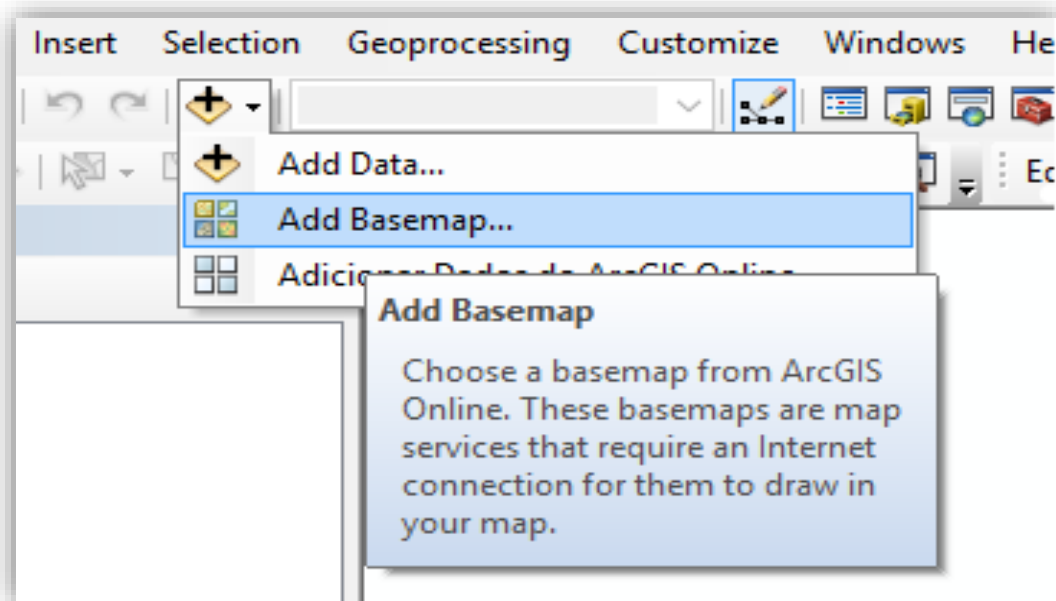


O objetivo dessa etapa é gerar um arquivo com o traçado do rio suavizado no formato *Route*.

## 1 – Prepara o Rio

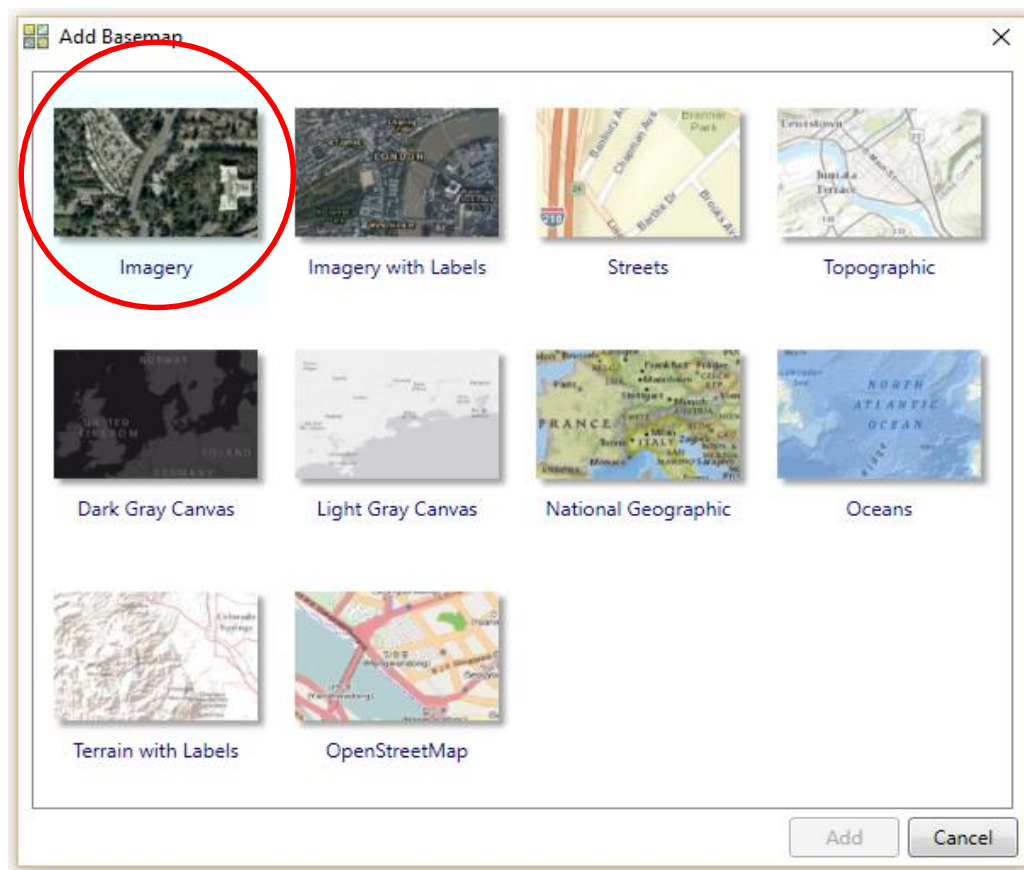
Use Imagens de satélite do *BaseMap* do *ArcGIS*

- Acione a cortina da ferramenta *Add Data*



## 1 – Prepara o Rio

- Escolha a opção *Imagery*



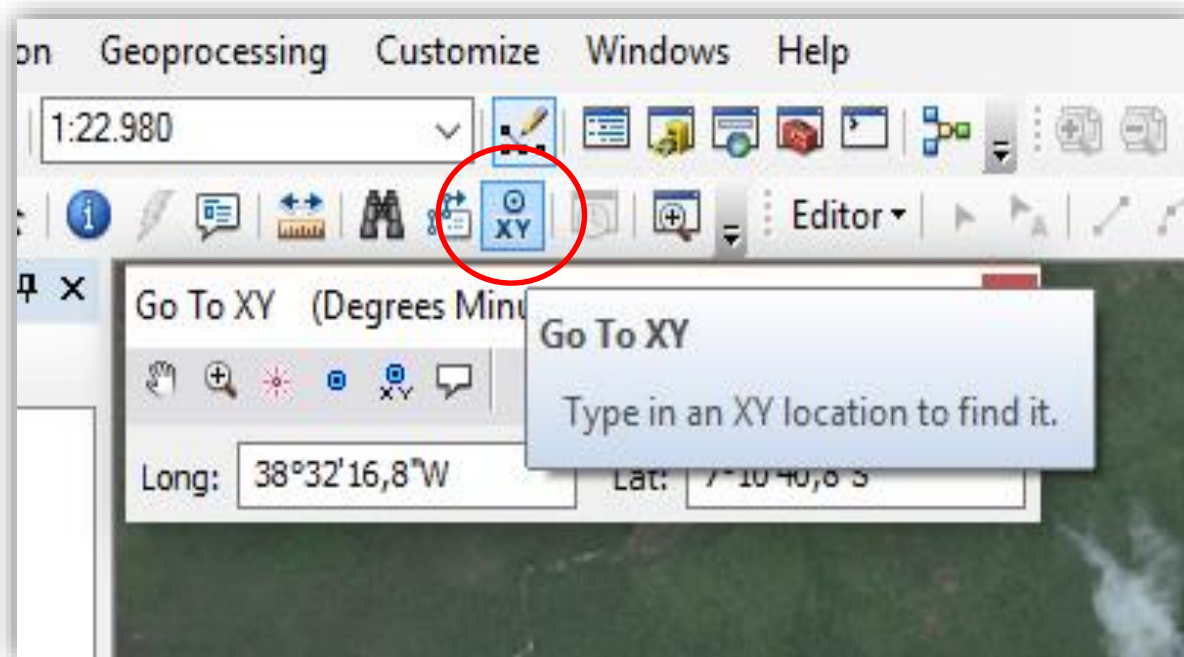
## Resultado

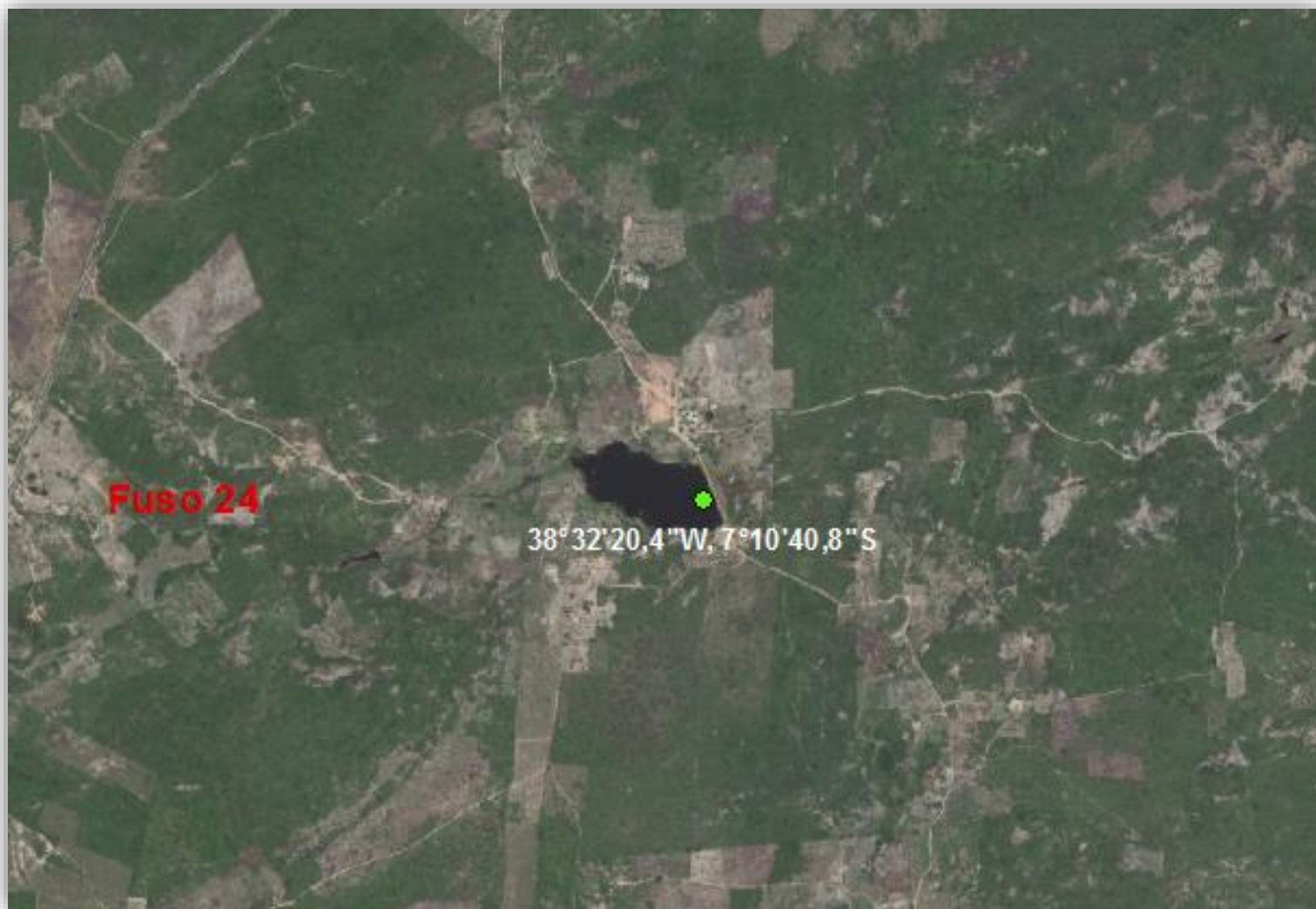




## 1 – Prepara o Rio


a) Localize a barragem posicionando um ponto nas coordenadas **(-38,539; -7,178)**. Use a função *Go To XY*

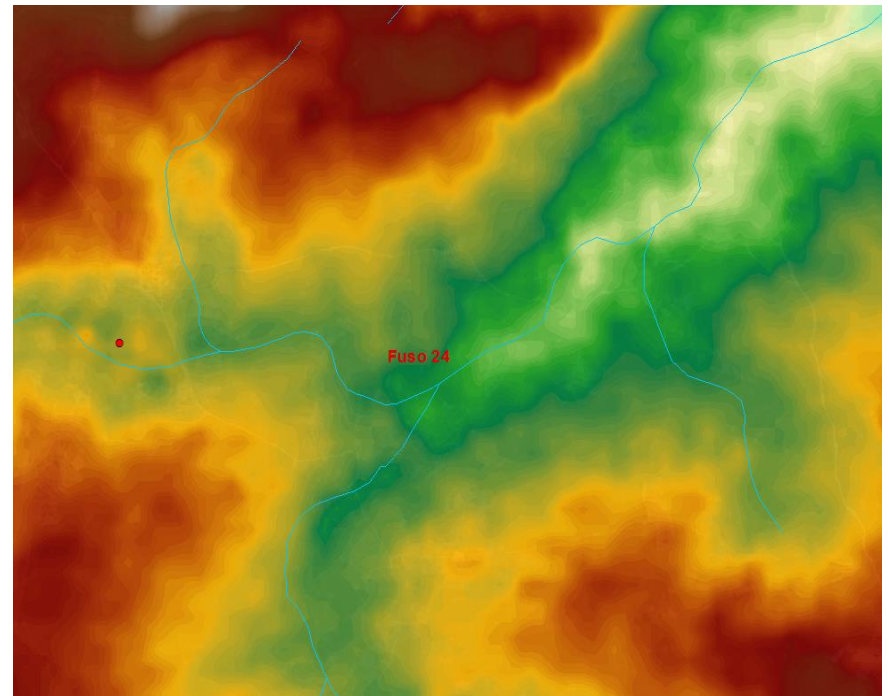




## 1 – Prepara o Rio

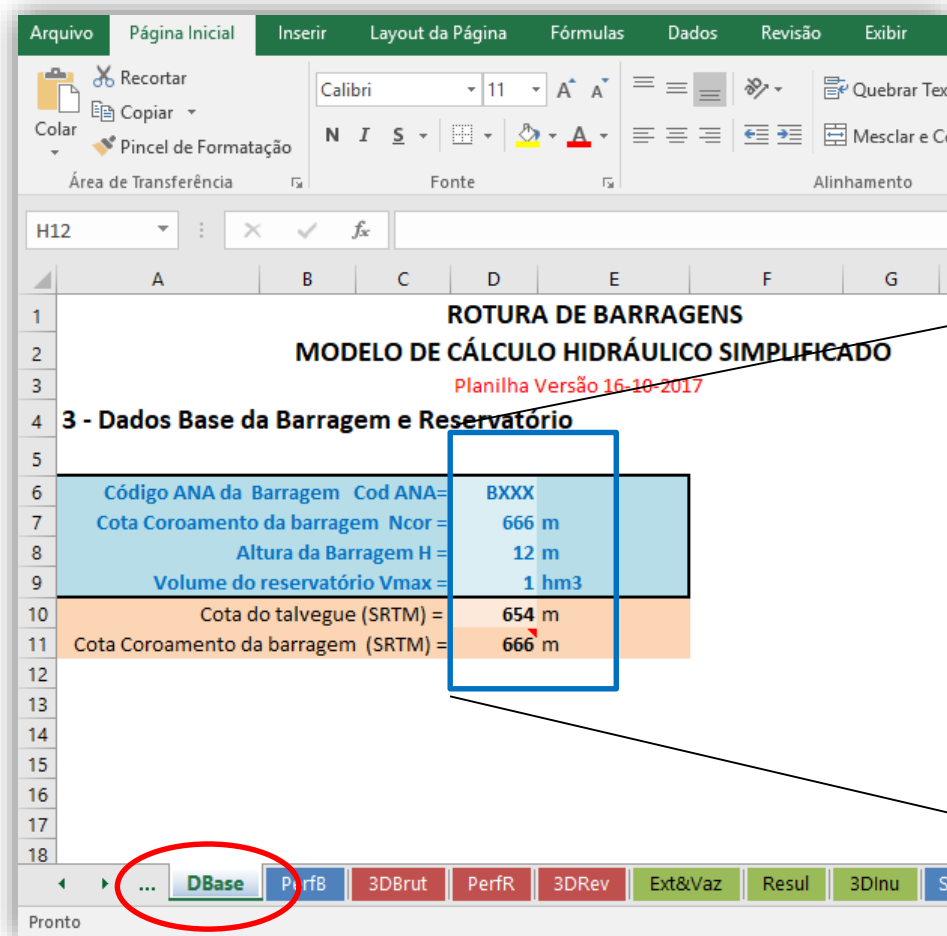
Use o MDE

- Acione a ferramenta *Add Data*
- Na pasta C:\ManchaDPA abra o arquivo  `srtm30_brasil.tif.lyr`





## 5 - Preencha os dados básicos da barragem na planilha *B7777\_Calculo.xlsx*, pasta *DBase*:



**ROTURA DE BARRAGENS**  
**MODELO DE CÁLCULO HIDRÁULICO SIMPLIFICADO**  
Planilha Versão 16-10-2017

**3 - Dados Base da Barragem e Reservatório**

Código ANA da Barragem Cod ANA=	BXXX
Cota Coroamento da barragem Ncor =	666 m
Altura da Barragem H =	12 m
Volume do reservatório Vmax =	1 hm <sup>3</sup>
Cota do talvegue (SRTM) =	654 m
Cota Coroamento da barragem (SRTM) =	666 m

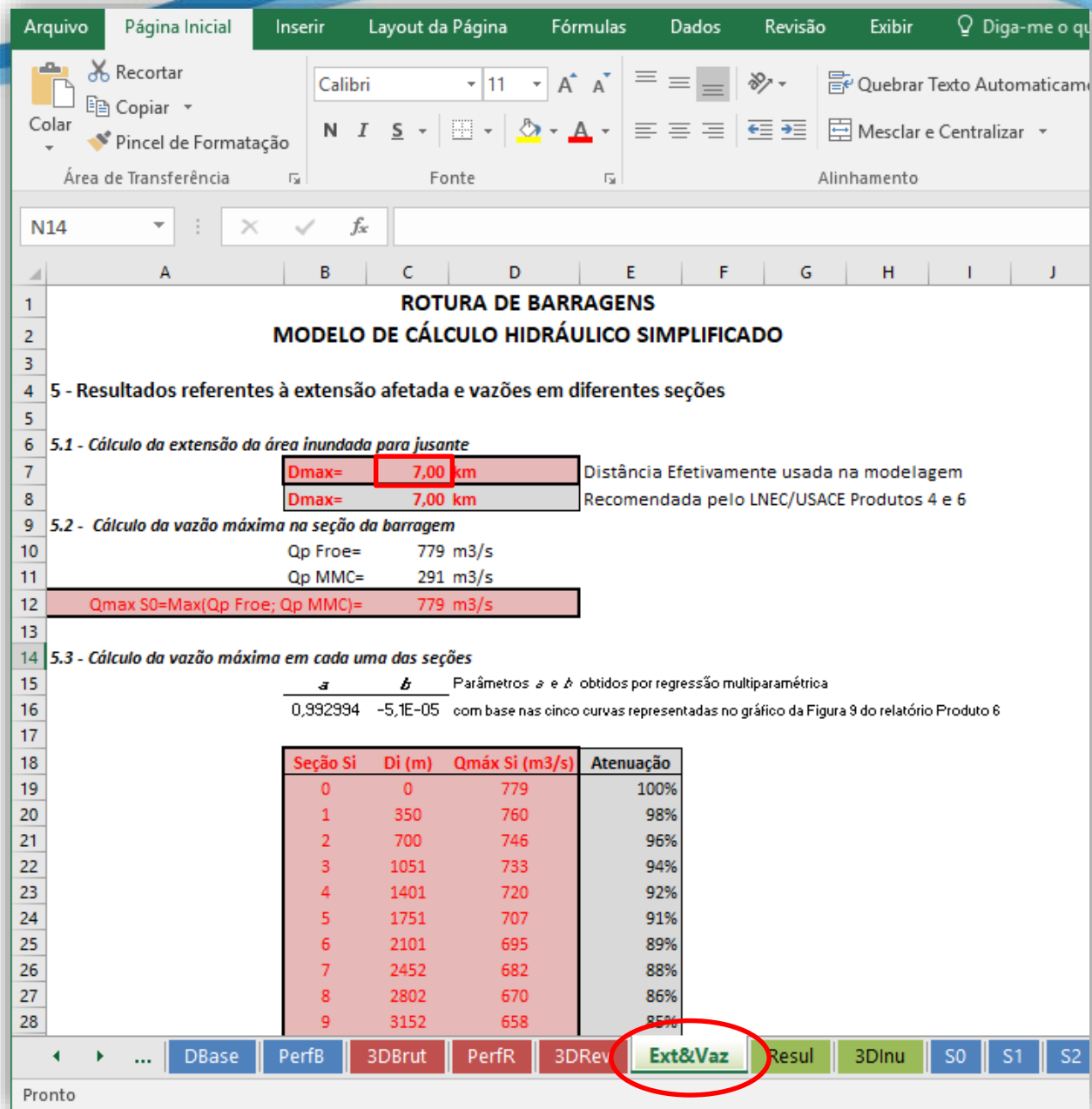
... **DBase** PerfB 3DBrut PerfR 3DRev Ext&Vaz Resul 3DInu S

<b>BXXX</b>	
<b>666 m</b>	
<b>12 m</b>	
<b>1 hm<sup>3</sup></b>	
<b>654 m</b>	
<b>666 m</b>	

6 – Verifique a distância recomendada para a simulação e, se desejar, estipule outro valor na célula C7, pasta *Ext&Vaz* da planilha

*B7777\_Calculo.xlsx*:

Salve a planilha



**ROTURA DE BARRAGENS**  
**MODELO DE CÁLCULO HIDRÁULICO SIMPLIFICADO**

5 - Resultados referentes à extensão afetada e vazões em diferentes seções

5.1 - Cálculo da extensão da área inundada para jusante

Dmax= 7,00 km Distância Efetivamente usada na modelagem

Dmax= 7,00 km Recomendada pelo LNEC/USACE Produtos 4 e 6

5.2 - Cálculo da vazão máxima na seção da barragem

Qp Froe= 779 m3/s

Qp MMC= 291 m3/s

Qmax S0=Max(Qp Froe; Qp MMC)= 779 m3/s

5.3 - Cálculo da vazão máxima em cada uma das seções

$\alpha$   $\beta$  Parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$  obtidos por regressão multiparamétrica com base nas cinco curvas representadas no gráfico da Figura 9 do relatório Produto 6

0,992994 -5,1E-05

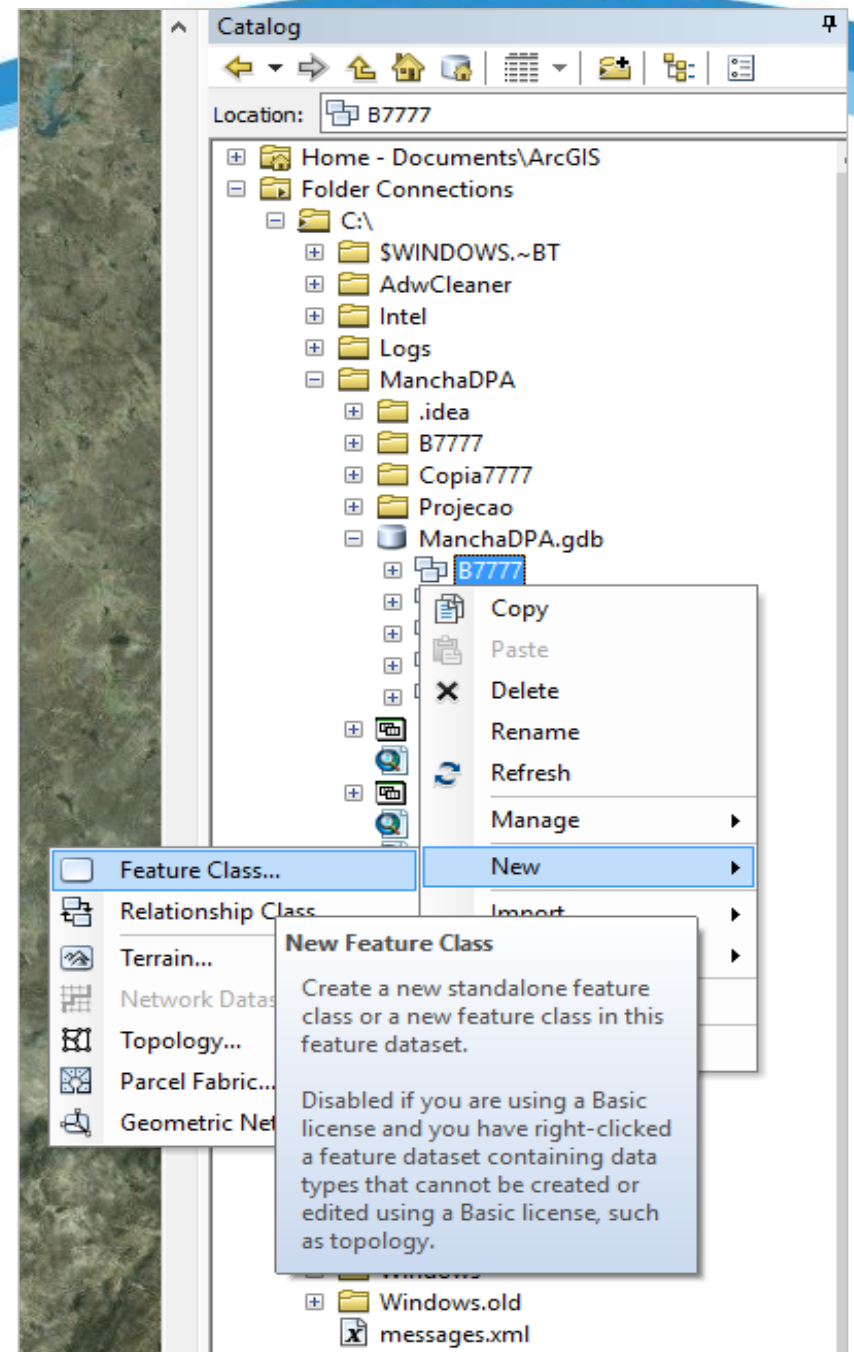
Seção Si	Di (m)	Qmáx Si (m3/s)	Atenuação
0	0	779	100%
1	350	760	98%
2	700	746	96%
3	1051	733	94%
4	1401	720	92%
5	1751	707	91%
6	2101	695	89%
7	2452	682	88%
8	2802	670	86%
9	3152	658	85%

DBase PerfB 3DBrut PerfR 3DRev **Ext&Vaz** Result 3DInu S0 S1 S2

## 1 – Prepara o Rio

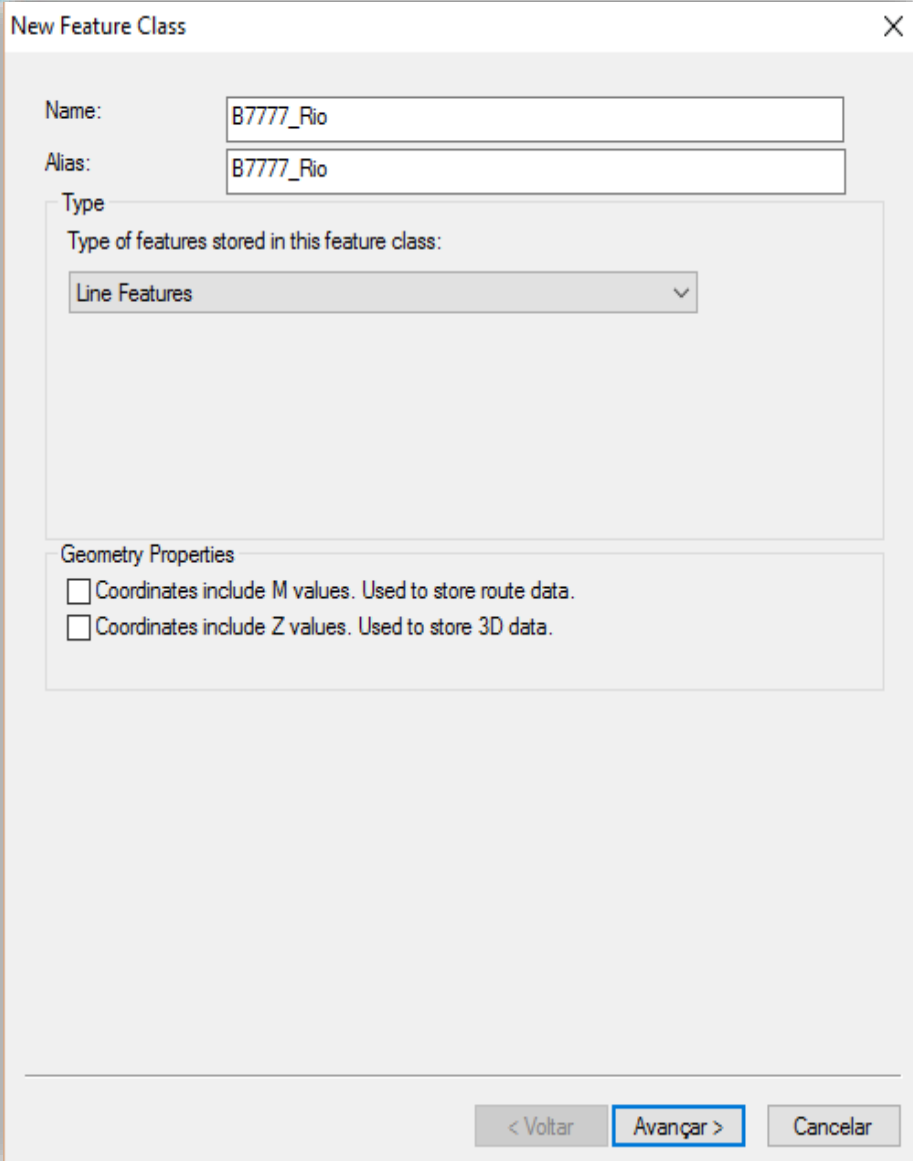
b) Para criar uma *Feature Class* na *Feature Dataset* B7777 com o nome **B7777\_Rio**:

- No *Catalog*, clique com o botão direito sobre o nome da *feature dataset* B7777.



## 1 – Prepara o Rio

- Forneça o Nome ***B7777\_Rio***; o mesmo para Nome Alternativo (Alias).
  - Selecione como **tipo** a opção *Linha (Line Feature)*.
- c) Finalize com valores *default* clicando em Avançar até encerrar o processo.



New Feature Class

Name: B7777\_Rio

Alias: B7777\_Rio

Type

Type of features stored in this feature class:

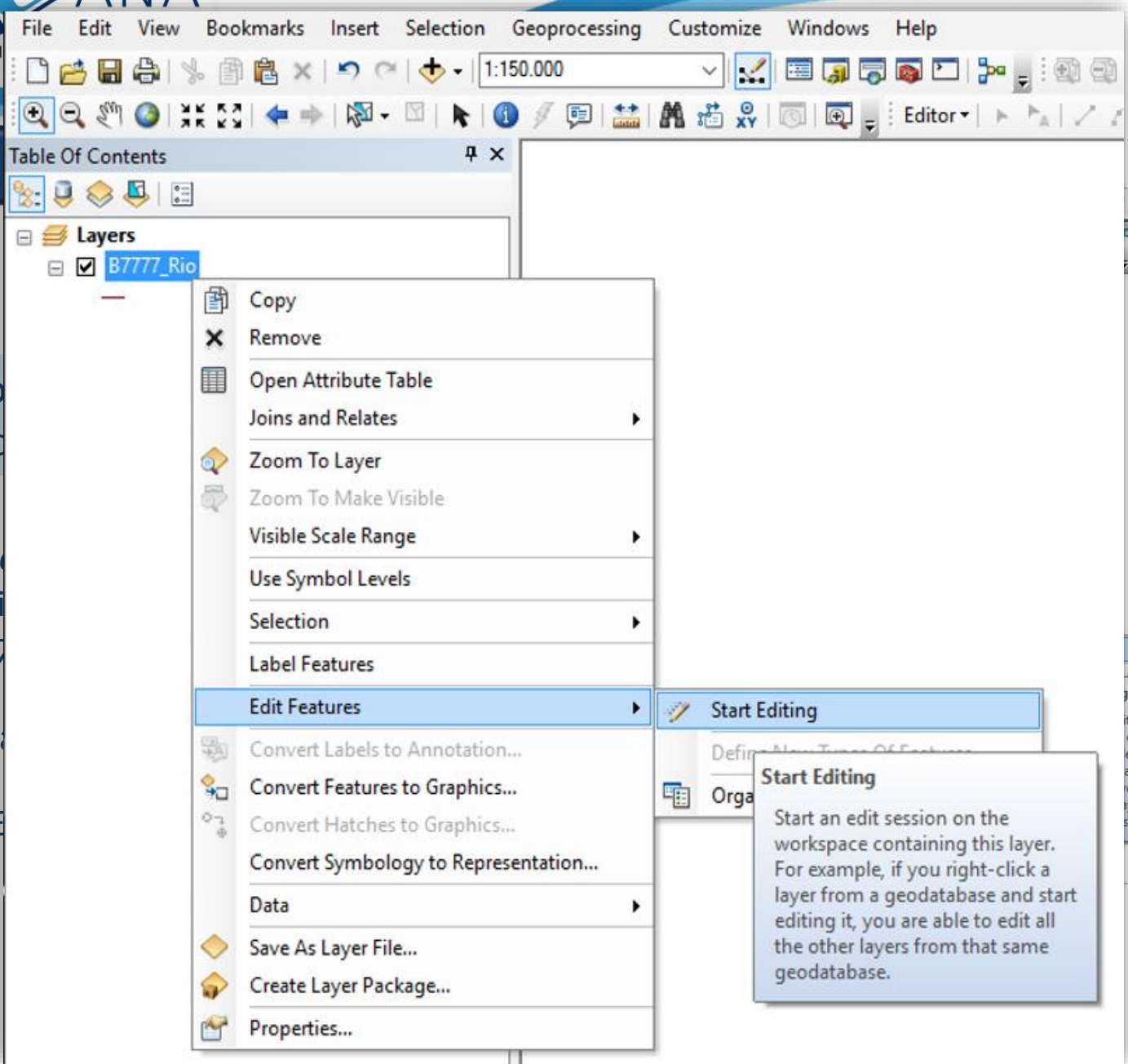
Line Features

Geometry Properties

Coordinates include M values. Used to store route data.

Coordinates include Z values. Used to store 3D data.

< Voltar Avançar > Cancelar



1

d) Para co  
edição e c

- Na *Table*  
tela), cli  
tema *B7*
- Acione
- Iniciar E

Start Editing

**Start Editing**  
Start an edit session on the workspace containing this layer. For example, if you right-click a layer from a geodatabase and start editing it, you are able to edit all the other layers from that same geodatabase.

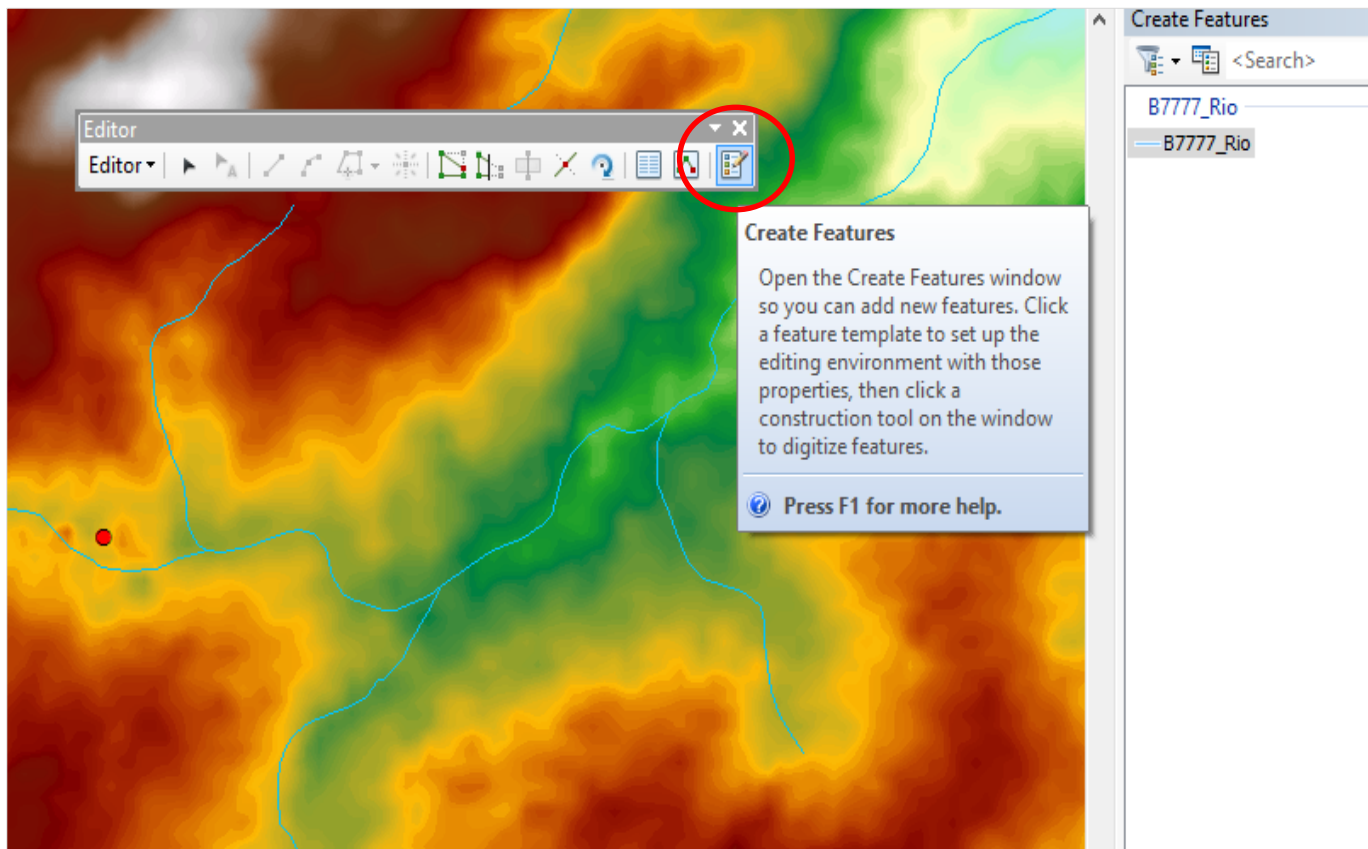


it session on the  
containing this layer.  
e, if you right-click a  
a geodatabase and start  
you are able to edit all  
ayers from that same  
se.

## 1 – Prepara o Rio

### Retomando a edição do Rio

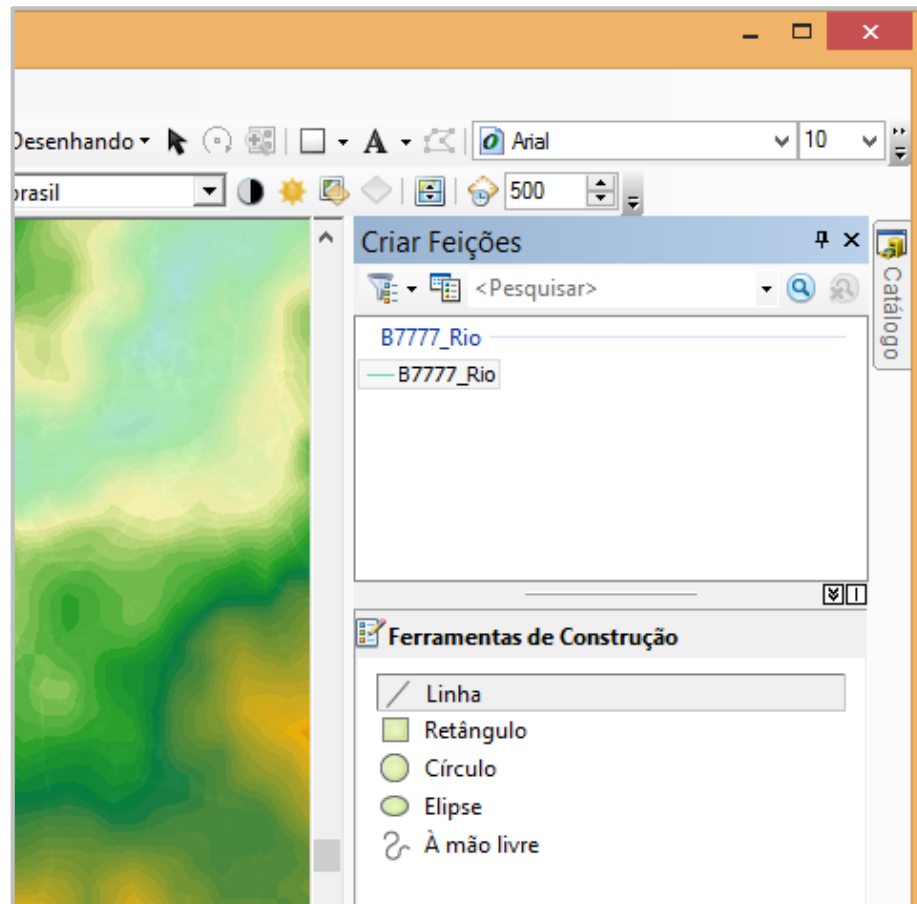
- Na barra de Edição, clique no ícone  para criar o traçado do rio.





## 1 – Prepara o Rio

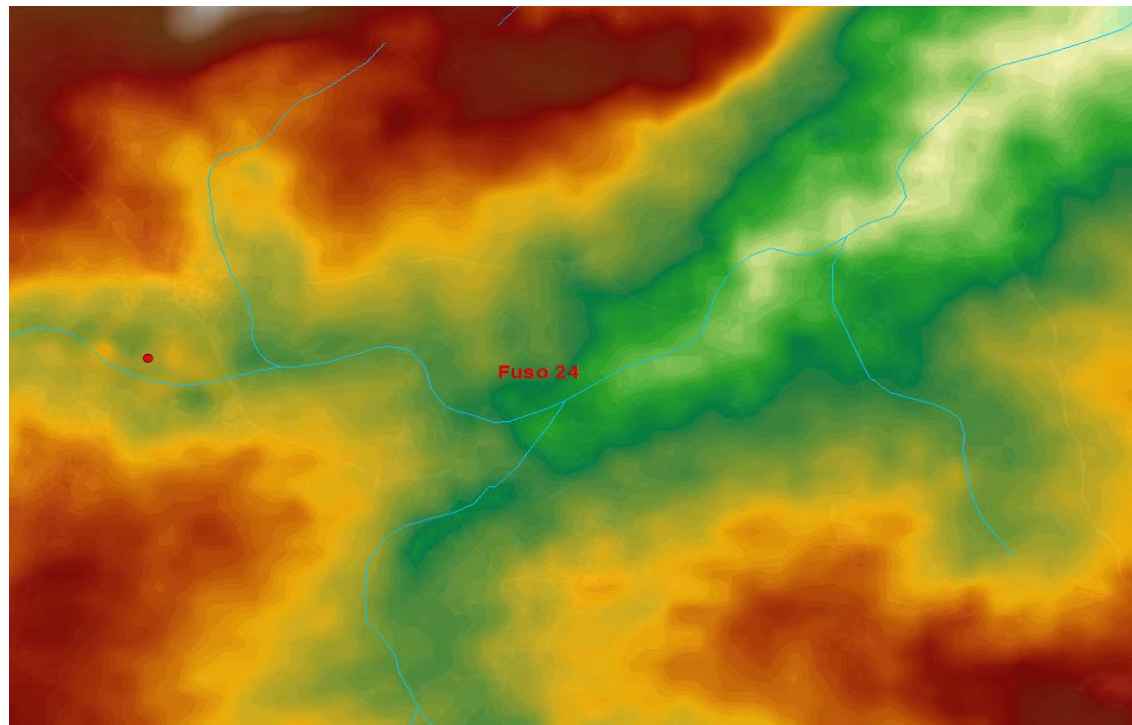
- No menu *Create Feature* (*Criar Feições*), clique no nome do tema (*B7777\_Rio*) e escolha *Linha* como *Ferramenta de Construção*.



## 1 – Prepara o Rio

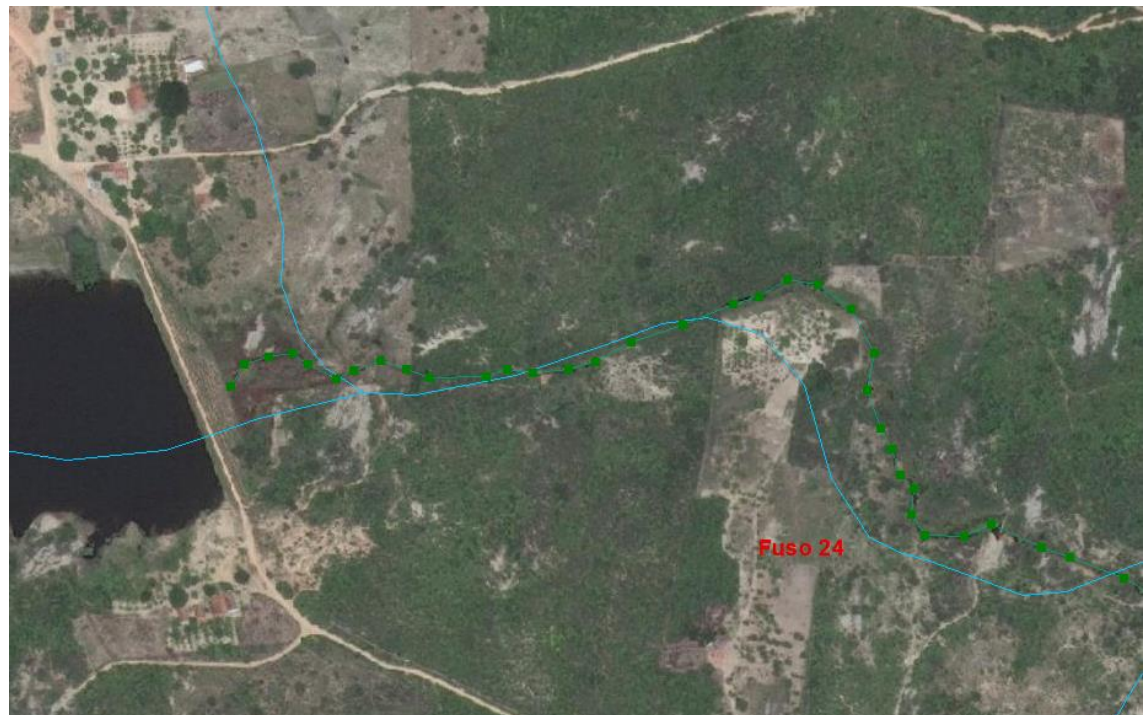
- Trace o rio orientando-se pelas informações disponíveis (Imagem e/ou MDE e/ou rede hidrográfica vetorial).

Dê preferência  
ao MDE



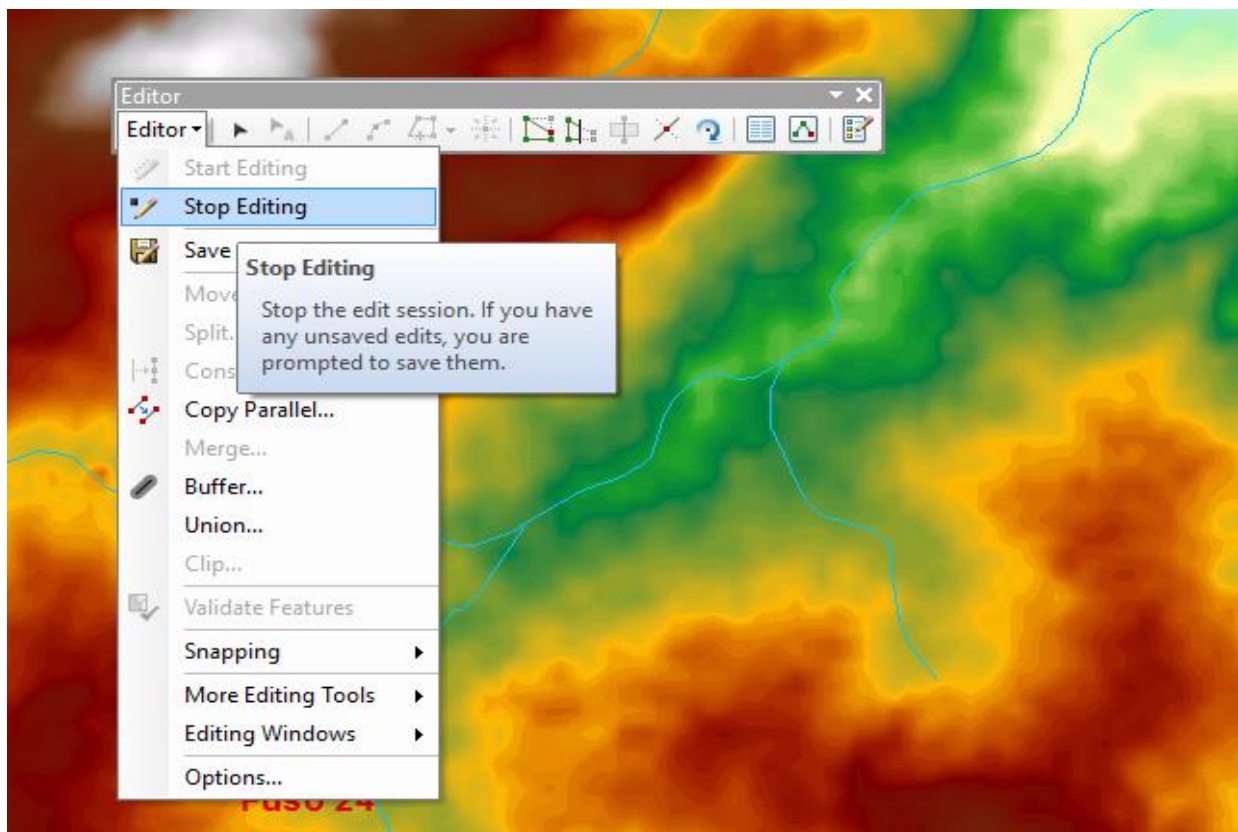
## 1 – Prepara o Rio

e) Utilize o valor de distância a ser modelada calculado pelo processo anterior (neste caso, 7 Km)



## 1 – Prepara o Rio

f) Finalize e salve a seção de edição.

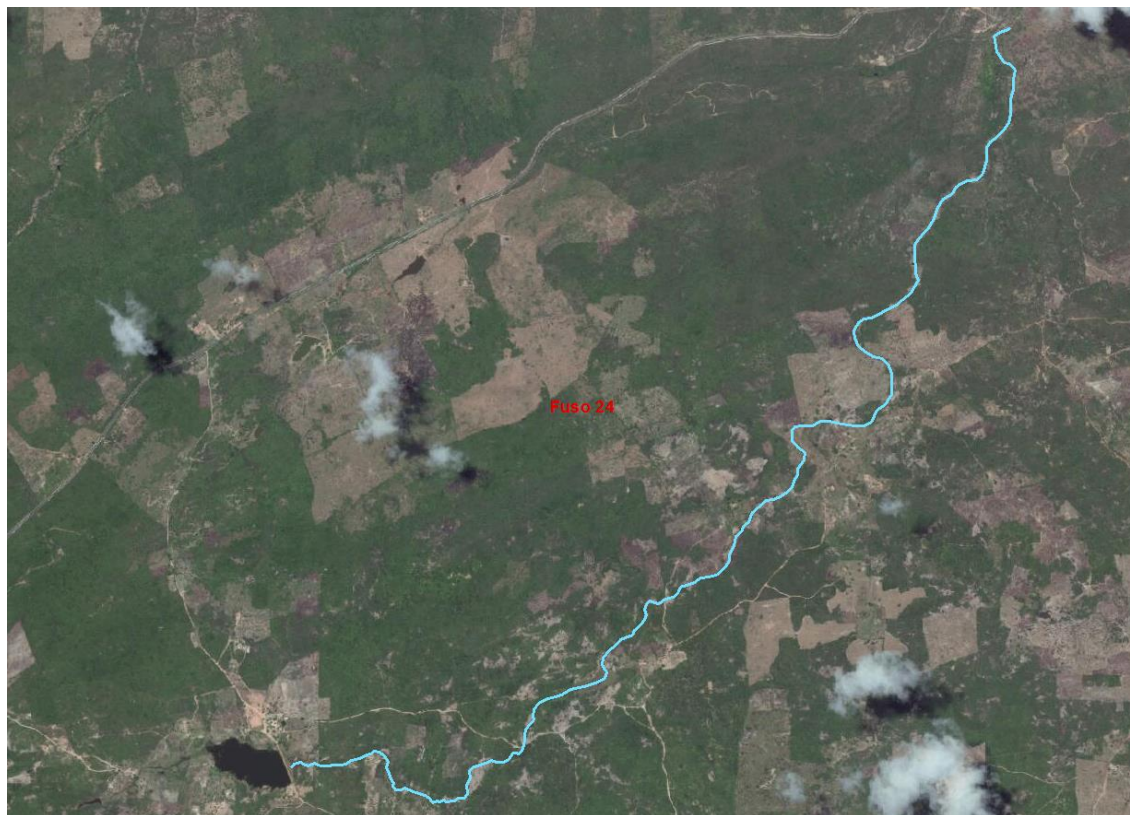




## 1 – Prepara o Rio

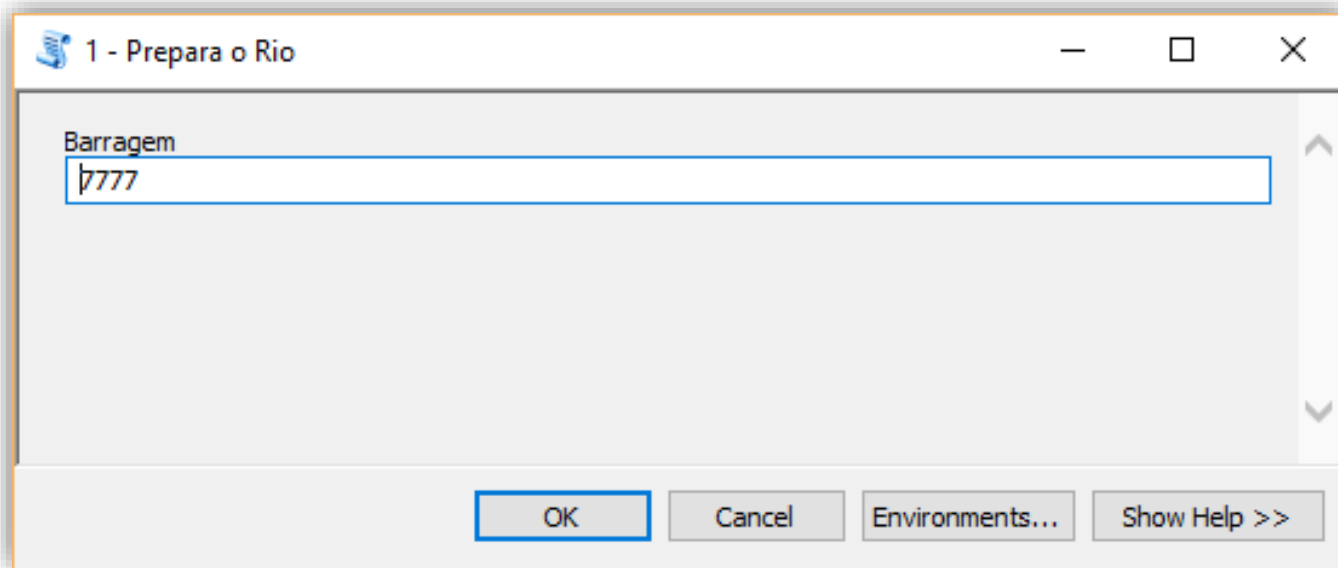
g) Volte às Toolboxes (no Catalog) e Execute o procedimento

### **1 – Prepara o Rio**



## 1 – Prepara o Rio

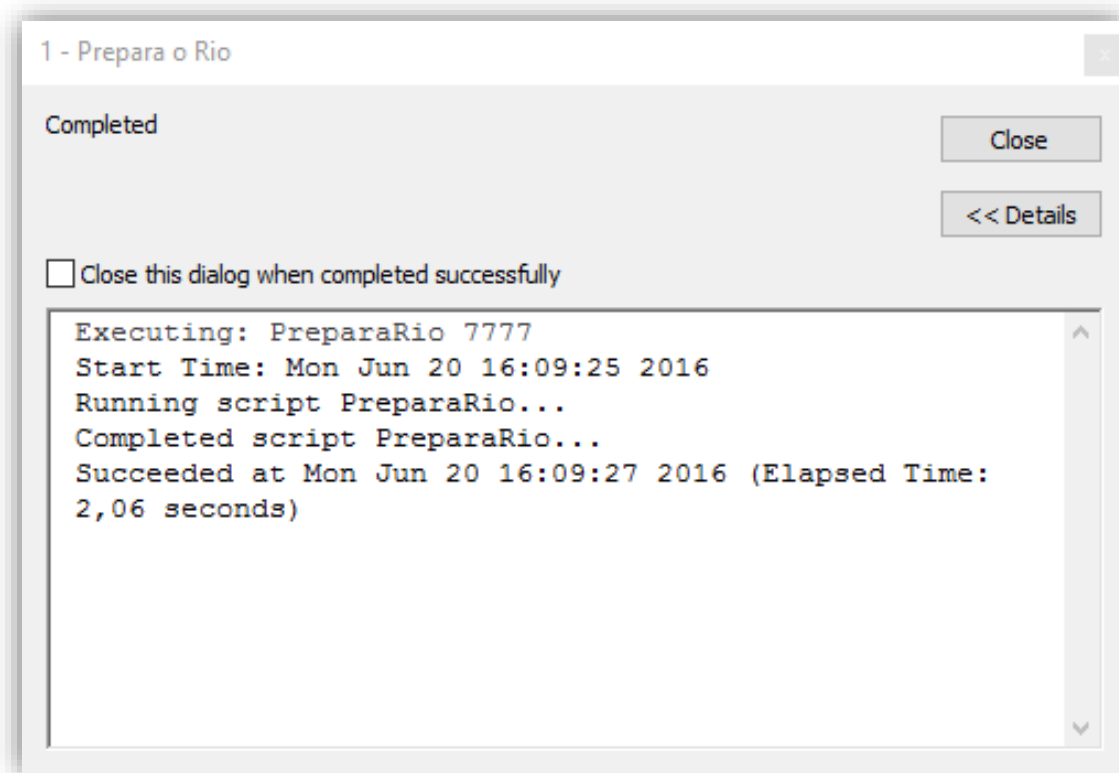
h) Preencha o campo com o número da barragem





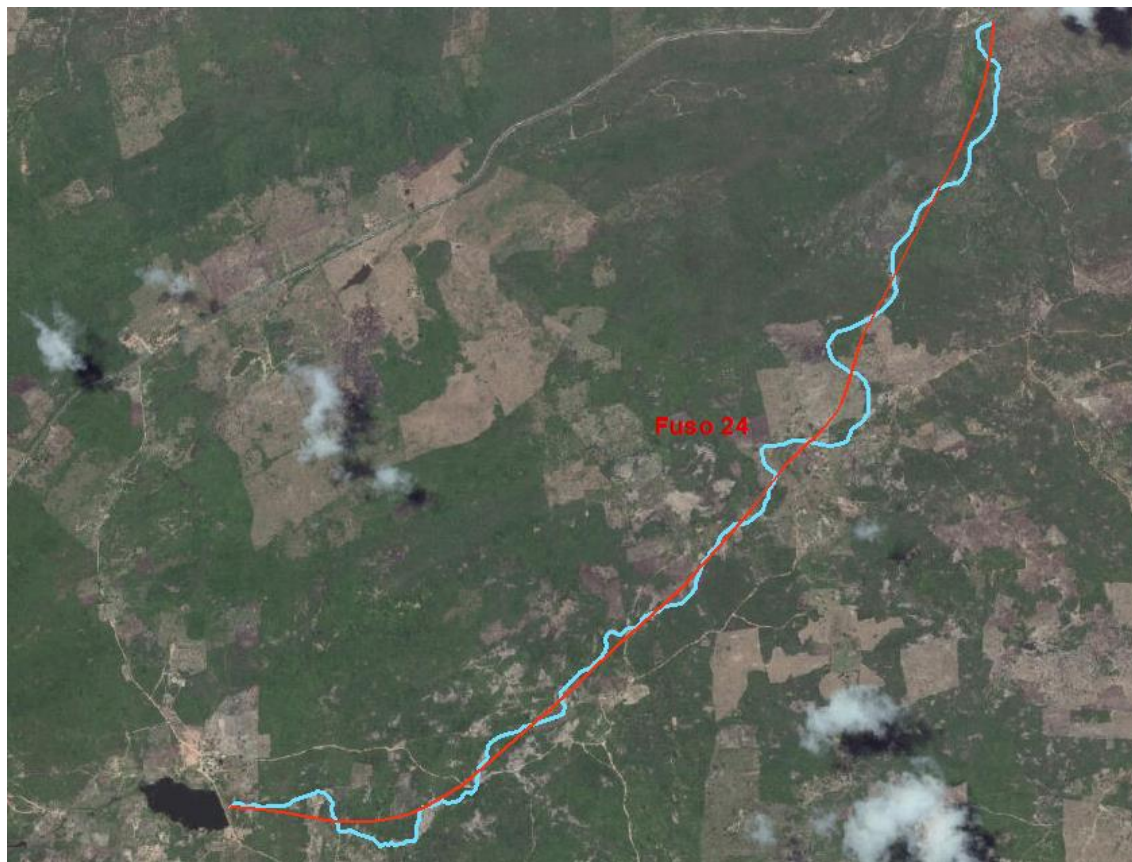
## 1 – Prepara o Rio

Ao término do processo é apresentada a tela:

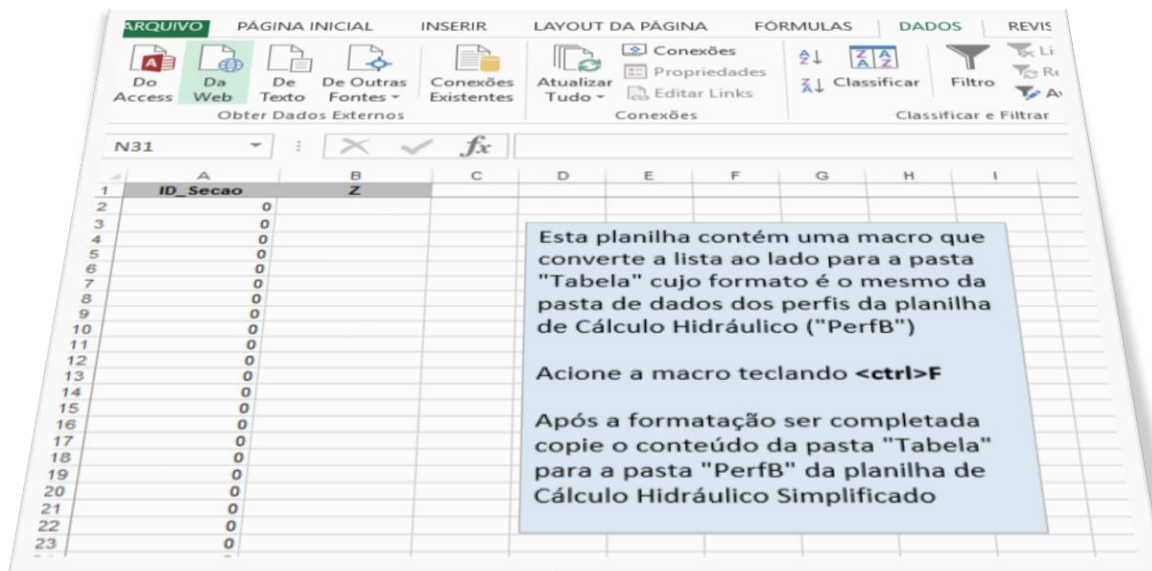


```
1 - Prepara o Rio
Completed
Close
<< Details
 Close this dialog when completed successfully
Executing: PreparaRio 7777
Start Time: Mon Jun 20 16:09:25 2016
Running script PreparaRio...
Completed script PreparaRio...
Succeeded at Mon Jun 20 16:09:27 2016 (Elapsed Time:
2,06 seconds)
```

## 1 – Prepara o Rio



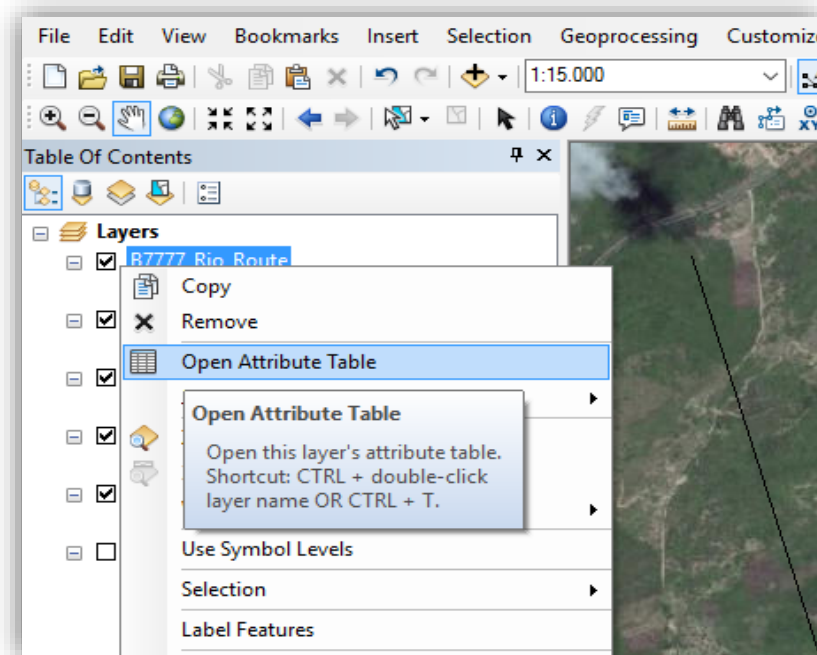
## 2 - Preparação dos MDEs e geração de planilha Excel



O objetivo dessa etapa é gerar uma planilha Excel contendo as cotas das 21 seções transversais. Nessa planilha, cada uma das seções é representada por 81 pontos totalizando 1701 pontos.

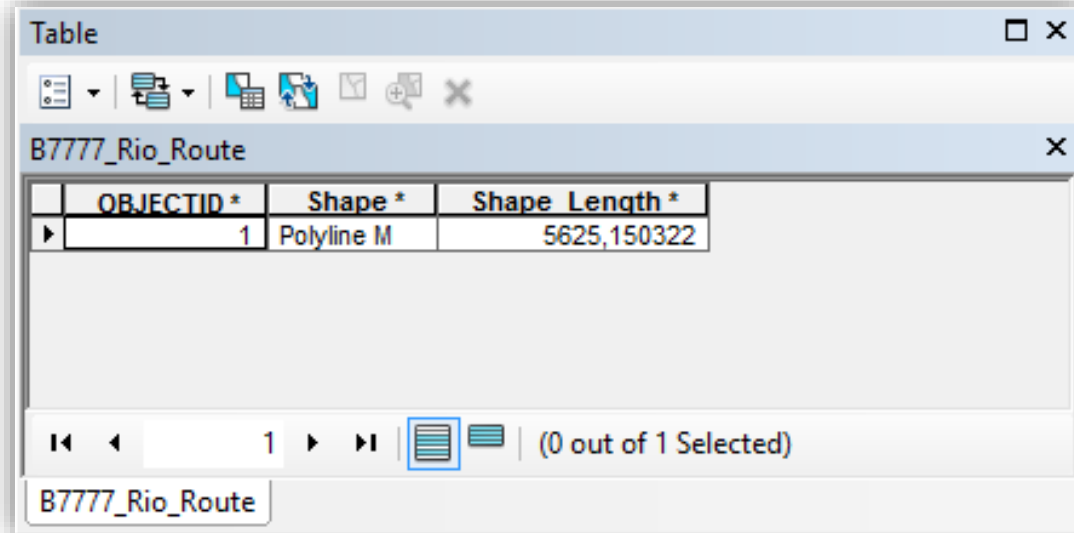
## 2 - Prepara MDEs e Excel

- Primeiramente devem ser traçadas as seções transversais.
- Clique com o botão direito sobre o tema *B7777\_Rio\_Route*.
- Abra a tabela de atributos:



## 2 - Prepara MDEs e Excel

d) Observe no campo *Shape\_Length* que o comprimento do rio suavizado é menor que o do rio original. Divida esse valor por 20 e use o resultado como espaçamento entre as seções transversais nas próximas telas ( **$5.625/20 = 280$** )



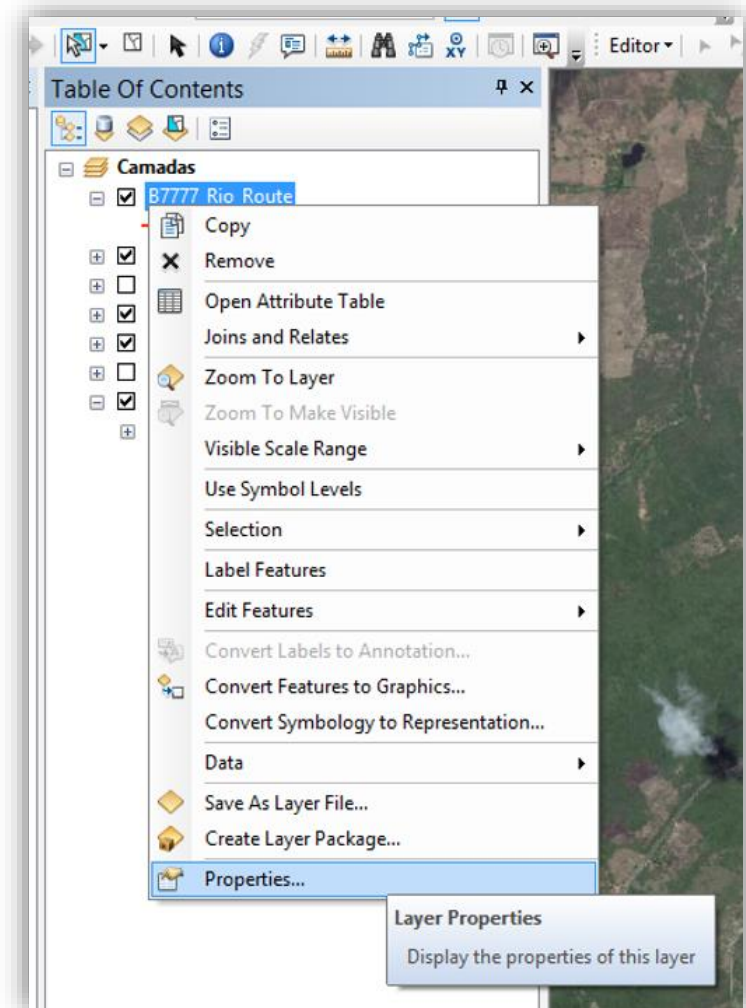
The screenshot shows a software window titled "Table" with a toolbar and a table. The table has three columns: "OBJECTID\*", "Shape\*", and "Shape Length\*". The first row contains the values "1", "Polyline M", and "5625,150322". The window also shows navigation controls and a status bar indicating "(0 out of 1 Selected)".

OBJECTID*	Shape*	Shape Length*
1	Polyline M	5625,150322



## 2 - Prepara MDEs e Excel

e) Clique com o botão direito no tema *B7777\_Rio\_Route* e acione a opção *Properties*.

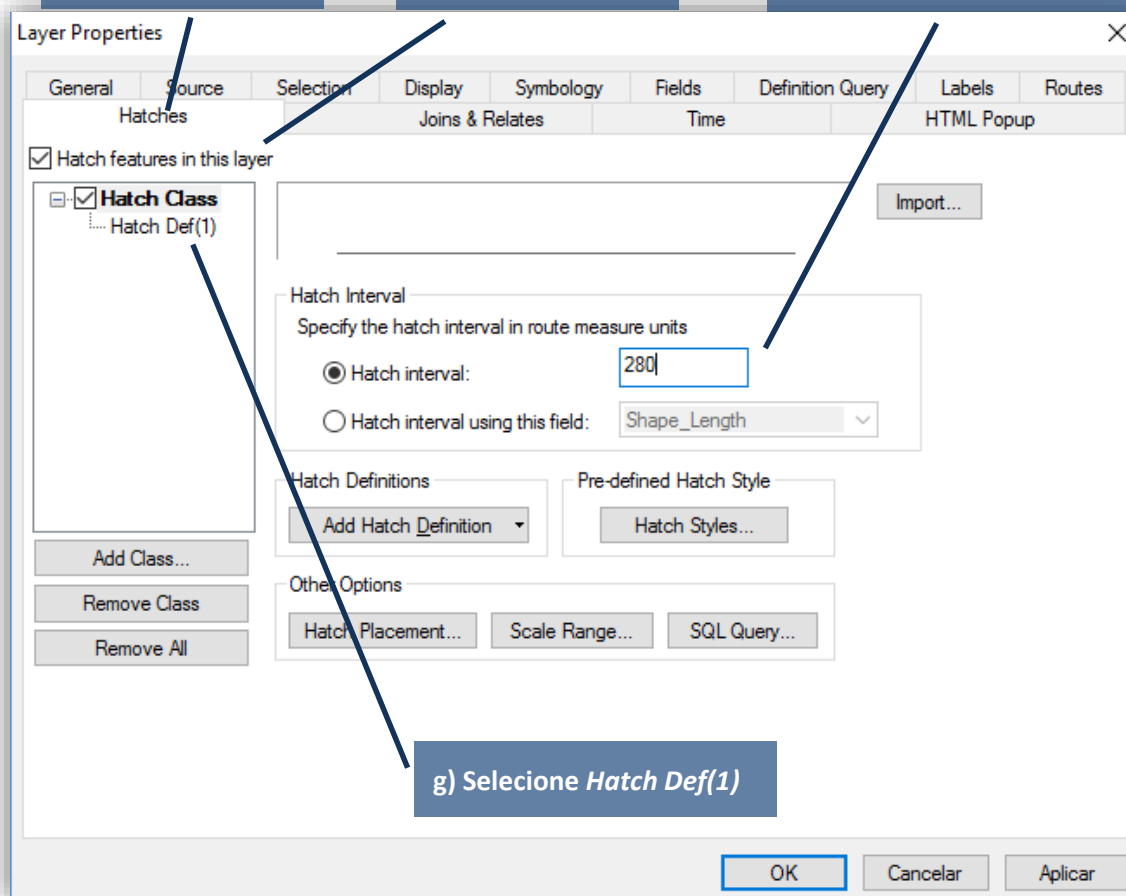




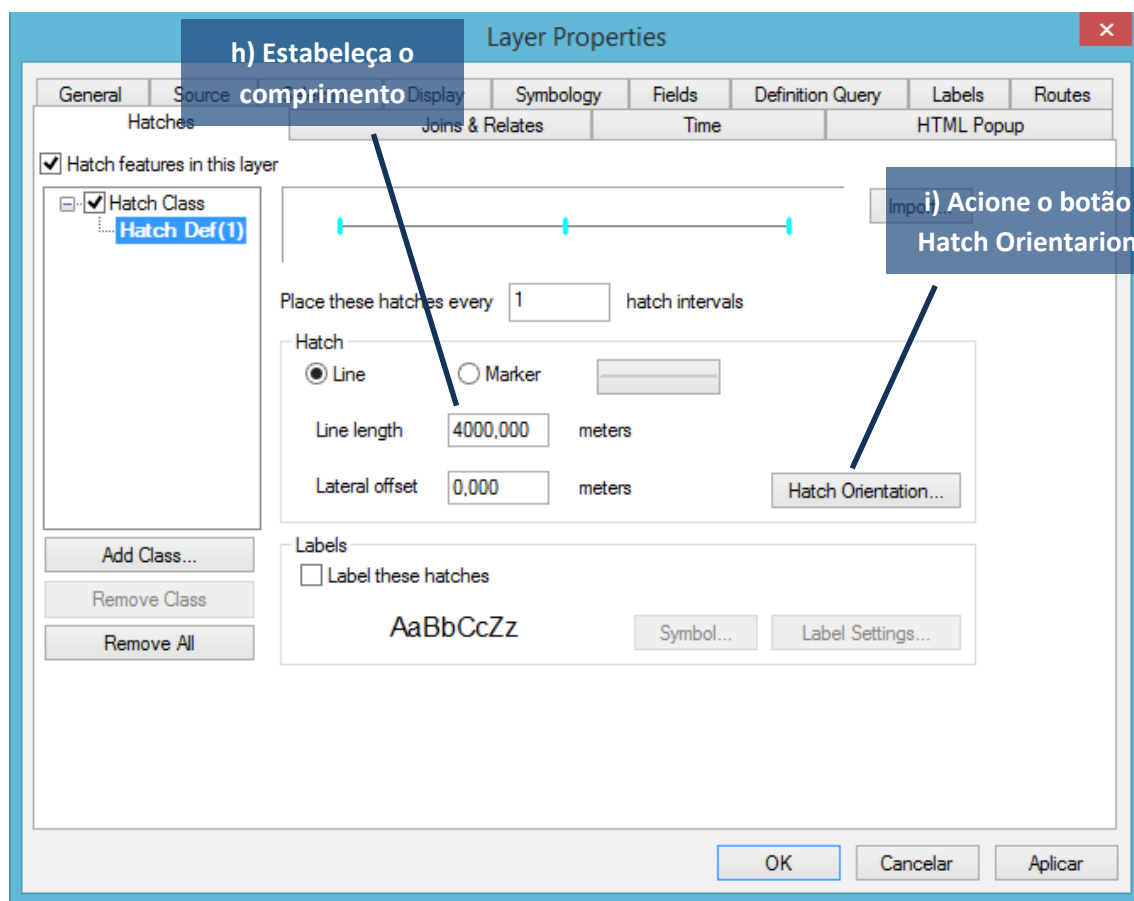
d) Acione a aba  
*Hatches*

e) Marque o box  
*Hatch features...*

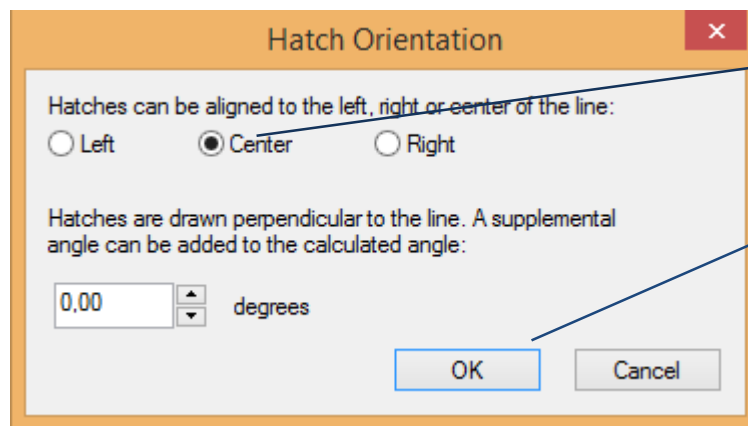
f) defina o espaçamento  
entre as seções es



## 2 - Prepara MDEs e Excel

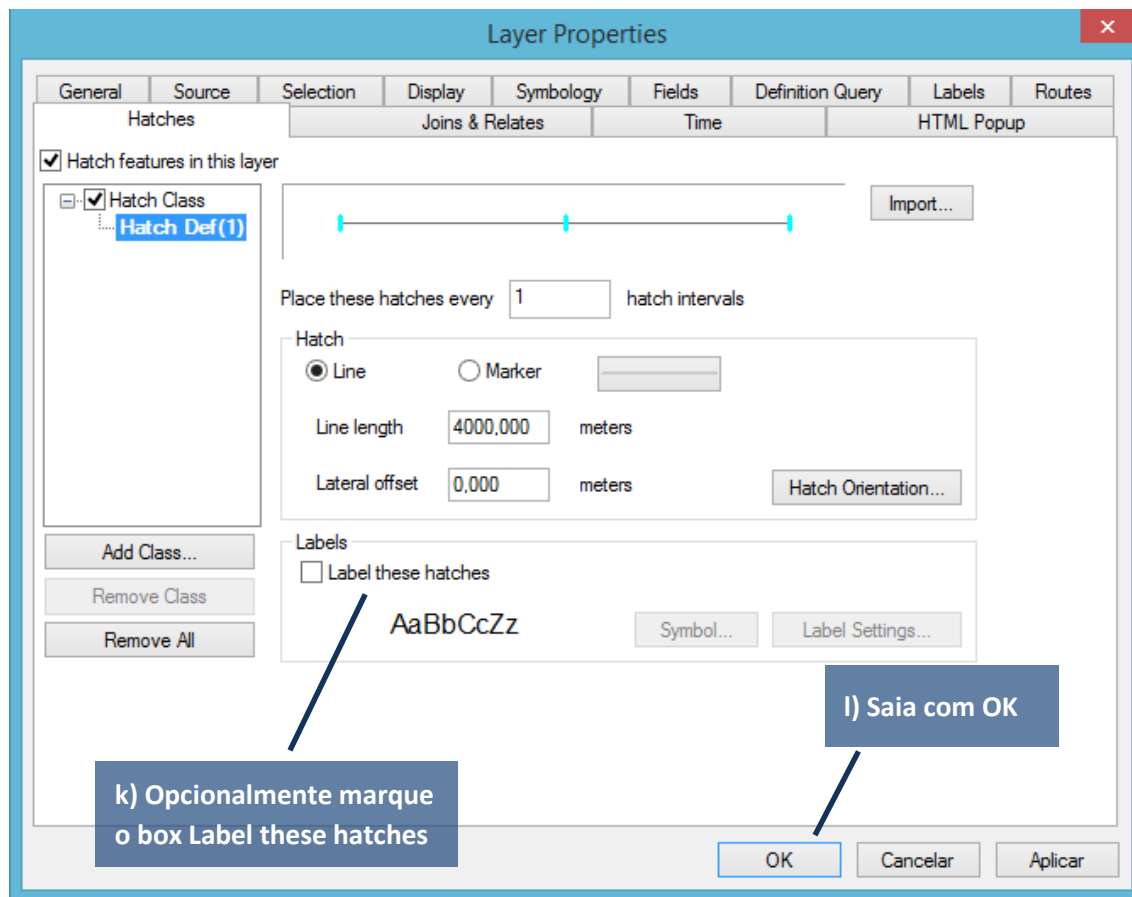


## 2 - Prepara MDEs e Excel

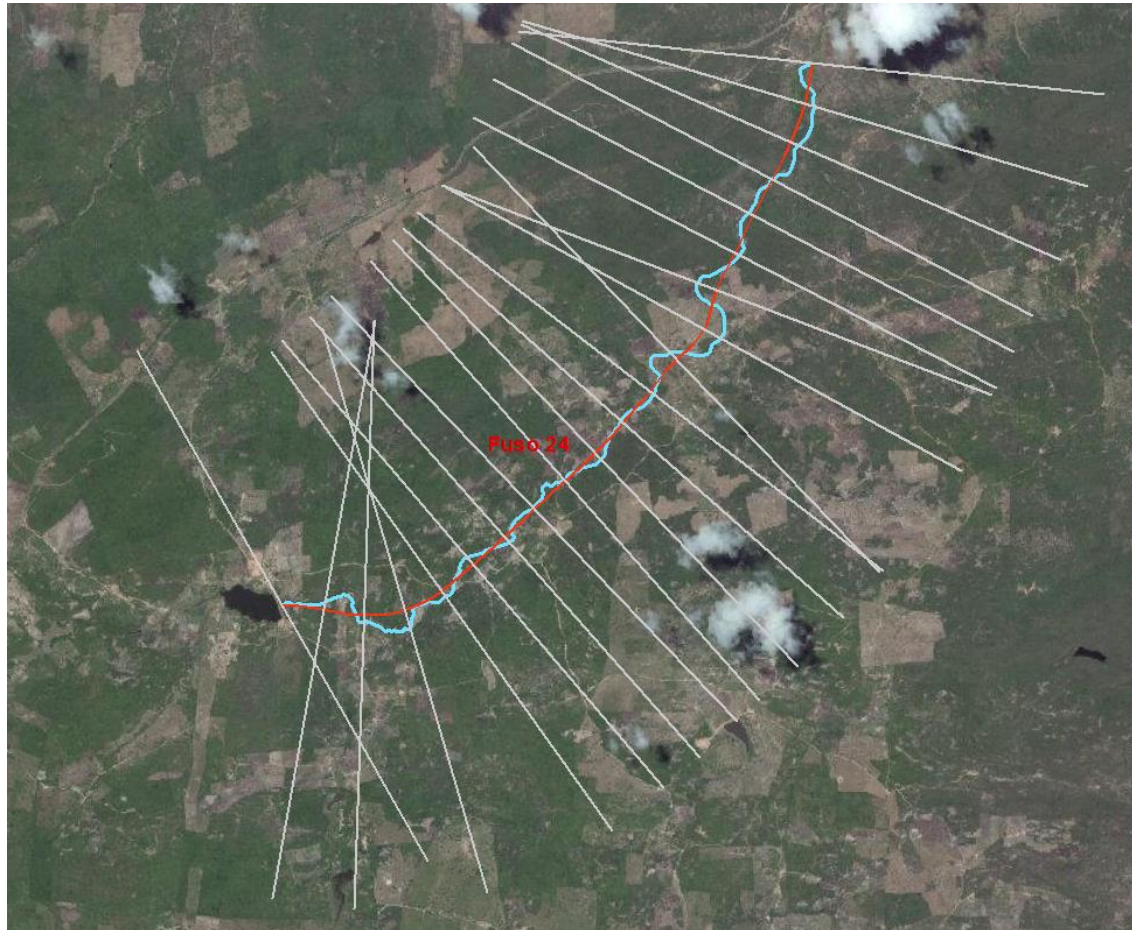


j) Selecione Center e saia com OK

## 2 - Prepara MDEs e Excel



## 2 - Prepara MDEs e Excel

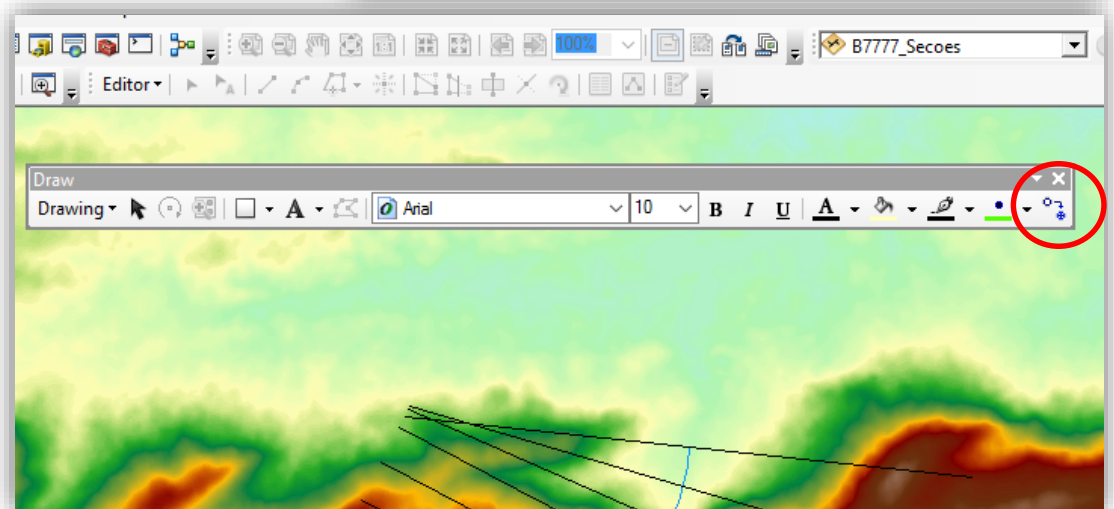
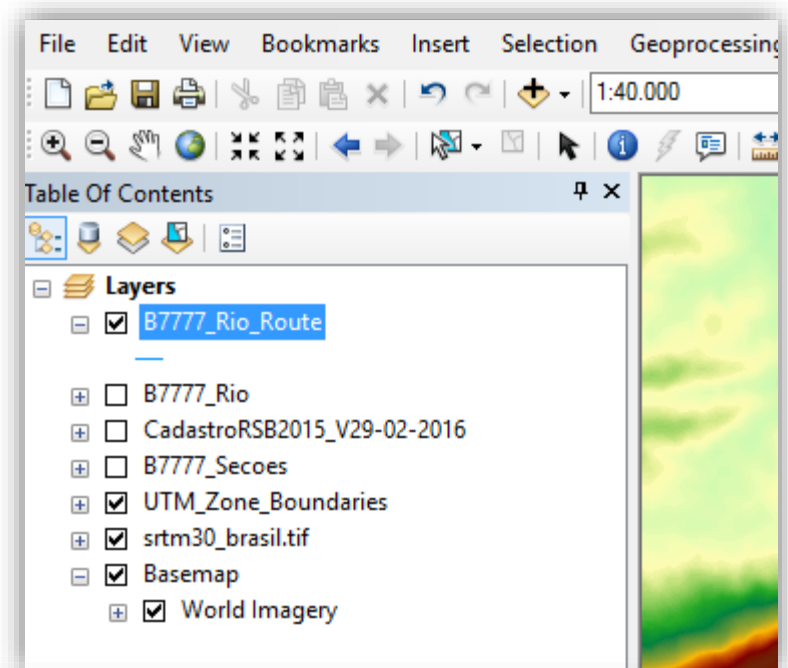


## 2 - Prepara MDEs e Excel

o) Selecione o tema

*B7777\_Rio\_Route* clicando com o mouse

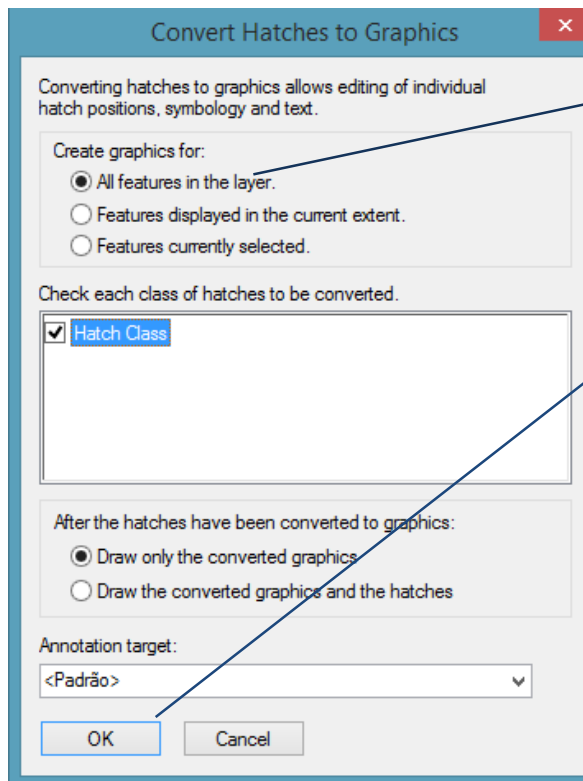
- Acione a ferramenta *Convert Hatches to Graphics* na barra Draw





## 2 - Prepara MDEs e Excel

p) Marque a opção *All features in the layer* e feche a janela com OK.



Convert Hatches to Graphics

Converting hatches to graphics allows editing of individual hatch positions, symbology and text.

Create graphics for:

- All features in the layer.
- Features displayed in the current extent.
- Features currently selected.

Check each class of hatches to be converted.

- Hatch Class

After the hatches have been converted to graphics:

- Draw only the converted graphics.
- Draw the converted graphics and the hatches

Annotation target:

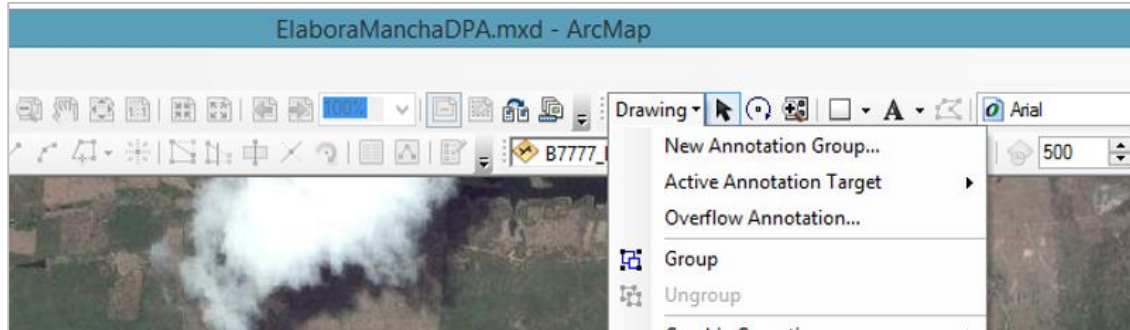
<Padrão>

OK Cancel

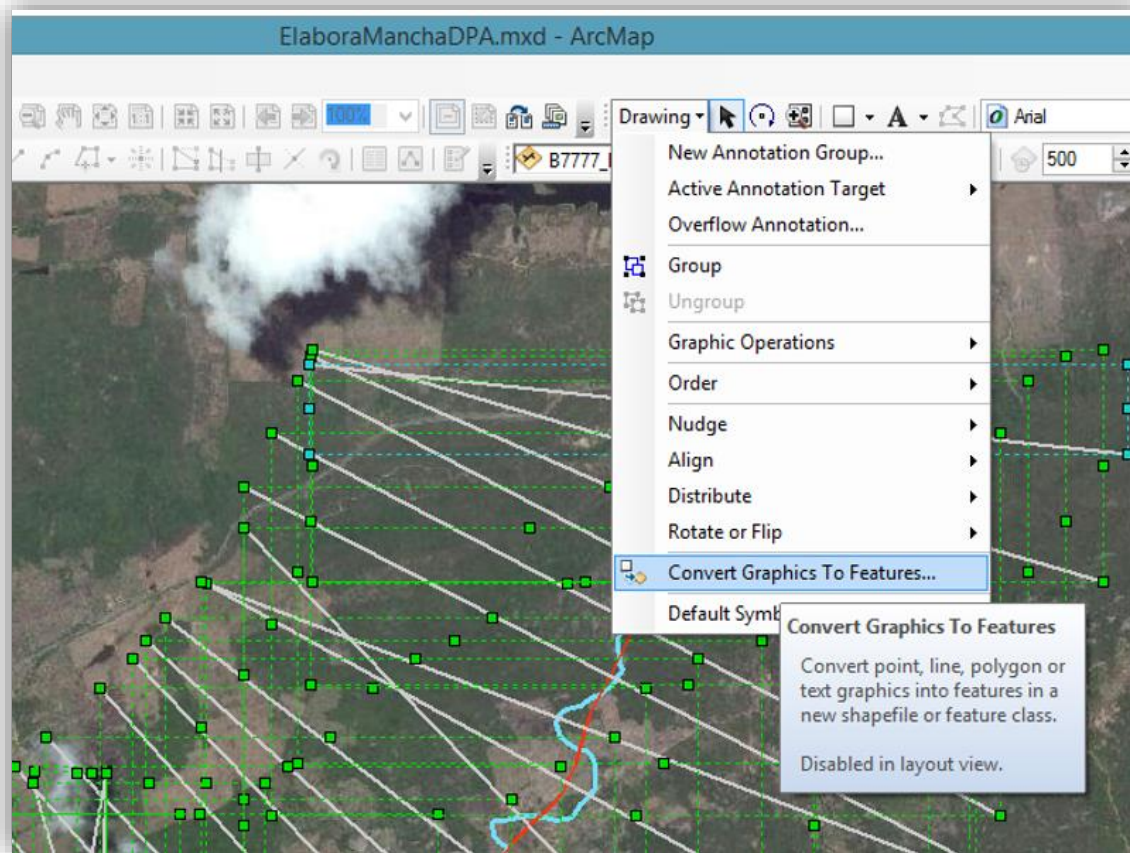
n) Selecione *All Features* e saia com OK

## 2 - Prepara MDEs e Excel

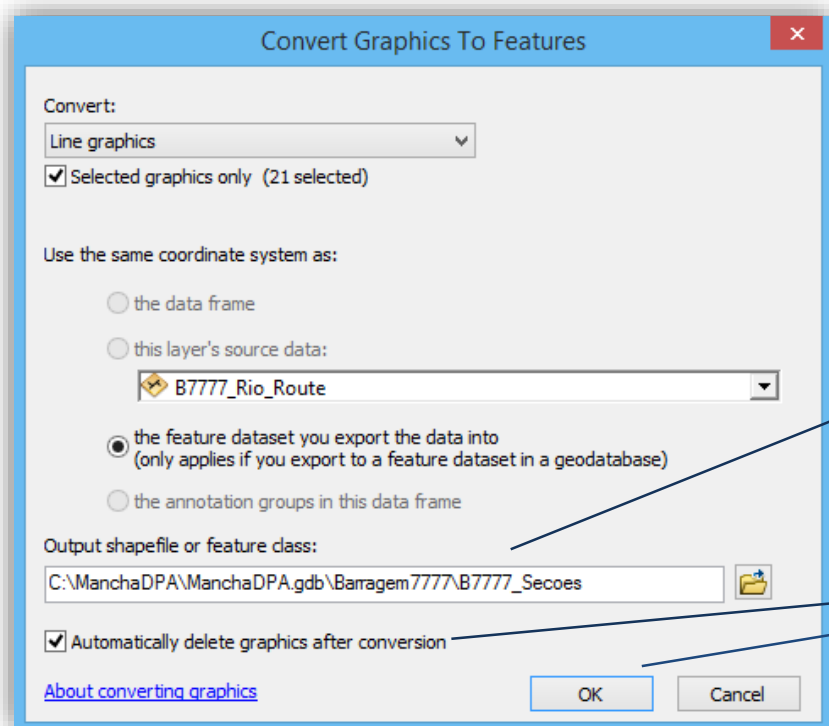
- q) Selecione todas as seções transversais.
- r) Acione o menu *Drawing* na barra *Draw*.



s) Converta as seções selecionadas para feature usando a ferramenta *Convert Graphics to Features* (certifique-se de que são 21 seções).



## 2 - Prepara MDEs e Excel

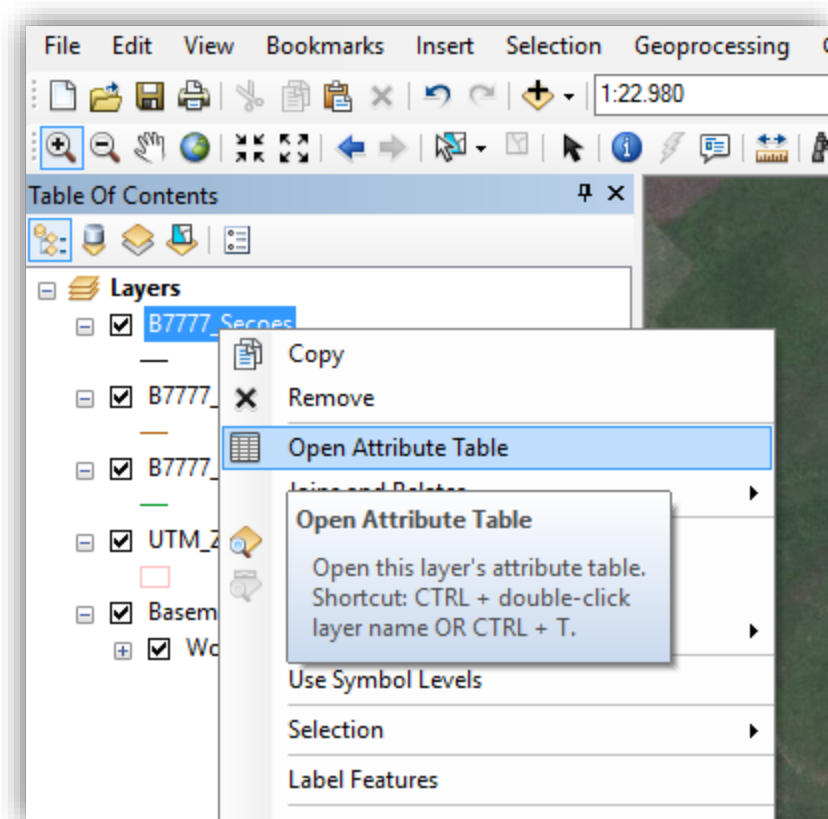


r) Direcione o arquivo de saída para o geodatabase com o nome *B7777\_Secoas*


s) Marque o box *Automatically delete...* e saia com OK

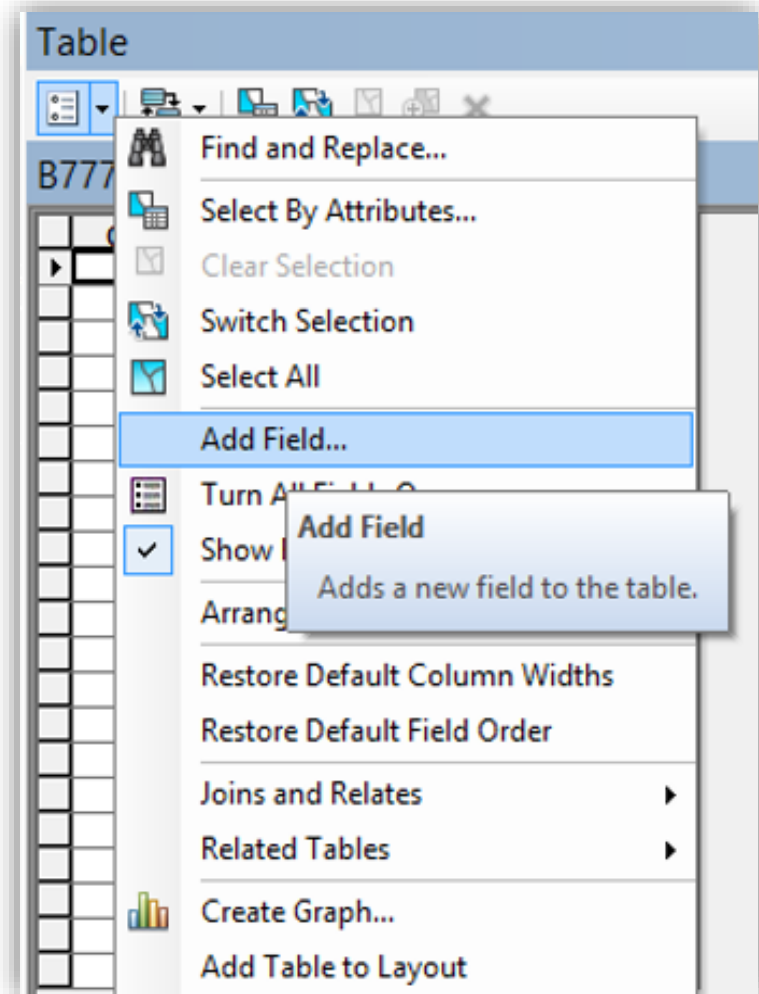
## 2 - Prepara MDEs e Excel

v) Abra a Tabela de Atributos do arquivo *B777\_Seco*s clicando com o botão direito sobre o tema na *Table of Contents*



## 2 - Prepara MDEs e Excel

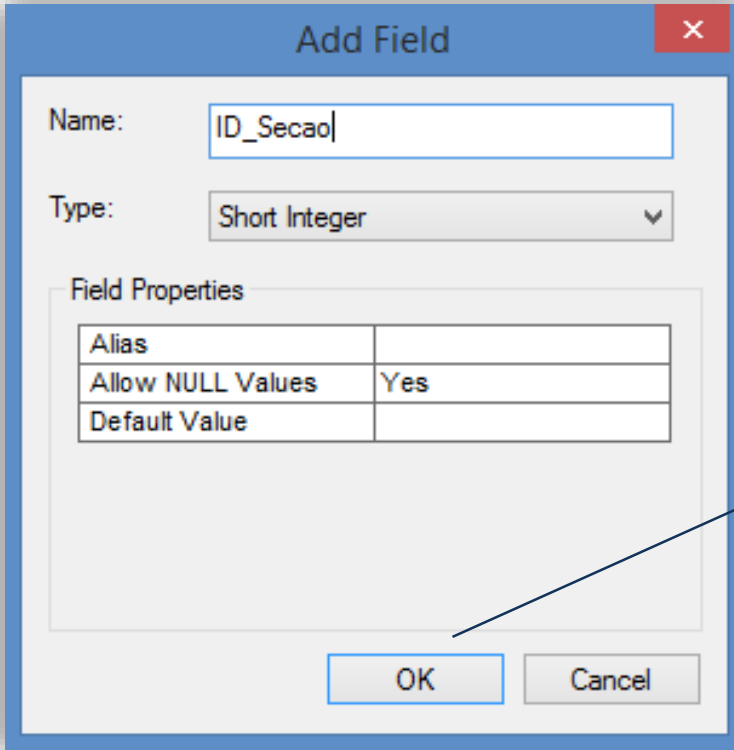
w) Crie na feature class *B7777\_Secoas* um campo com o nome *ID\_Secao* usando a opção *Add Field* por meio do ícone .





x) Preencha o nome do campo: **ID\_Secao**

y) Escolha o tipo “*Short Integer*”.



**Add Field**

Name:

Type:

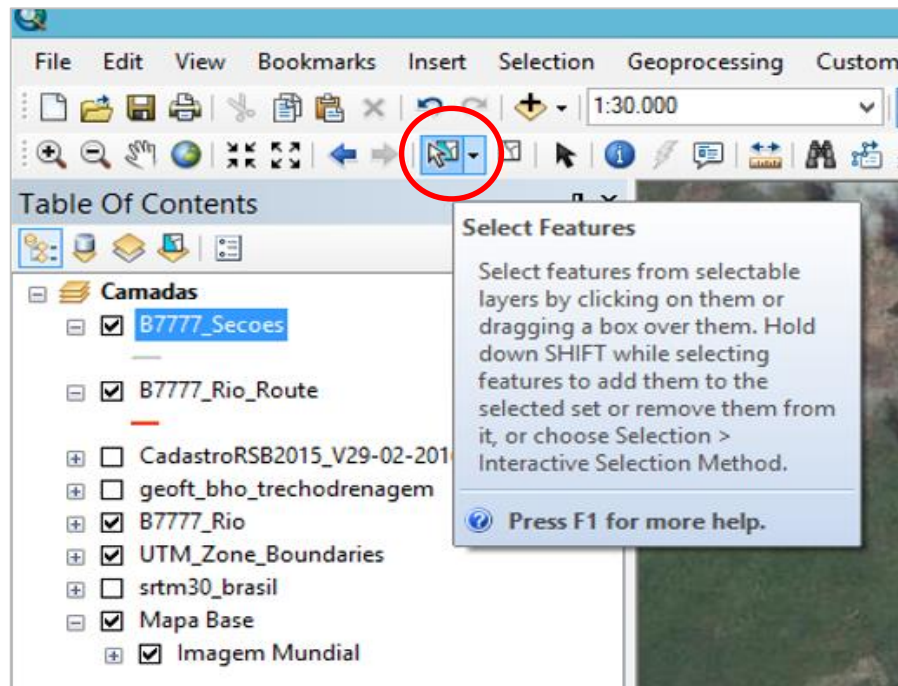
Field Properties

Alias	
Allow NULL Values	Yes
Default Value	

z) Saia com OK

aa) Conforme descrito a seguir, é necessário numerar o campo ID\_Secao fazendo uma conta com o campo OID de modo que a numeração das seções comece com zero a partir da seção da barragem (isso vai depender da geometria do seu rio e da configuração do seu ArcGIS).

bb) Para saber o valor de OID da seção da barragem e determinar a operação necessária, use a ferramenta de seleção e clique na seção da barragem.

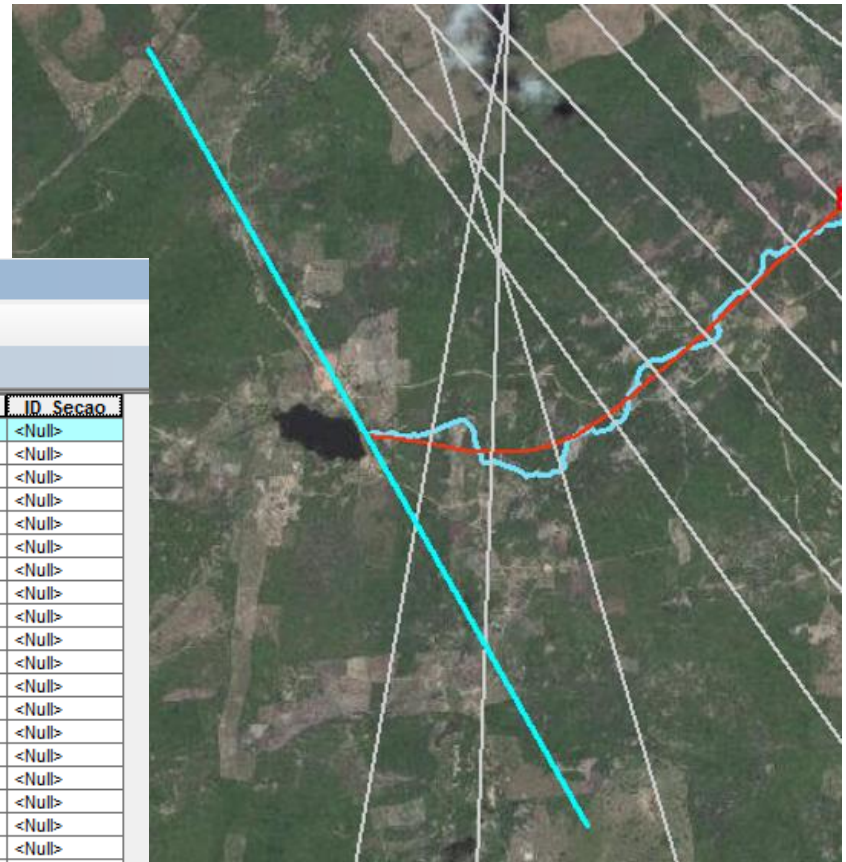


cc) No caso presente, a seção da barragem possui OID=1; para que *ID\_Secao* tenha a numeração necessária, basta subtrair 1 de OID.

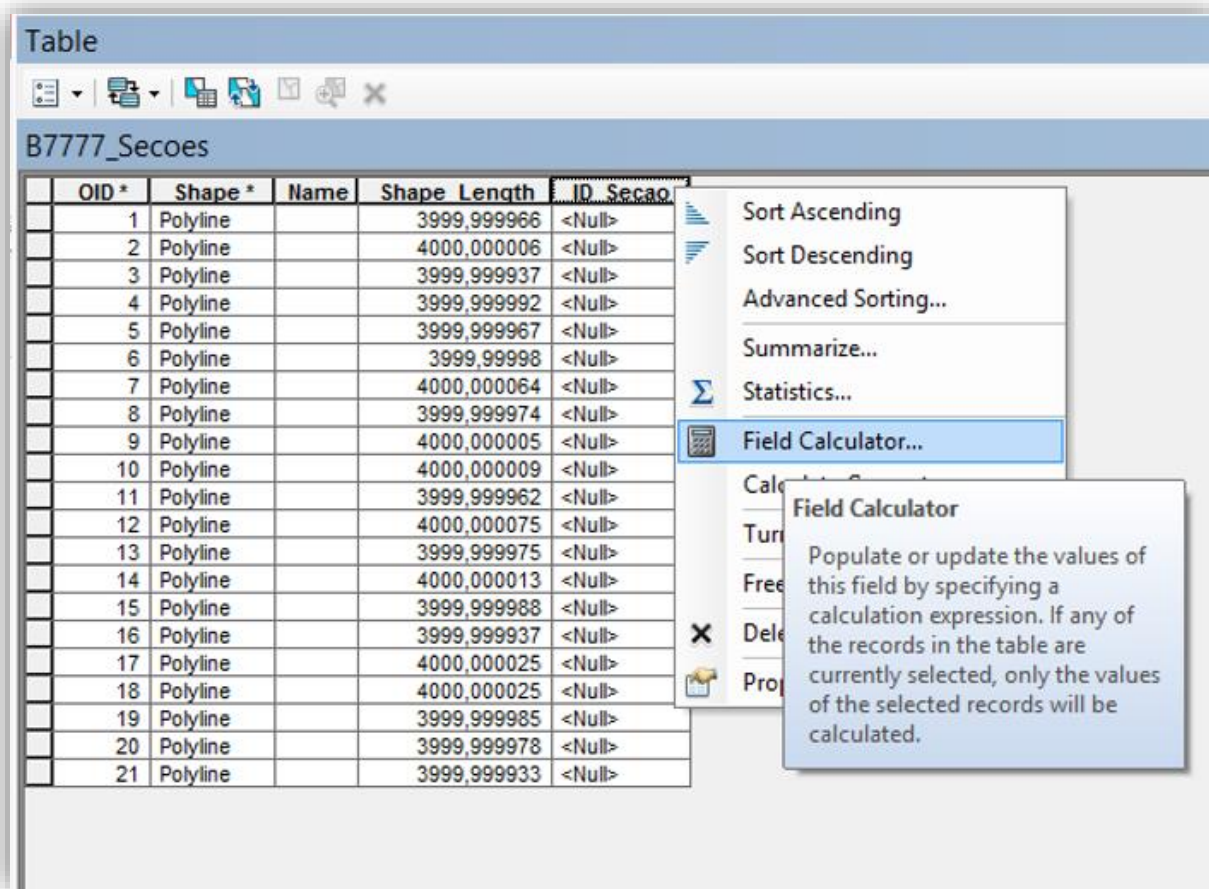
Table

B7777\_Secoos

	OID *	Shape *	Name	Shape Length	ID_Secao
	1	Polyline		3999,999966	<Null>
	2	Polyline		4000,000006	<Null>
	3	Polyline		3999,999937	<Null>
	4	Polyline		3999,999992	<Null>
	5	Polyline		3999,999967	<Null>
	6	Polyline		3999,999998	<Null>
	7	Polyline		4000,000064	<Null>
	8	Polyline		3999,999974	<Null>
	9	Polyline		4000,000005	<Null>
	10	Polyline		4000,000009	<Null>
	11	Polyline		3999,999962	<Null>
	12	Polyline		4000,000075	<Null>
	13	Polyline		3999,999975	<Null>
	14	Polyline		4000,000013	<Null>
	15	Polyline		3999,999988	<Null>
	16	Polyline		3999,999937	<Null>
	17	Polyline		4000,000025	<Null>
	18	Polyline		4000,000025	<Null>
	19	Polyline		3999,999985	<Null>
	20	Polyline		3999,999978	<Null>
	21	Polyline		3999,999933	<Null>



dd) Limpe a seleção clicando em . Abra o menu de contexto clicando com o botão direito sobre o nome do campo *ID\_Secao*. Acione a função *Field Calculator*.



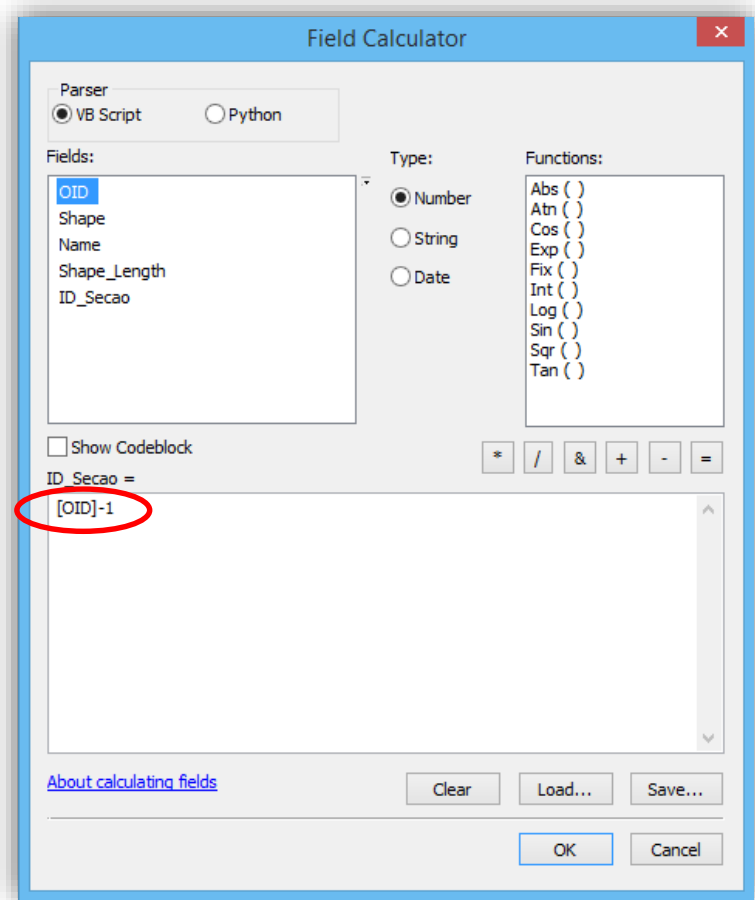
The screenshot shows a table window titled 'Table' containing a table named 'B7777\_Secoos'. The table has five columns: 'OID\*', 'Shape\*', 'Name', 'Shape Length', and 'ID\_Secao'. The 'ID\_Secao' column contains '<Null>' for all rows. A context menu is open over the 'ID\_Secao' column header, with 'Field Calculator...' selected. A tooltip for 'Field Calculator' is also visible, explaining its function.

OID*	Shape*	Name	Shape Length	ID_Secao
1	Polyline		3999,999966	<Null>
2	Polyline		4000,000006	<Null>
3	Polyline		3999,999937	<Null>
4	Polyline		3999,999992	<Null>
5	Polyline		3999,999967	<Null>
6	Polyline		3999,999998	<Null>
7	Polyline		4000,000064	<Null>
8	Polyline		3999,999974	<Null>
9	Polyline		4000,000005	<Null>
10	Polyline		4000,000009	<Null>
11	Polyline		3999,999962	<Null>
12	Polyline		4000,000075	<Null>
13	Polyline		3999,999975	<Null>
14	Polyline		4000,000013	<Null>
15	Polyline		3999,999988	<Null>
16	Polyline		3999,999937	<Null>
17	Polyline		4000,000025	<Null>
18	Polyline		4000,000025	<Null>
19	Polyline		3999,999985	<Null>
20	Polyline		3999,999978	<Null>
21	Polyline		3999,999933	<Null>

**Field Calculator**  
Populate or update the values of this field by specifying a calculation expression. If any of the records in the table are currently selected, only the values of the selected records will be calculated.

## 2 - Prepara MDEs e Excel

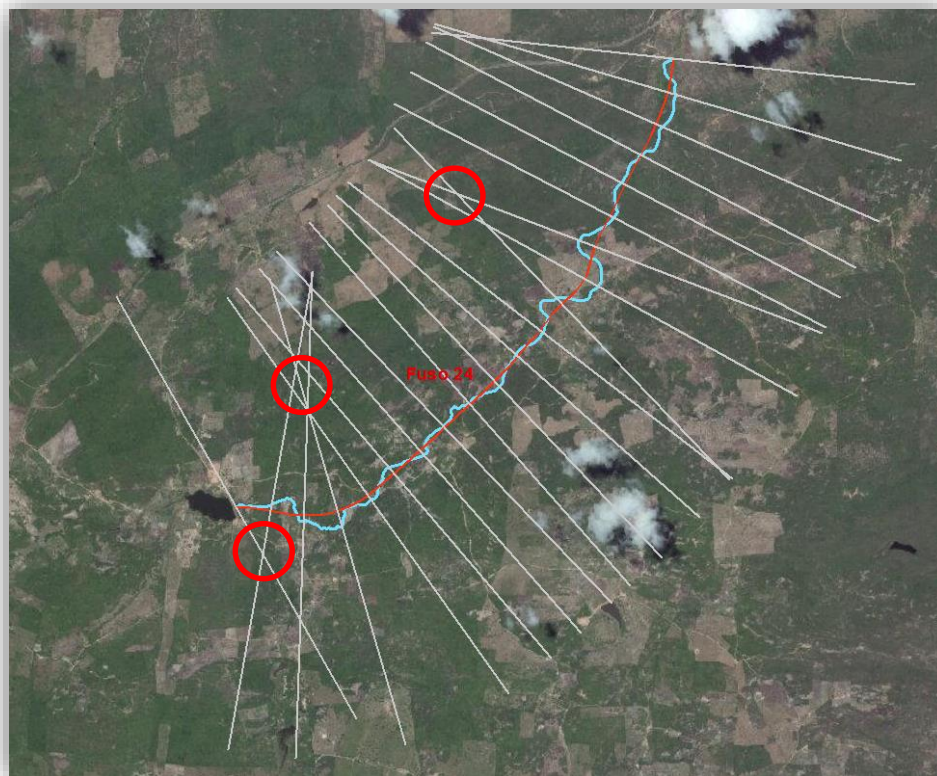
ee) Preencha o campo da expressão com [OID] - 1.





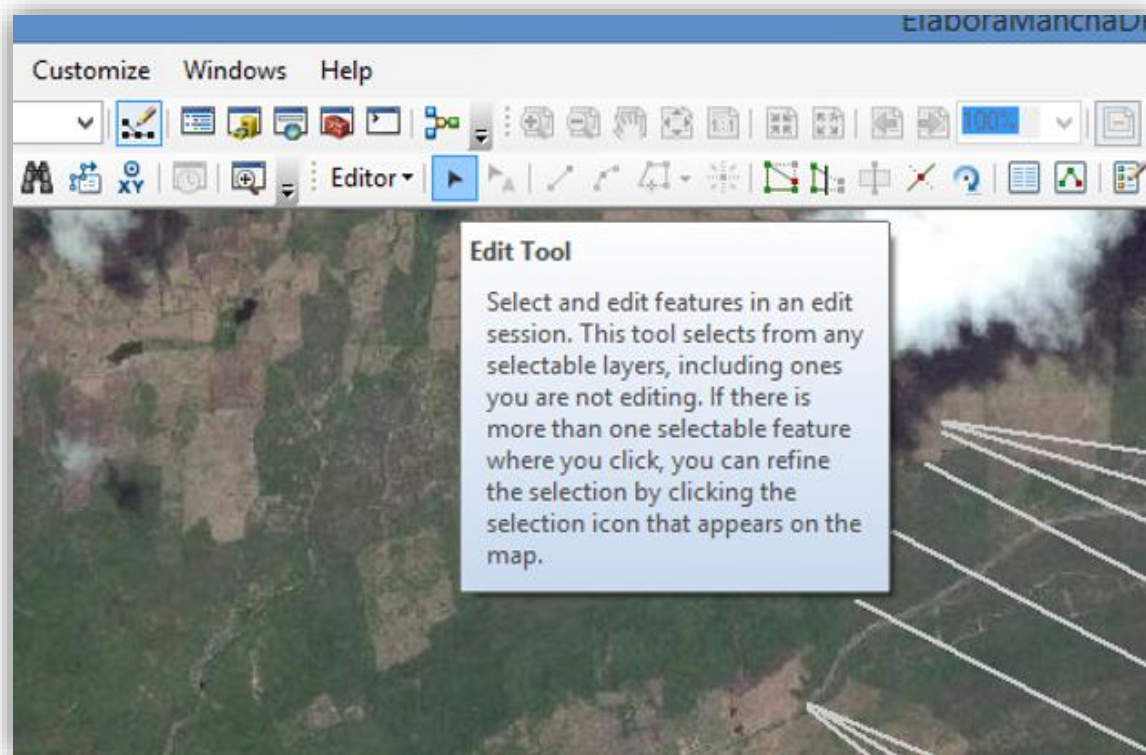
## 2 - Prepara MDEs e Excel

ff) Se houver cruzamentos de seções muito próximos do curso d'água, as seções devem ser giradas em torno de seu centro para afastar os pontos de interseção do rio

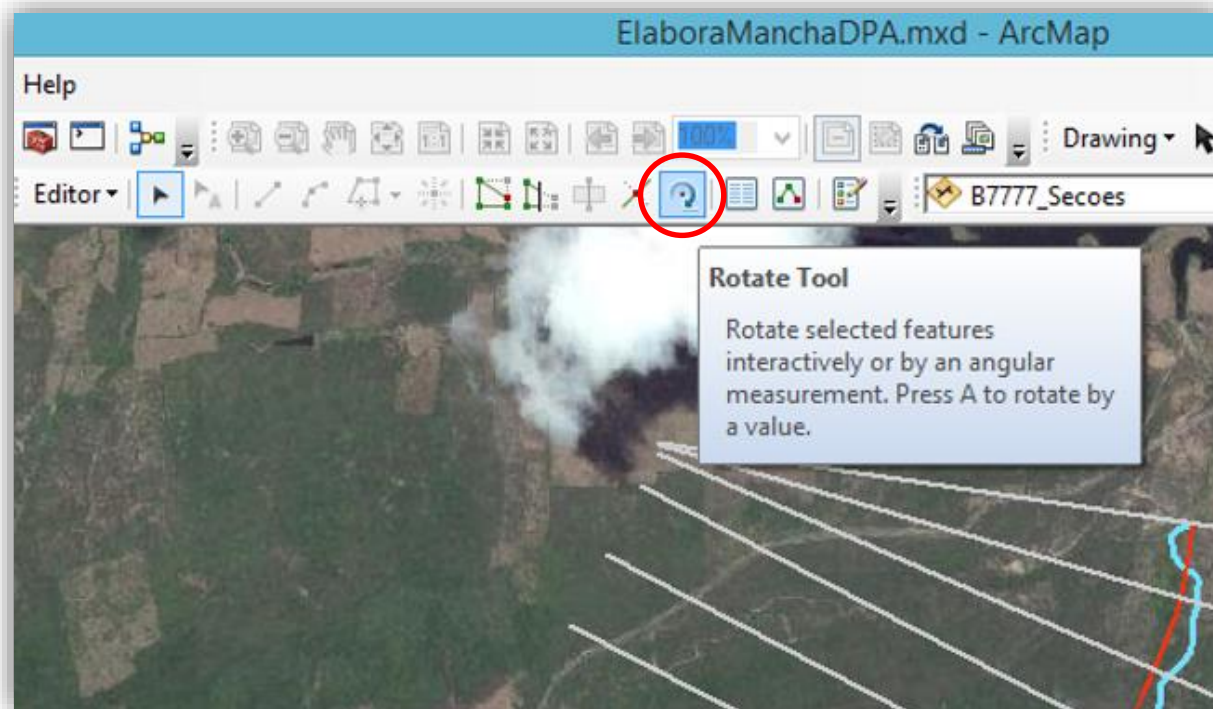




- i) Nesse caso coloque o tema *B7777\_Secoas* em edição.
- ii) Use a ferramenta “Edit Tool” para selecionar a seção a ser girada.

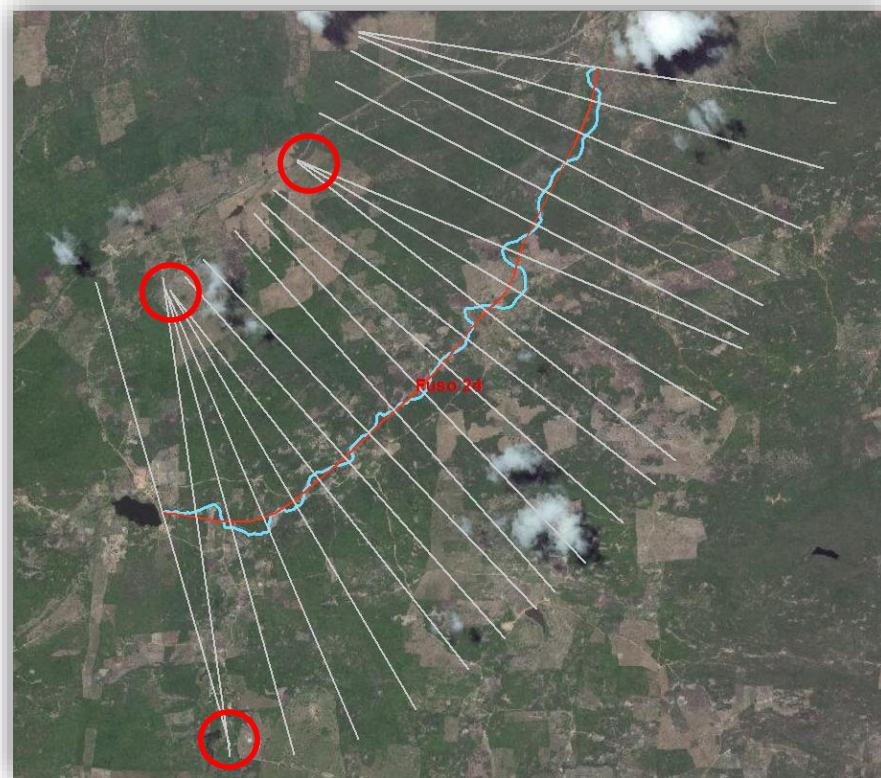
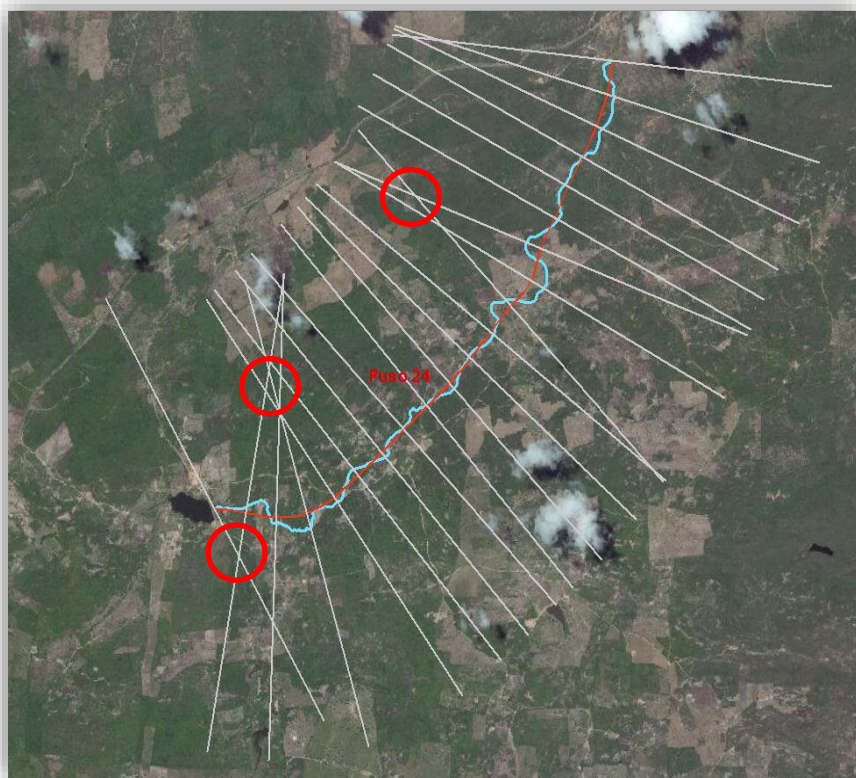


iii) Usando a *Rotate Tool* apenas gire as seções sobrepostas (deixe que as seções se toquem apenas na extremidade).



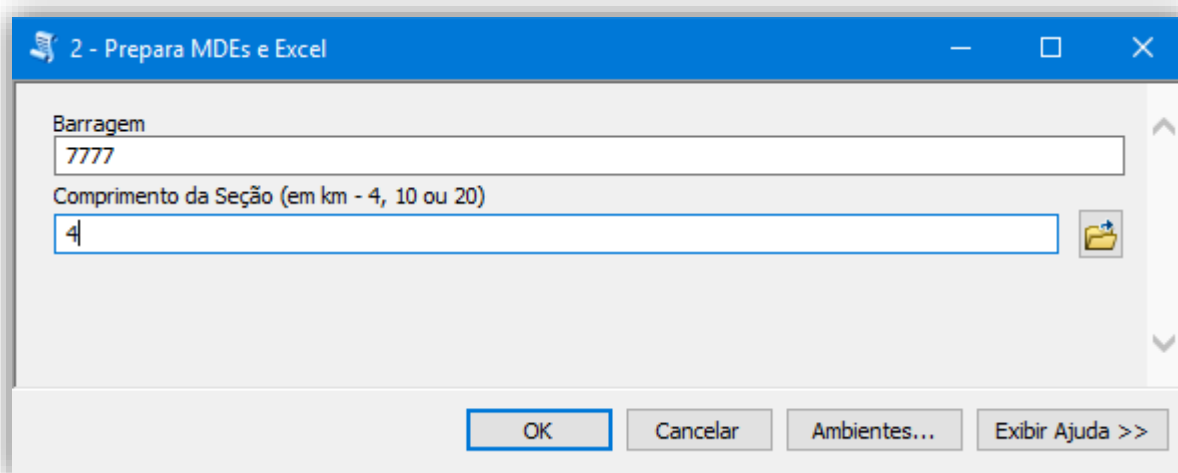


iv) Encerre e salve as edições: *Editor / Stop Editing / Save Edits*



## 2 - Prepara MDEs e Excel

gg) Execute o procedimento **2 - Prepara MDEs e Excel** no ArcGIS



## 2 - Prepara MDEs e Excel

O procedimento *2 - Prepara MDEs e Excel*:

1 - Recorta o MDE pela extensão do Rio.

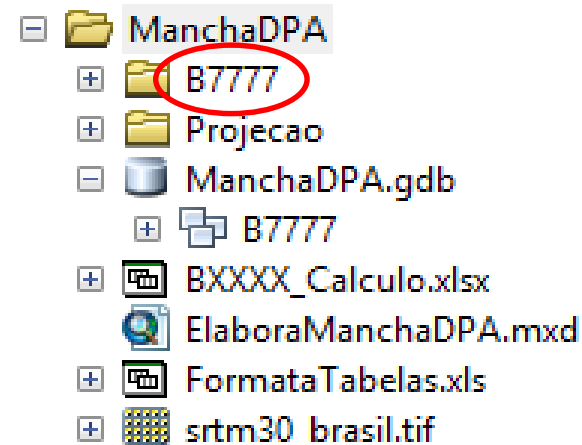
2 - Projeta esse MDE em UTM

3 - Transforma a seção transversal em uma série de pontos

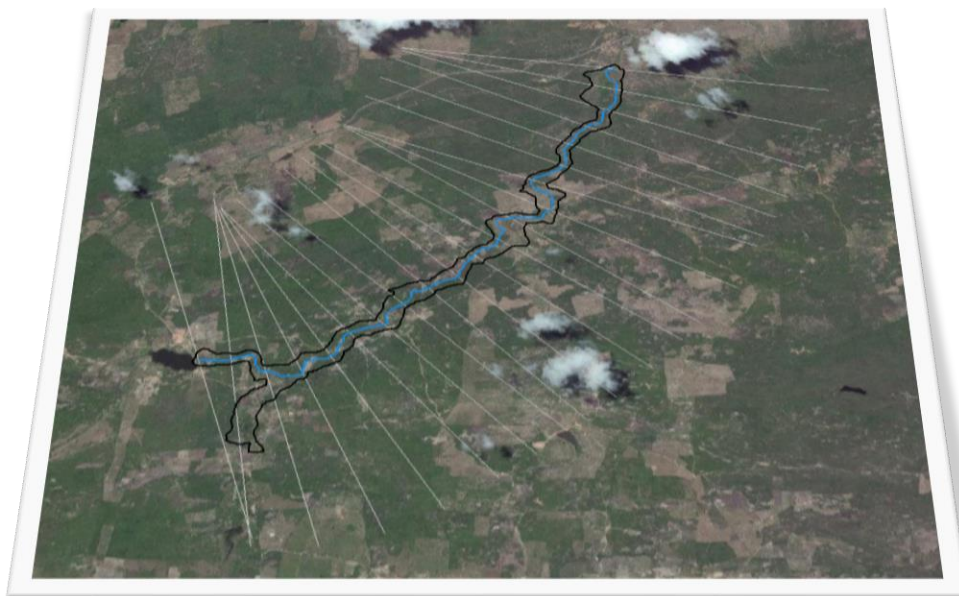
4 - Obtém as cotas desses pontos por meio do MDE projetado

5 - Gera uma tabela em formato Excel com esses pontos cotados, a qual recebe o nome ***B7777\_PontosComCota.XLS*** e será usada na próxima etapa.

Essa tabela é gravada na pasta Windows *B7777*



## Elaboração da mancha de DPA



O objetivo dessa etapa é gerar o produto final do processo, isto é, o polígono que representa a área de atenção a ser considerada para análise das ocorrências com vistas à classificação da barragem quanto ao Dano Potencial Associado em caso de rompimento



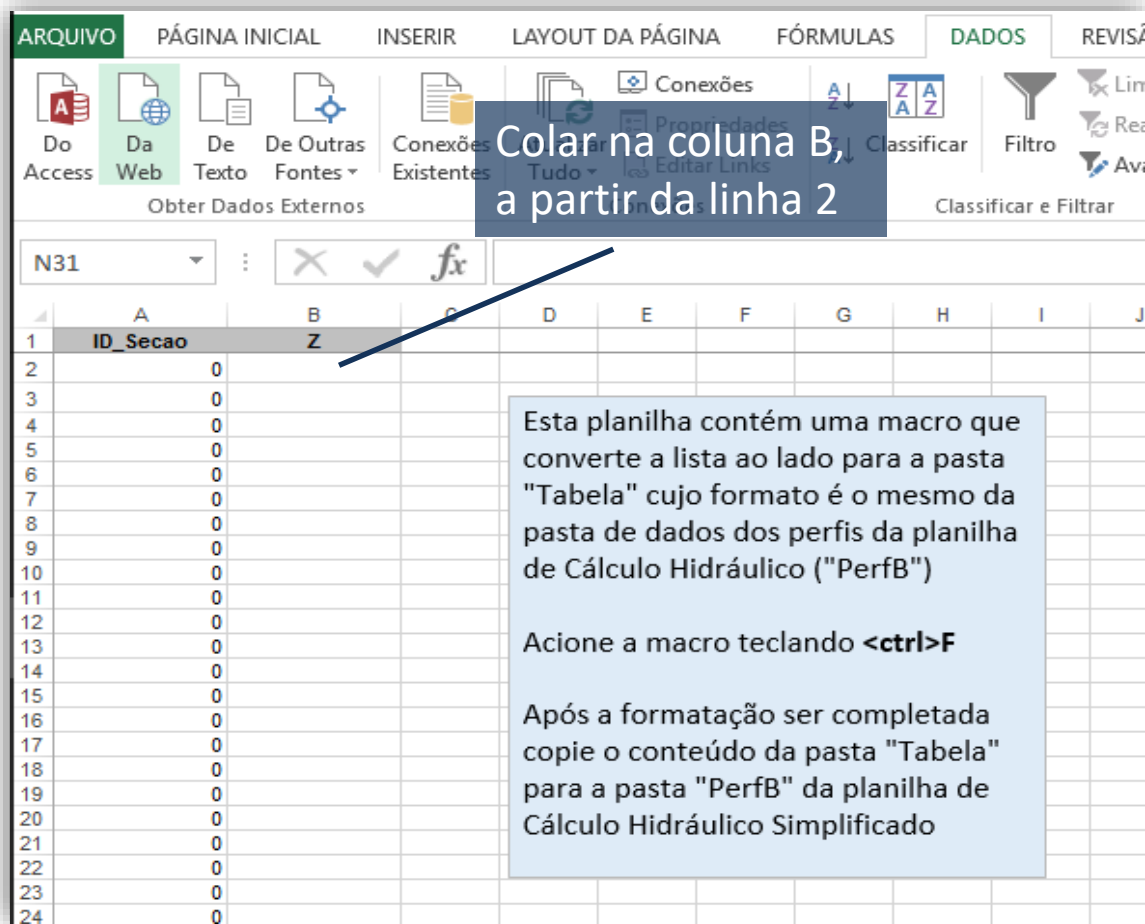
### 3 - Elaboração da mancha de DPA

Começamos formatando a planilha resultante da etapa anterior para servir de entrada para a planilha de Cálculo Hidráulico

- a) Abra a planilha *B7777\_PontosComCota.XLS* no EXCEL
- b) Abra a planilha *FormataTabela.XLS*
- c) Abra a planilha de cálculo *B7777\_Calculo.XLS*



f) Copie a coluna C inteira com os valores de cota da planilha *B7777\_PontoComCota.XLS* para a coluna B da pasta "Points" da planilha *FormataTabela.XLS*



ARQUIVO PÁGINA INICIAL INSERIR LAYOUT DA PÁGINA FÓRMULAS DADOS REVISÃO

Do Da De De Outras Conexões  
Access Web Texto Fontes Existentes Tudo Editar Links

Obter Dados Externos

Conexões Classificar Filtro

Classificar e Filtrar

N31

Colar na coluna B,  
a partir da linha 2

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	ID_Secao	Z								
2		0								
3		0								
4		0								
5		0								
6		0								
7		0								
8		0								
9		0								
10		0								
11		0								
12		0								
13		0								
14		0								
15		0								
16		0								
17		0								
18		0								
19		0								
20		0								
21		0								
22		0								
23		0								
24		0								

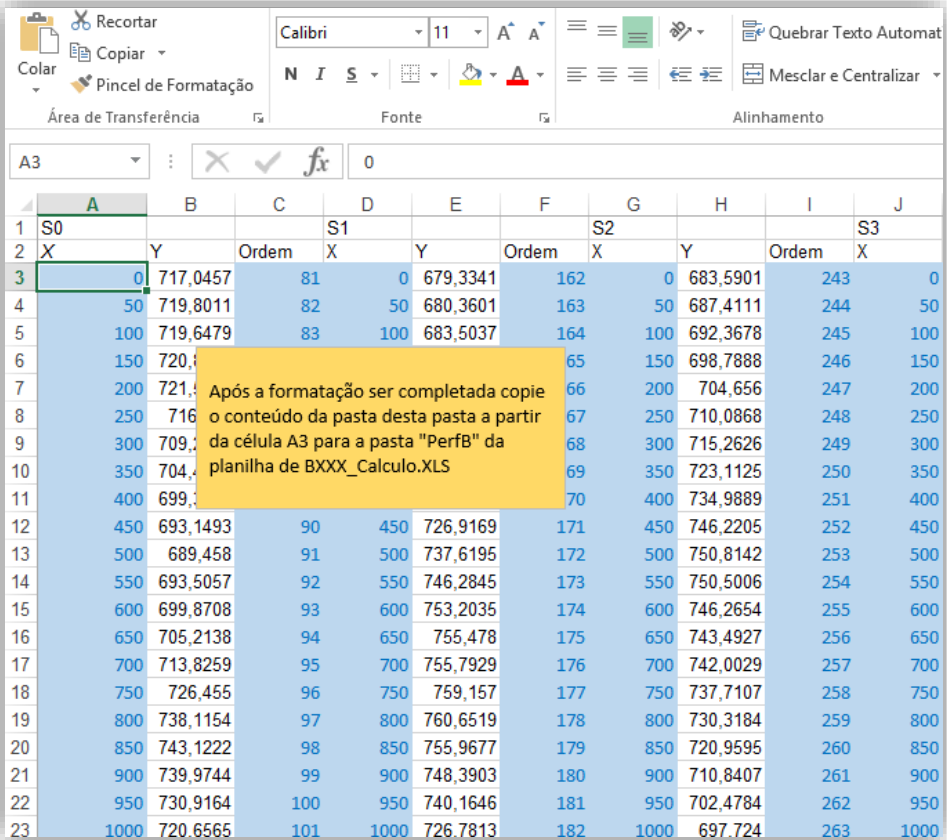
Esta planilha contém uma macro que converte a lista ao lado para a pasta "Tabela" cujo formato é o mesmo da pasta de dados dos perfis da planilha de Cálculo Hidráulico ("PerfB")

Acione a macro teclando **<ctrl>F**

Após a formatação ser completada copie o conteúdo da pasta "Tabela" para a pasta "PerfB" da planilha de Cálculo Hidráulico Simplificado

g) Execute a macro de formatação teclando **<ctrl>F**

h) Acione a pasta "*Tabela*" da planilha *FormataTabela.XLS* e selecione os valores a partir da linha 3

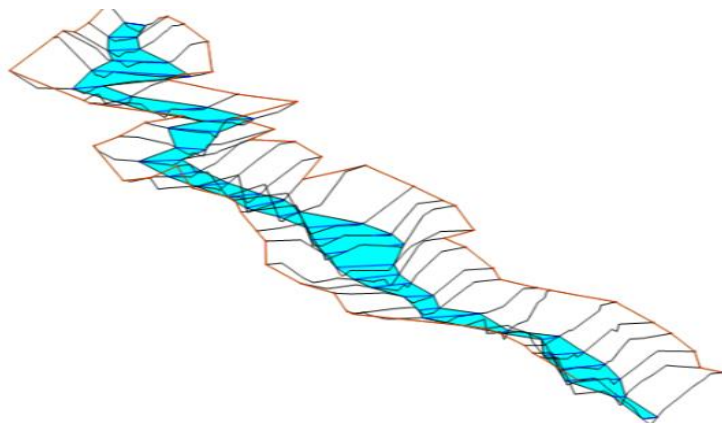


The screenshot shows the Microsoft Excel interface with the following elements:

- Toolbar:** Recortar, Copiar, Colar, Pincel de Formatação, Área de Transferência, Fonte (Calibri, 11), Alinhamento, Quebrar Texto Automatizado, Mesclar e Centralizar.
- Formula Bar:** A3, fx, 0
- Table Structure:**
  - Row 1: S0, S1, S2, S3
  - Row 2: X, Y, Ordem, X, Y, Ordem, X, Y, Ordem, X
  - Row 3: 0, 717,0457, 81, 0, 679,3341, 162, 0, 683,5901, 243, 0
  - Row 4: 50, 719,8011, 82, 50, 680,3601, 163, 50, 687,4111, 244, 50
  - Row 5: 100, 719,6479, 83, 100, 683,5037, 164, 100, 692,3678, 245, 100
  - Row 6: 150, 720, 65, 150, 698,7888, 246, 150
  - Row 7: 200, 721, 66, 200, 704,656, 247, 200
  - Row 8: 250, 716, 67, 250, 710,0868, 248, 250
  - Row 9: 300, 709, 68, 300, 715,2626, 249, 300
  - Row 10: 350, 704, 69, 350, 723,1125, 250, 350
  - Row 11: 400, 699, 70, 400, 734,9889, 251, 400
  - Row 12: 450, 693,1493, 90, 450, 726,9169, 171, 450, 746,2205, 252, 450
  - Row 13: 500, 689,458, 91, 500, 737,6195, 172, 500, 750,8142, 253, 500
  - Row 14: 550, 693,5057, 92, 550, 746,2845, 173, 550, 750,5006, 254, 550
  - Row 15: 600, 699,8708, 93, 600, 753,2035, 174, 600, 746,2654, 255, 600
  - Row 16: 650, 705,2138, 94, 650, 755,478, 175, 650, 743,4927, 256, 650
  - Row 17: 700, 713,8259, 95, 700, 755,7929, 176, 700, 742,0029, 257, 700
  - Row 18: 750, 726,455, 96, 750, 759,157, 177, 750, 737,7107, 258, 750
  - Row 19: 800, 738,1154, 97, 800, 760,6519, 178, 800, 730,3184, 259, 800
  - Row 20: 850, 743,1222, 98, 850, 755,9677, 179, 850, 720,9595, 260, 850
  - Row 21: 900, 739,9744, 99, 900, 748,3903, 180, 900, 710,8407, 261, 900
  - Row 22: 950, 730,9164, 100, 950, 740,1646, 181, 950, 702,4784, 262, 950
  - Row 23: 1000, 720,6565, 101, 1000, 726,7813, 182, 1000, 697,724, 263, 1000

### 3 - Elaboração da mancha de DPA

- i) Copie o conteúdo para a pasta "PerfB" da planilha *B7777\_Calculo.XLS*
- j) Após essa colagem, a planilha já efetuou o cálculo hidráulico
- k) Verifique se a aba "Resul" está com algum erro.
- l) Caso encontre algum erro, acione a pasta correspondente à seção (pastas S0 a S20) e ajuste o parâmetro FC (valores entre 1 e 6 são recomendados)
- m) Verifique o resultado na pasta "Resul"



Equação de Manning-Strickler

$$\frac{Q_x}{\sqrt{j}} = K_s \cdot A \cdot R^{2/3}$$

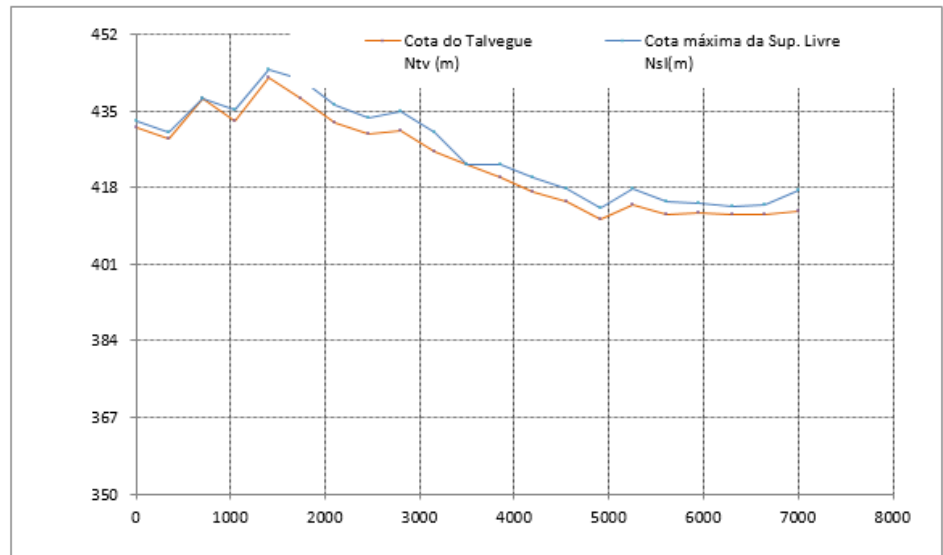
Área de Transferência    Fonte    Alinhamento    Número    Estilo    Células

F7    =INDIRETO(CONCATENAR("";A7;"!c24"))

**ROTURA DE BARRAGENS**  
**MODELO DE CÁLCULO HIDRÁULICO SIMPLIFICADO**

**6 - Síntese de resultados para os perfis transversais de cálculo**

Perfil	Distância à Barragem (m)	Vazão máxima Q (m3/s)	Altura de Escoamento h (m)	Cota do Talvegue Ntv (m)	Cota máxima da Sup. Livre Nsl(m)	Velocidade média U (m/s)
S0	0	943	1,20	431,44	432,64	2,5
S1	350	920	1,60	428,70	430,30	3,5
S2	700	903	0,00	437,58	437,58	#DIV/0!
S3	1051	887	2,47	432,69	435,16	3,9
S4	1401	871	1,84	442,22	444,07	3,1
S5	1751	856	4,12	437,87	441,99	4,5
S6	2101	841	3,91	432,50	436,41	4,4
S7	2452	826	3,68	429,81	433,49	4,1
S8	2802	811	4,17	430,59	434,76	4,6
S9	3152	797	4,32	426,02	430,34	4,7
S10	3502	783	0,00	423,26	423,26	#DIV/0!
S11	3853	769	2,62	420,41	423,03	4,4
S12	4203	755	3,09	417,13	420,22	3,9
S13	4553	742	2,63	414,98	417,61	4,1
S14	4903	729	2,48	410,81	413,29	4,0
S15	5254	716	3,40	414,29	417,69	4,3
S16	5604	703	2,82	412,15	414,97	4,3
S17	5954	691	2,10	412,36	414,46	3,7
S18	6304	678	1,82	412,00	413,82	3,5
S19	6655	666	2,02	412,00	414,02	3,4
S20	7005	655	4,58	412,87	417,45	1,6





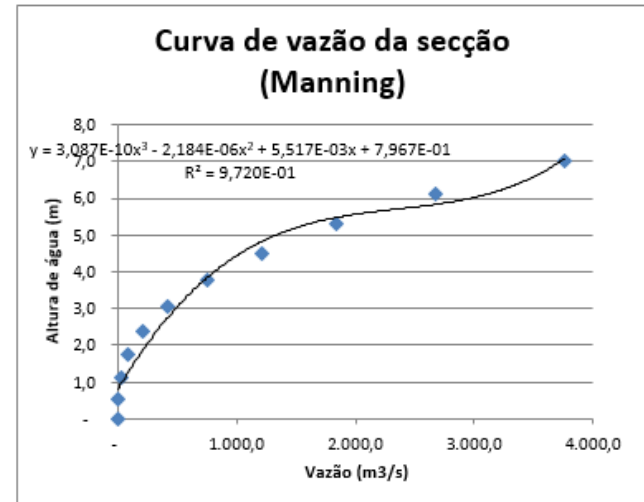
Calibri 11 A A Quebrar Texto Automaticamente Geral % 000 0,00 0,00

N I S Quebrar Texto Automaticamente Mesclar e Centralizar

Formatação Condicional Formatar como Tabela Estilos de Célula Inserir

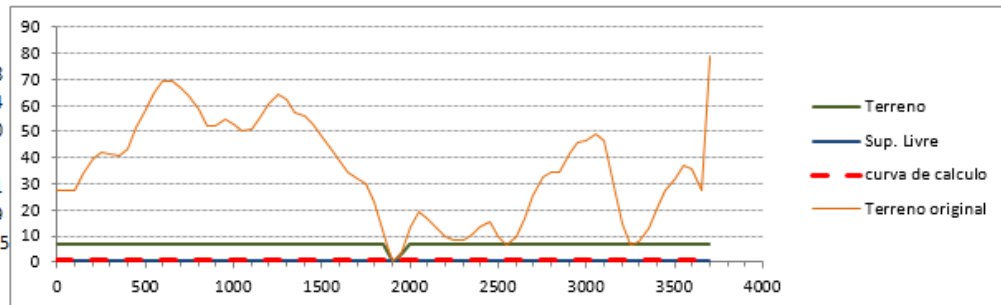
F16

Area (m2)	altura água hi (m)	Área Estimada regressão Ai (m2)	Vazão estimada Qi (m3/s)	hi obtido por interp de Qpi (m)	Ai obtido por interp de hi (m2)
-	-	-	-	-	-
3,70	0,55	-	3	-	-
15,59	1,13	-	28	-	-
36,97	1,74	-	92	-	-
69,29	2,38	-	216	-	-
114,11	3,05	-	418	-	-
171,43	3,76	-	751	4,01	194,78
242,25	4,51	-	1.213	-	-
328,42	5,29	-	1.841	-	-
431,98	6,12	-	2.675	-	-
555,26	6,99	-	3.758	-	-



15 e cálc - FC. Tem que haver UM valor dif. de zero na col.F4-F13. FC recom. de 1 a 6 -> 2

20	Dist. à secção da barrag=	700,47 m	A=	194,78
21	Qp2=	903,22 m3/s	U=	4,64
22	inc L.Ener=	0,03575 m/m	U2/2g=	1,10
23	Ks=	15 m1/3/s-1		
24	Cota do sup livre Ns12=	441,59 m	h=	4,01
25	Cota Talvegue: Ntv2 =	437,58 m	Cota L.Ener=	442,69
26	lt. Barr/FC+Cota Talvegue =	444,58 m;	inc L.Ener j=	0,03575
27	# alturas água: N=	10		
28	razão incre alt água=	0,95	9,37	
29	alt. simul:(Zmax-Ntv)/fact=	6,99 m		
30	desnível limite: Zmax-Ntv =	7,00 m		
31				



A= 3,70830419 m2 Pm= 19,86884017 m Q= 3,423351545 m3/s

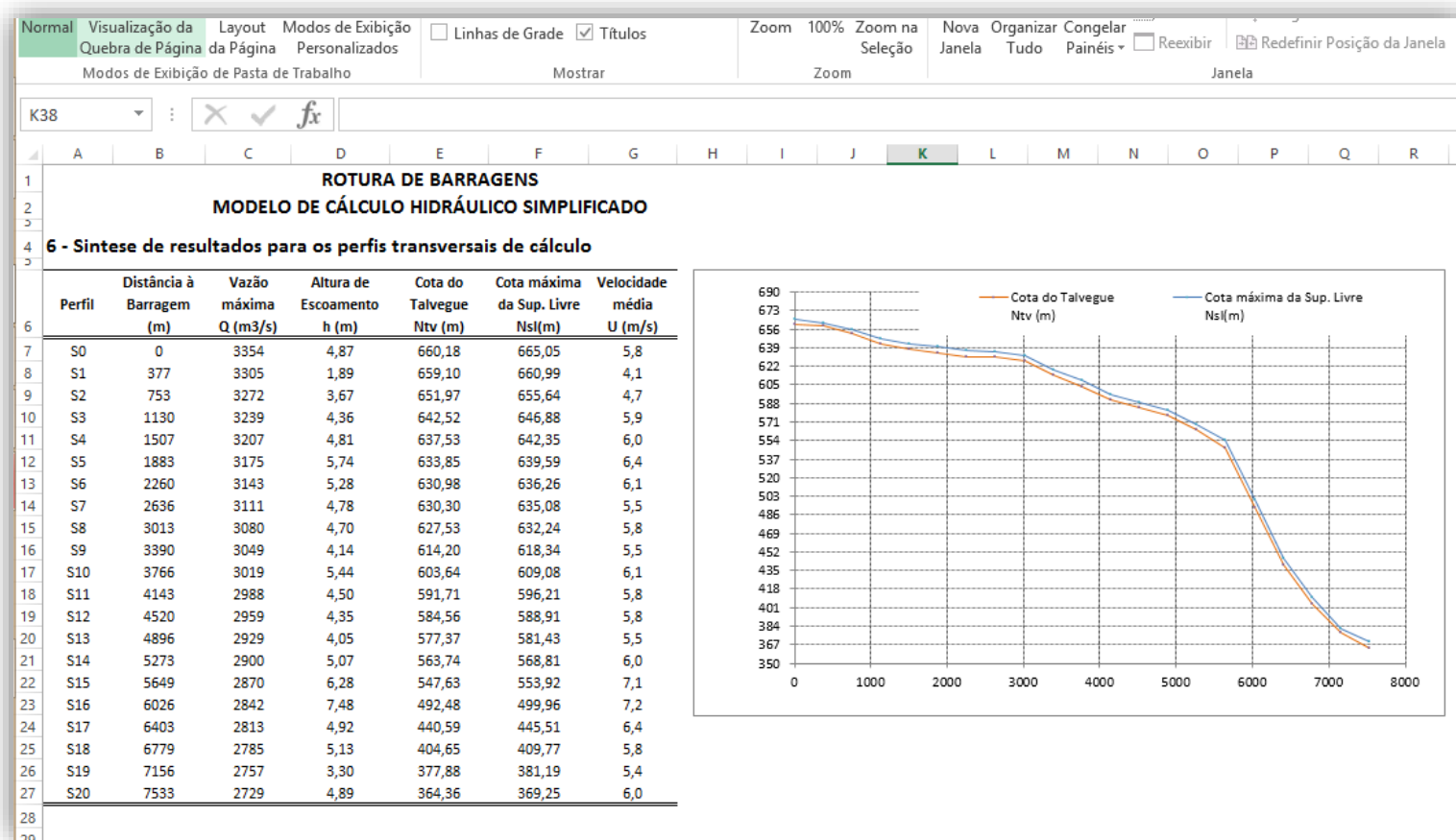
altura água #

0,74 inter descendente x inter ascendente

### 3 - Elaboração da mancha de DPA

Tudo resolvido?

*Pasta Resul*



n) Salve a planilha *B7777\_Calculo.XLS*

o) Selecione os valores da coluna "Cota máxima da Sup. Livre" e copie-os para uma *nova pasta* da planilha *B7777\_PontosComCota.XLS*

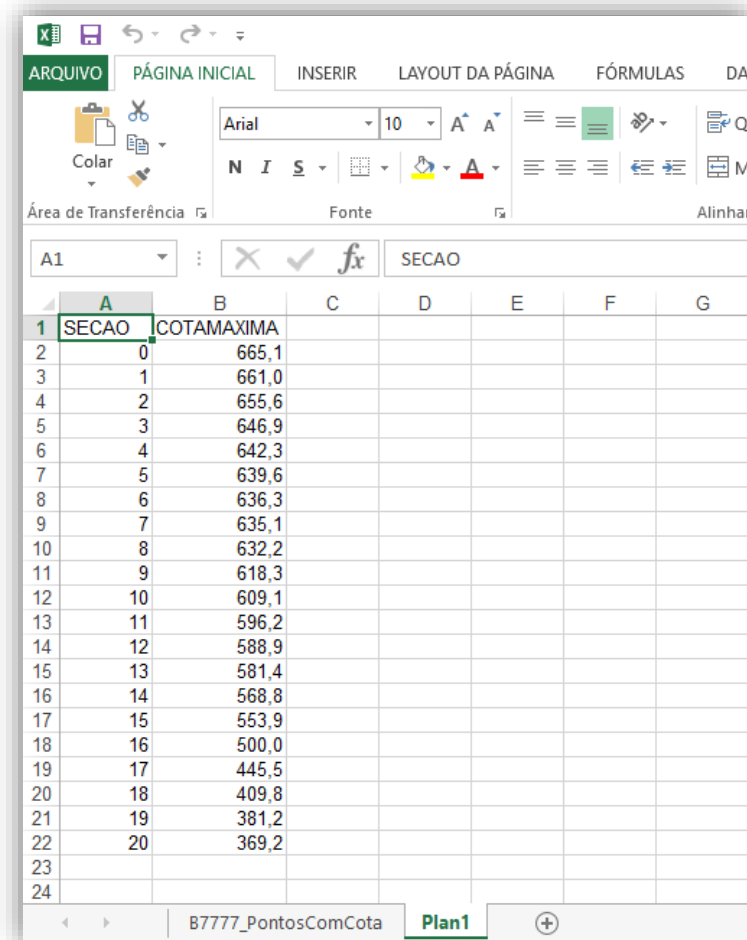
	A	B	C	D	E	F	G
1	<b>ROTURA DE BARRAGENS</b>						
2	<b>MODELO DE CÁLCULO HIDRÁULICO SIMPLIFICADO</b>						
3							
4	<b>6 - Síntese de resultados para os perfis transversais de cálculo</b>						
5							
6	Perfil	Distância à Barragem (m)	Vazão máxima Q (m <sup>3</sup> /s)	Altura de Escoamento h (m)	Cota do Talvegue Ntv (m)	Cota máxima da Sup. Livre Nsl(m)	Velocidade média U (m/s)
7	S0	0	3354	4,87	660,18	665,05	5,8
8	S1	377	3305	1,89	659,10	660,99	4,1
9	S2	753	3272	3,67	651,97	655,64	4,7
10	S3	1130	3239	4,36	642,52	646,88	5,9
11	S4	1507	3207	4,81	637,53	642,35	6,0
12	S5	1883	3175	5,74	633,85	639,59	6,4
13	S6	2260	3143	5,28	630,98	636,26	6,1
14	S7	2636	3111	4,78	630,30	635,08	5,5
15	S8	3013	3080	4,70	627,53	632,24	5,8
16	S9	3390	3049	4,14	614,20	618,34	5,5
17	S10	3766	3019	5,44	603,64	609,08	6,1
18	S11	4143	2988	4,50	591,71	596,21	5,8
19	S12	4520	2959	4,35	584,56	588,91	5,8
20	S13	4896	2929	4,05	577,37	581,43	5,5
21	S14	5273	2900	5,07	563,74	568,81	6,0
22	S15	5649	2870	6,28	547,63	553,92	7,1
23	S16	6026	2842	7,48	492,48	499,96	7,2
24	S17	6403	2813	4,92	440,59	445,51	6,4
25	S18	6779	2785	5,13	404,65	409,77	5,8
26	S19	7156	2757	3,30	377,88	381,19	5,4
27	S20	7533	2729	4,89	364,36	369,25	6,0
28							

### 3 - Elaboração da mancha de DPA

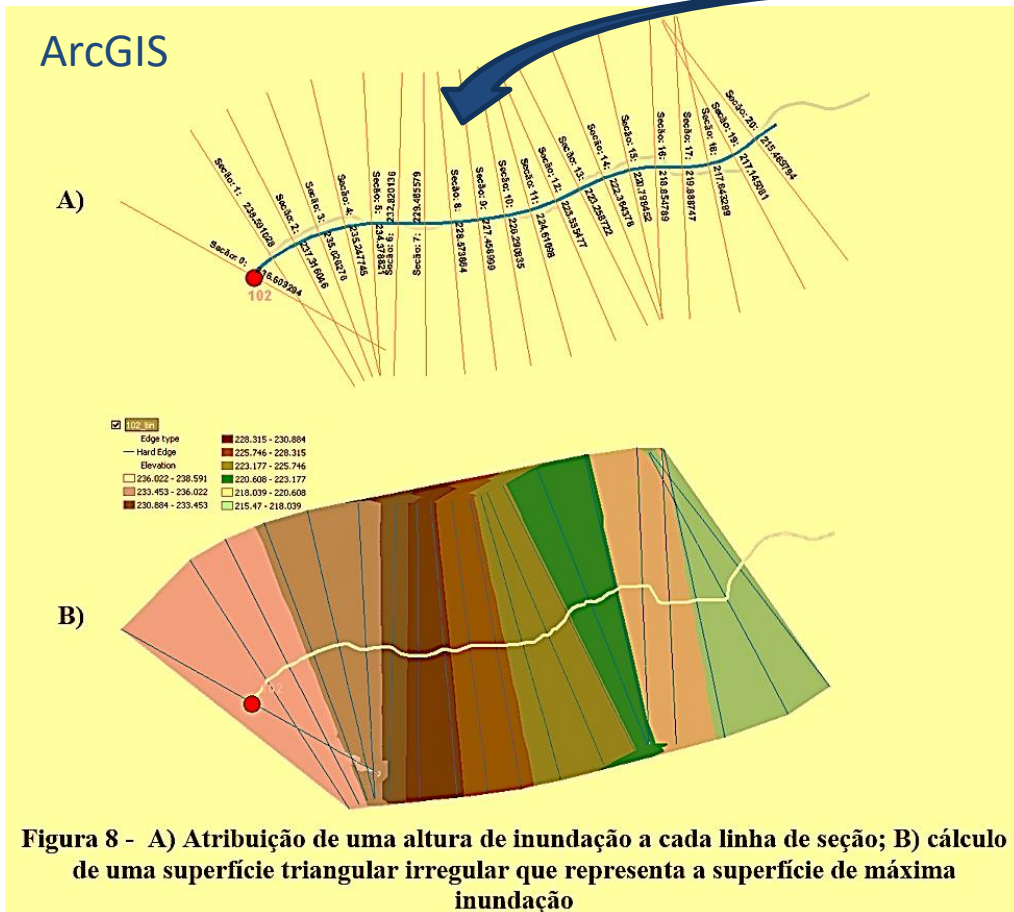
p) Dê o nome **SECAO** à coluna A dessa pasta e a numere de 0 a 20

q) Dê o nome de **COTAMAXIMA** à coluna B e cole os valores de “Cota Máxima da Sup. Livre”

r) Salve a planilha *B7777\_PontosComCota.XLS*



	A	B	C	D	E	F	G
1	SECAO	COTAMAXIMA					
2	0	665,1					
3	1	661,0					
4	2	655,6					
5	3	646,9					
6	4	642,3					
7	5	639,6					
8	6	636,3					
9	7	635,1					
10	8	632,2					
11	9	618,3					
12	10	609,1					
13	11	596,2					
14	12	588,9					
15	13	581,4					
16	14	568,8					
17	15	553,9					
18	16	500,0					
19	17	445,5					
20	18	409,8					
21	19	381,2					
22	20	369,2					
23							
24							



Seção de cálculo	Nível máximo da onda cheia (m)
0	823.06
1	809.51
2	812.68
3	808.27
4	809.39
5	805.28
6	785.23
7	787.49
8	776.83
9	761.44
10	758.26
11	733.18
12	662.54
13	615.55
14	594.73
15	593.61
16	575.90
17	556.82
18	549.20
19	549.81
20	551.61

Excel

### 3 - Elaboração da mancha de DPA

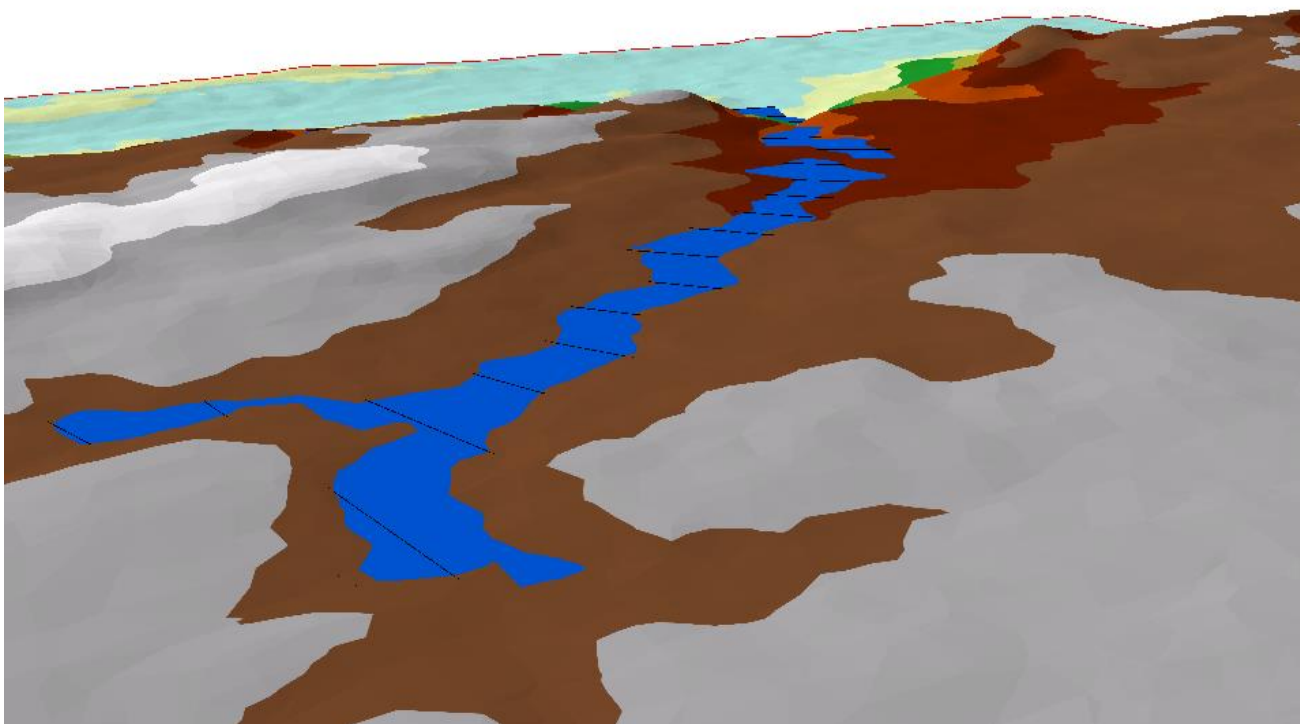
- s) Volte ao ArcGIS e abra a pasta "*Plan1*" da planilha *B7777\_PontosComCota.XLS*
- t) Execute o procedimento **3 - Prepara Mancha DPA** no ArcGIS

O procedimento 3 - *Prepara Mancha DPA*:

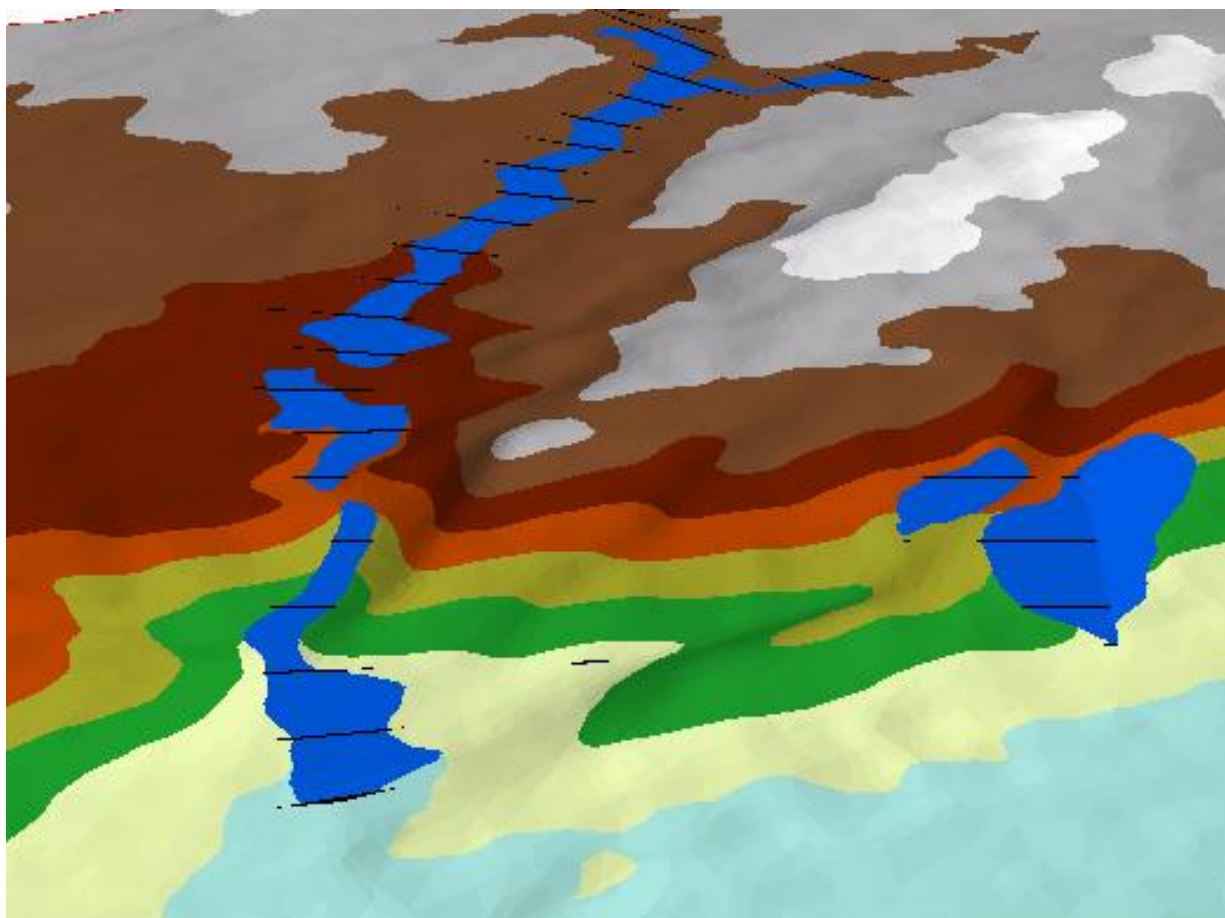
- 1 - Gera uma superfície com base nos valores de cota máxima da onda de ruptura simulada.
- 2 - Subtrai ponto a ponto os valores do MDE dos valores dessa superfície.
- 3 - Produz o tema em formato vetorial contendo a mancha para análise de DPA.



### 3 - Elaboração da mancha de DPA



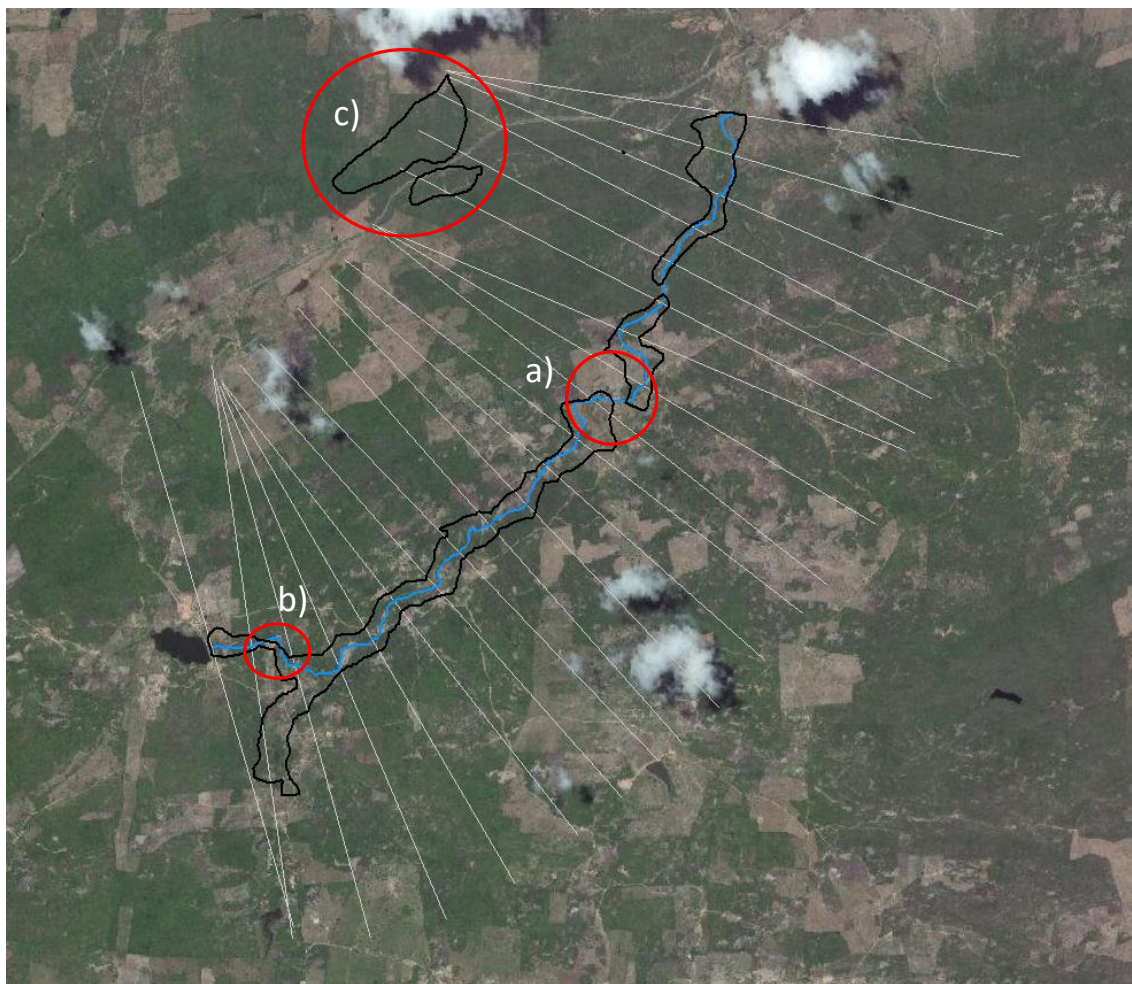
### 3 - Elaboração da mancha de DPA



Nesse ponto a mancha se encontra em estado bruto. Se o operador conhecer as ferramentas de edição do ArcGIS ou de outro software semelhante como o Quantum GIS, ou gvSIG, poderá fazer alguns ajustes manuais para aumentar a sua verossimilhança:







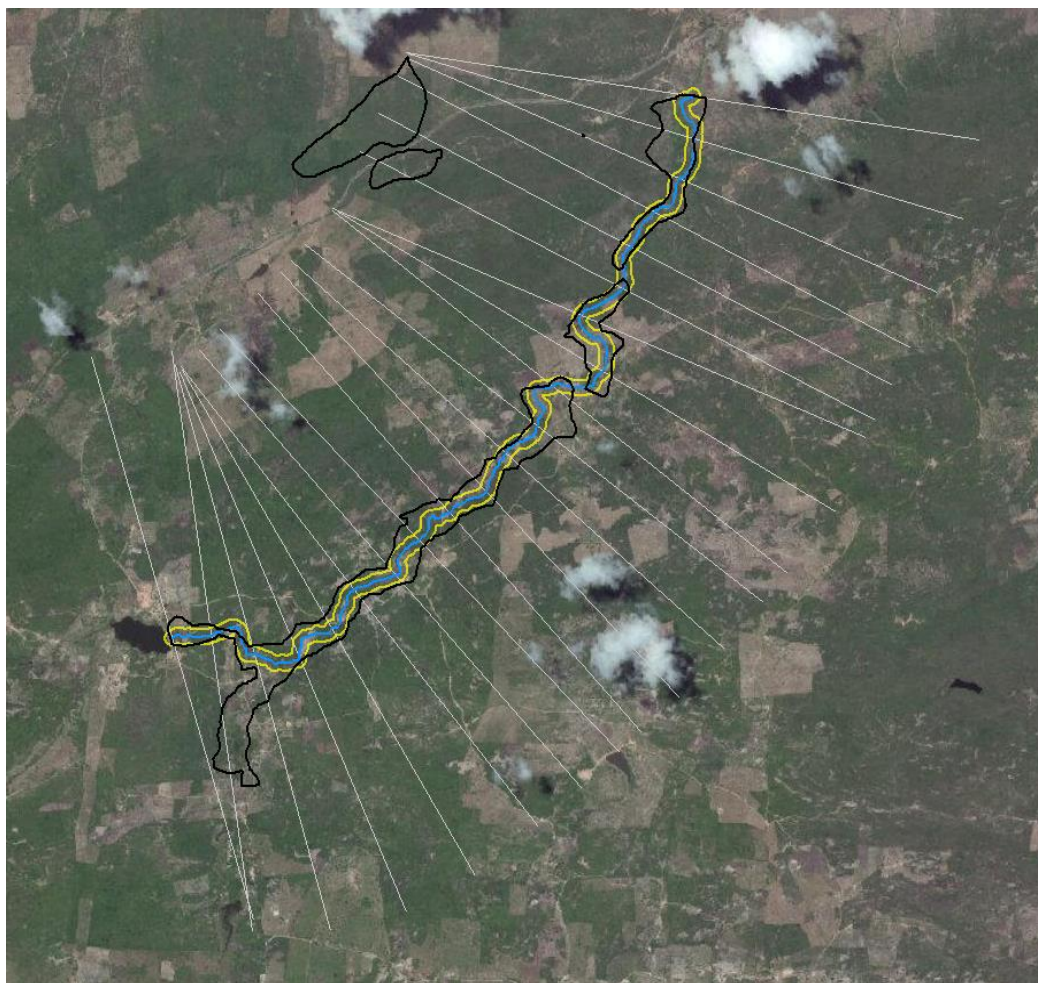
- a) Unir eventuais polígonos separados.
- b) Ajustar áreas molhadas.
- c) Eliminar manchas absurdas.
- d) Outros.

### 3 - Elaboração da mancha de DPA

A tela mostra um detalhe do caso *b) Ajustar áreas molhadas*. O rio passa por fora da mancha obtida e, obviamente a mancha, precisa ser estendida para englobar essa área.







Em vários casos é útil fazer um *buffer moderado em torno do rio* (30m a 150m, dependendo do porte do rio e da Barragem) representado em amarelo na figura.

Após edições  
corretivas temos a  
Mancha para  
Classificação da  
barragem quanto ao  
seu DPA





## Ajustes adicionais

É possível rodar novamente a etapa **3 - Prepara Mancha DPA** usando o mesmo *shape* de seções, mas modificando a geometria das seções de modo a compatibilizar melhor a superfície da onda de ruptura com o relevo.

Para isso deve-se colocar o *shape* de Seções B7777\_Secoas em edição e ajustar a geometria segundo as regras apresentadas a seguir.

*OBS.: Essa etapa não será aprofundada por exigir habilidades de edição no ArcGIS que não são objeto do treinamento.*

## 9 - Obtenção do polígono classificação de DPA

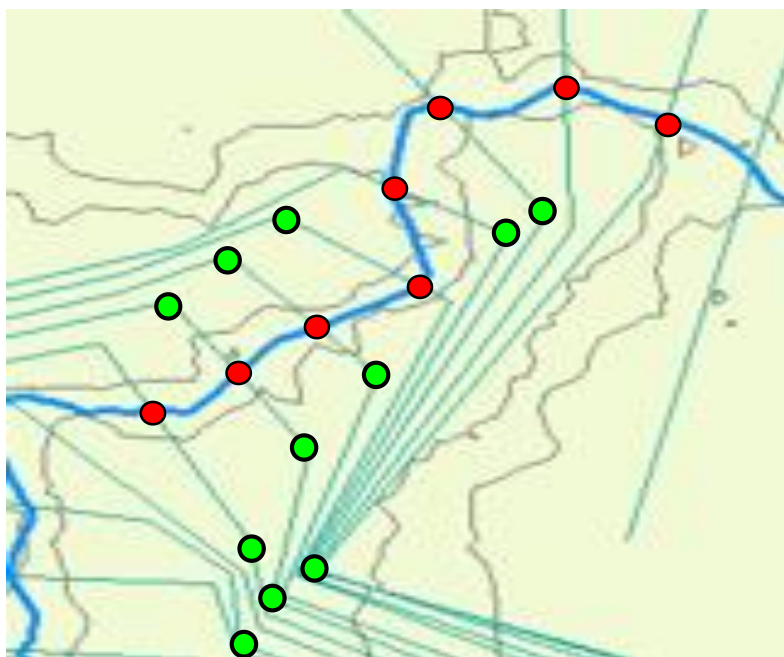
### **PODE**

1. Quebrar a seção em vértices para acompanhar o relevo.
2. Acompanhar afluentes largos e baixos com a seção mais próxima da sua foz.
3. Aumentar ou diminuir o comprimento da seção.

### **NÃO PODE**

1. Tirar o ponto central da seção da posição.
2. Mudar o ângulo entre a seção e o rio principal (aproximadamente na perpendicular).
3. Alterar a seção em torno do rio principal.
4. Cruzar as seções.

## 9 - Obtenção do polígono classificação de DPA



**PODE**

**Quebrar a seção em vértices para acompanhar o relevo.**

**NÃO PODE**

**Tirar o ponto central da seção da posição.**



## 9 - Obtenção do polígono classificação de DPA



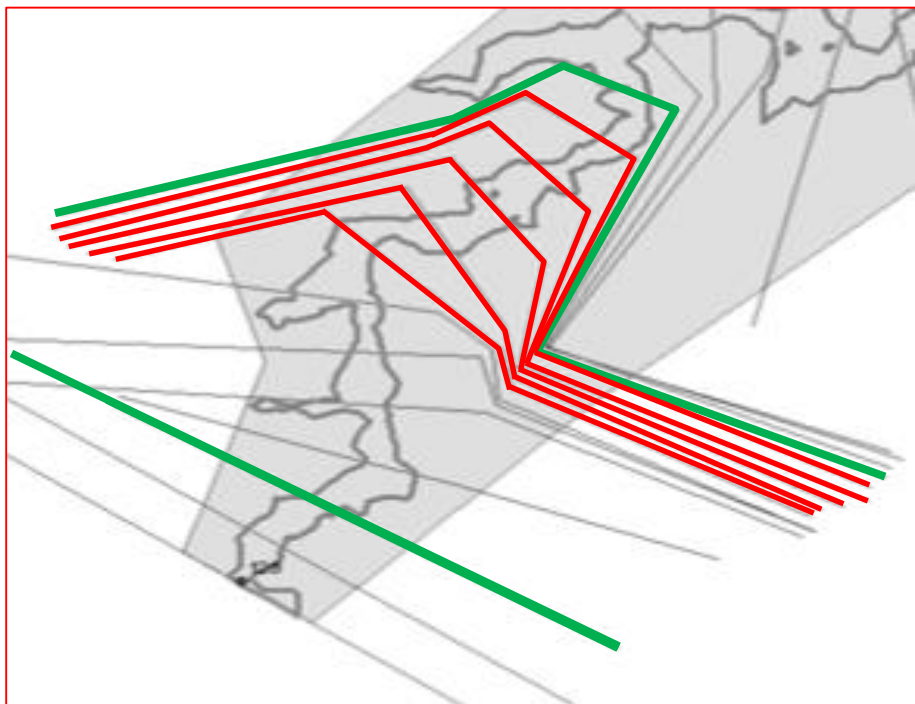
### PODE

Acompanhar afluentes largos e baixos com a seção mais próxima da sua foz.

### NÃO PODE

1. Mudar o ângulo entre a seção e o rio principal (*aproximadamente* na perpendicular).
2. Alterar a seção em torno do rio principal.

## 9 - Obtenção do polígono classificação de DPA



**PODE**

Aumentar ou diminuir o comprimento da seção.

**NÃO PODE**

Cruzar as seções.

A mancha está pronta para análise das ocorrências em seu interior.

No próximo módulo será apresentada a maneira como a ANA efetua essa análise.

*Mas...*



Que tal usar o *Google Earth* para fazer a análise das feições no interior da mancha?

## Vantagens

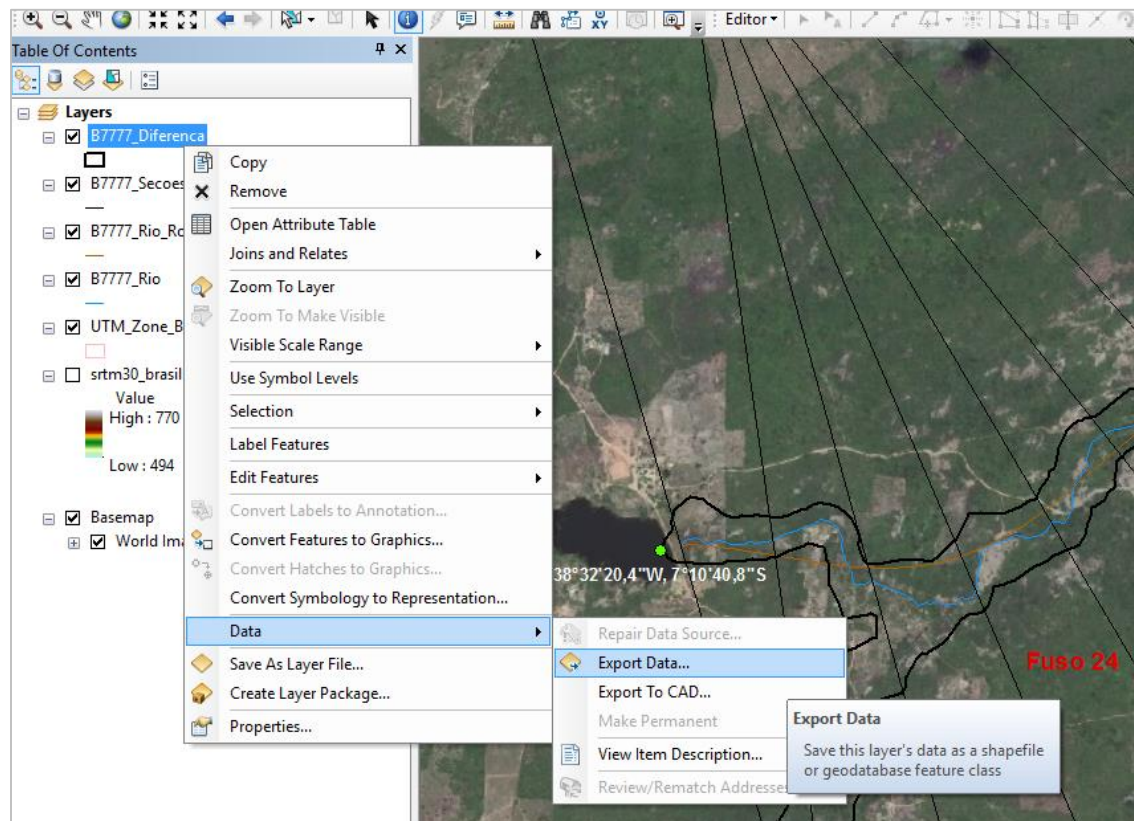
- Imagens mais detalhadas (em geral).
  - Software mais leve e rápido.

## Como?

Basta exportar o tema *B7777\_Diferenca* (ele foi gerado originalmente em formato Geodatabase) para o formato *shapefile* para abri-lo no *Google Earth Pro*

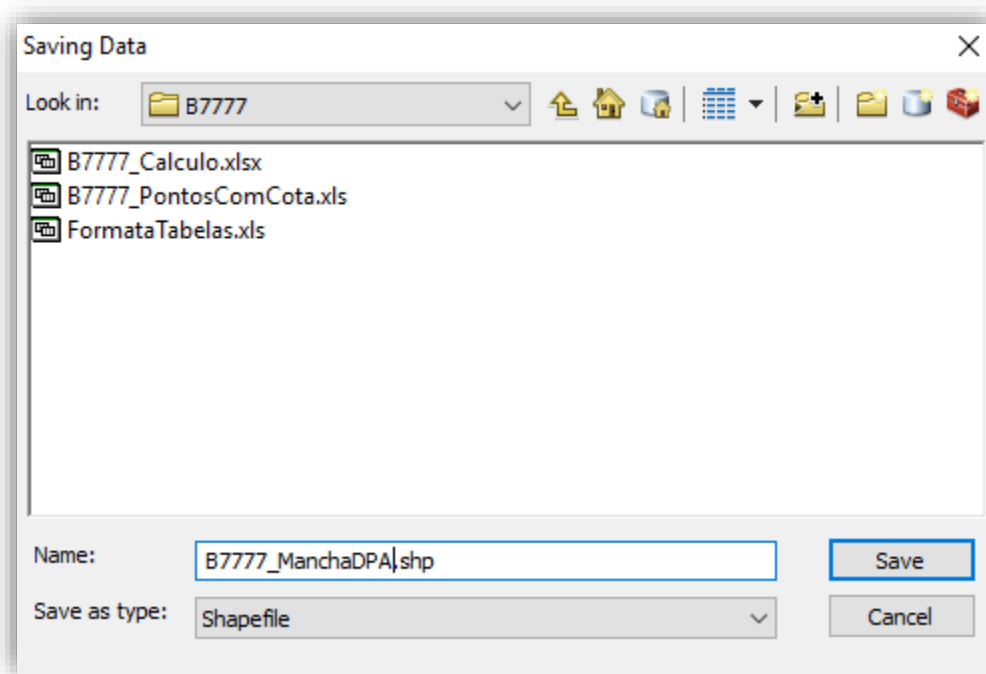


Clique com o botão direito sobre o tema *B7777\_Diferenca* e acione a opção *Data/Export Data*



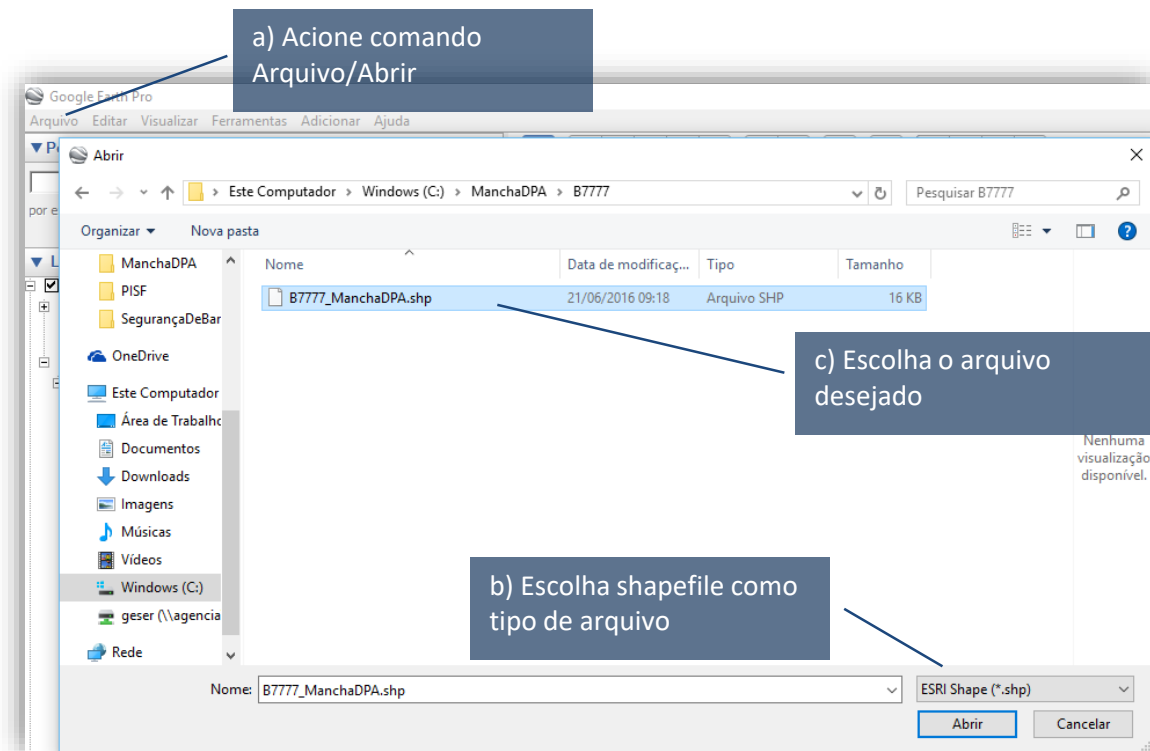


Forneça um nome conveniente:

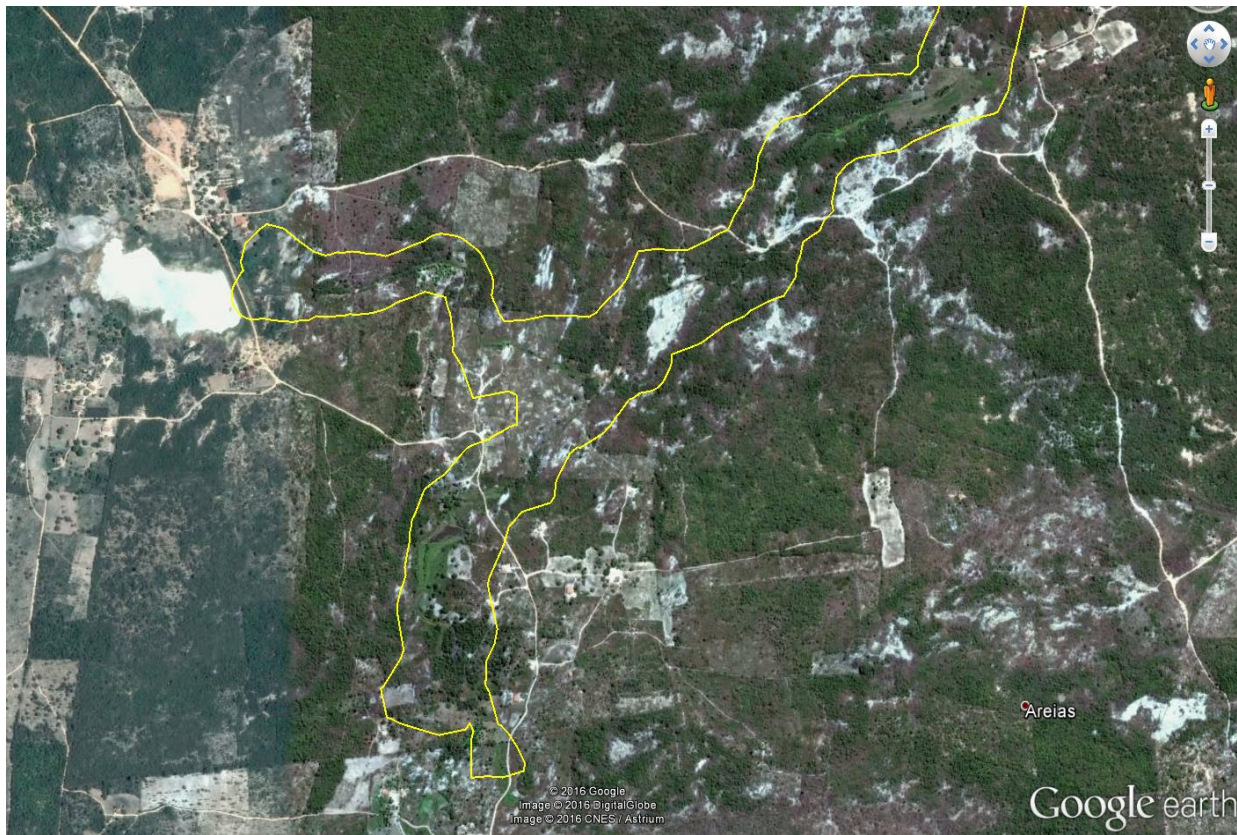


Para abrir no Google Earth acionar:

- a) Arquivo/Abrir
- b) Escolha o tipo de arquivo – ESRI-Shape
- c) Selecione o arquivo desejado



Após um ajuste nas propriedades de exibição, a mancha é mostrada pelo Google Earth (se o tema não aparecer, marque o *check box* correspondente na lista de *Lugares*):



**Por gentileza!**

**Ao término do dia de trabalho,  
desligue o seu computador**

# Obrigado(a)!

## Marcio Bomfim

Especialista em Geoprocessamento

[marcio.bomfim@ana.gov.br](mailto:marcio.bomfim@ana.gov.br) | (+55) (61) 2109 –5589

[www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br)



[www.twitter.com/anagovbr](http://www.twitter.com/anagovbr)

The Facebook logo, consisting of the word "facebook" in white lowercase letters on a dark blue rectangular background.

[www.facebook.com/anagovbr](http://www.facebook.com/anagovbr)

The YouTube logo, with the word "You" in black and "Tube" in white on a red rounded rectangle.

[www.youtube.com/anagovbr](http://www.youtube.com/anagovbr)