

# ArcGIS 10.3.1

## ArcScan e aplicações na preparação de base de dados

*Manual Técnico*  
*Passo a Passo*

*Aplicável as versões 10.x*

Carlos Antonio Alvares Soares Ribeiro  
Cleverson Alves de Lima  
Vanessa Mendes Lana  
Sady Júnior Martins da Costa de Menezes  
Getulio Fonseca Domingues  
Alexandre Rosa dos Santos

Mundo da  
**Geomática**

[www.mundogeomatica.com.br](http://www.mundogeomatica.com.br)

## **Autores Principais**

Carlos Antonio Alvares Soares Ribeiro  
Cleverson Alves de Lima  
Getulio Fonseca Domingues  
Vanessa Mendes Lana  
Sady Júnior Martins da Costa de Menezes  
Alexandre Rosa dos Santos

# **ArcGIS 10.3.1 ArcScan e aplicações na preparação de base de dados**

**Alegre – ES  
CAUFES  
2015**

## ArcGIS 10.3.1 – ArcScan e aplicações na preparação de base de dados

Copyright © 2015, Dr. Alexandre Rosa dos Santos

### Capa

Cleverson Alves de Lima  
Thiago de Oliveira Thuler

### Produção Gráfica

Alexandre Rosa dos Santos  
Cleverson Alves de Lima  
Getulio Fonseca Domingues

### Revisão Ortográfica

Carlos Antonio Alvares Soares Ribeiro  
Sady Júnior Martins da Costa de Menezes  
Alexandre Rosa dos Santos  
Glissy Mary Amaral Dino Alves dos Santos

### Contato

<http://www.mundogeomatica.com.br>  
E-mail: [mundogeomatica@yahoo.com.br](mailto:mundogeomatica@yahoo.com.br)  
Tel.: (28) 3552 8988 ou (28) 9 9926-0262

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS - O livro é gratuito podendo ser impresso. A violação dos direitos autorais (Lei no 9.610/98) é crime (art. 184 do Código Penal). Depósito legal na Biblioteca Nacional, conforme Decreto no 1.825, de 20/12/1907. Os autores são seus professores, respeite-os, sempre citando seus nomes em possíveis publicações.

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)  
(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

---

A668 ArcGIS 10.3.1 : ArcScan e aplicações na preparação de base de dados / Carlos Antonio Alvares Soares Ribeiro (organizador)... [et al.], Ilustradores: Thiago de Oliveira Tuler e Cleverson Alves de Lima. – Alegre, ES: CAUFES, 2015.  
110 p. : il.

Inclui bibliografia.

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web:

< [http://www.mundogeomatica.com.br/Livro\\_ArcScan.htm](http://www.mundogeomatica.com.br/Livro_ArcScan.htm) >.

ISBN: 978-85-61890-74-2

1. Geomática. 2. Relevo (Geografia). 3. Hidrografia. 4. Meio ambiente. 5. Interpretação fotográfica. I. Ribeiro, Carlos Antonio Alvares Soares, 1974-. II. Tuler, Thiago de Oliveira. III. Lima, Cleverson Alves de.

CDU: 528.4

## AUTORES

### **Carlos Antonio Alvares Soares Ribeiro (Autor principal)**

Universidade Federal de Viçosa - Departamento de Engenharia Florestal.  
Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal.  
Cep: 36.570-000 – Viçosa, MG.  
Endereço eletrônico: cribeiro@ufv.br

### **Cleverson Alves de Lima (Autor principal)**

Universidade Federal de Viçosa - Departamento de Engenharia Civil.  
Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil/Geotecnia – Doutorando.  
Cep: 36.570-000 – Viçosa, MG.  
Endereço eletrônico: cleverson.lima@ufv.br

### **Getulio Fonseca Domingues (Autor principal)**

Universidade Federal de Viçosa - Departamento de Engenharia Florestal.  
Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal – Doutorando.  
Cep: 36.570-000 – Viçosa, MG.  
Endereço eletrônico: getulio.floresta@gmail.com

### **Vanessa Mendes Lana (Autor principal)**

Universidade Federal de Viçosa - Departamento de Engenharia Florestal.  
Mestre em Ciência Florestal - Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal.  
Cep: 36.570-000 – Viçosa, MG.  
Endereço eletrônico: vmendeslana@gmail.com

### **Sady Júnior Martins da Costa de Menezes (Autor principal)**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - Instituto Três Rios.  
Departamento de Ciências do Meio Ambiente.  
Cep: 25.802-100 – Três Rios, RJ.  
Endereço eletrônico: sadymenezes@ufrj.br

### **Alexandre Rosa dos Santos (Autor principal)**

Universidade Federal do Espírito Santo - Departamento de Engenharia Rural.  
Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais.  
Cep: 29.500-000 – Alegre, ES.  
Endereço eletrônico: mundogeomatica@yahoo.com.br

### **Alexandre Simões Lorenzon**

Universidade Federal de Viçosa - Departamento de Engenharia Florestal.  
Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal – Doutorando.  
Cep: 36.570-000 – Viçosa, MG.  
Endereço eletrônico: alexandre.lorenzon@ufv.br

### **Gleissy Mary Amaral Dino Alves dos Santos**

Universidade Federal de Viçosa.  
Programa de Pós-graduação em Agroquímica – Doutoranda.  
Cep: 36.570-000 – Viçosa, MG.  
Endereço eletrônico: gleissym@yahoo.com.br

### **Gustavo Eduardo Marcatti**

Universidade Federal de Viçosa - Departamento de Engenharia Florestal.  
Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal – Doutorando.  
Cep: 36.570-000 – Viçosa, MG.  
Endereço eletrônico: gustavomarcatti@gmail.com

### **Lucas Barbosa Poeiras Santos**

Universidade Federal de Viçosa - Departamento de Geografia.  
Graduando em Geografia.  
Cep: 36.570-000 – Viçosa, MG.  
Endereço eletrônico: lpoeiras@hotmail.com

**Nero Lemos Martins de Castro**

Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal – Doutorando.

Cep: 36.570-000 – Viçosa, MG.

Endereço eletrônico: nerolemos@yahoo.com.br

**Pedro Henrique Santos Mota**

Universidade Federal de Viçosa - Departamento de Engenharia Florestal.

Graduando em Engenharia Florestal.

Cep: 36.570-000 – Viçosa, MG.

Endereço eletrônico: pedromota.enf@gmail.com

**Thaís Ribeiro Teixeira**

Universidade Federal de Viçosa - Departamento de Engenharia Florestal.

Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal – Mestranda.

Cep: 36.570-000 - Viçosa, MG.

Endereço eletrônico: thaisarib@gmail.com

**Vicente Paulo Soares**

Universidade Federal de Viçosa - Departamento de Engenharia Florestal.

Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal.

Cep: 36.570-000 - Viçosa, MG.

Endereço eletrônico: vicente@ufv.br

## CITAÇÃO E REFERÊNCIA DO LIVRO

**NO TEXTO**

Ribeiro et al. (2015) ou (RIBEIRO et al., 2015).

**NA LISTA DE REFERÊNCIAS**

RIBEIRO, C. A. A. S. et al. **ArcGIS 10.3.1 – ArcScan e aplicações na preparação de base de dados.**

Alegre: CAUFES, 2015, 110 p.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), em especial ao Departamento de Engenharia Florestal e ao Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal.

À Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), em especial ao Departamento de Engenharia Rural e ao Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais.

Ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) que disponibilizou o banco de dados espaciais para a elaboração dos exercícios deste livro.

Em especial, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para o desenvolvimento deste livro.

## COLABORADORES

**UFV** - Universidade Federal de Viçosa.

**PPGCF-UFV** - Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal da UFV.

**DEF/UFV** - Departamento de Engenharia Florestal da UFV.

**UFRRJ** - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

**DCMA/UFRRJ** - Departamento de Ciências do Meio Ambiente da UFRRJ - Instituto Três Rios.

**UFES** - Universidade Federal do Espírito Santo.

**ERU/CCA-UFES** - Departamento de Engenharia Rural do CCA-UFES.

**PPGCF-UFES** - Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais da UFES.

## REFLEXÃO

"A multidisciplinaridade e a integração harmônica de uma equipe correspondem ao sucesso de um trabalho em conjunto".

(Autores)

## FABRICANTE

**Produto:** ArcGIS® 10.3.1 (ArcInfo®).

**Fabricante:** www.esri.com

**Representante no Brasil**

Rua Ipororó, 555 - Vila Bandeirantes.

São José dos Campos – SP.

CEP: 12216-440.

Tel.: +55 12 3946-8933.

Fax: +55 12 3946-8945.

Site: www.img.com.br

**Nota:** Todas as marcas e imagens de hardware, software e outros, utilizados e/ou mencionados nesta obra, são propriedades de seus respectivos fabricantes e/ou criadores. Os autores se responsabilizam totalmente pelo conteúdo descrito no livro. O objetivo dos autores é disponibilizar para os usuários do aplicativo computacional ArcGIS® 10.3.1 (ArcInfo®) um material de referência para suas aplicações práticas e teóricas relacionadas com os dados espaciais, contribuindo de forma positiva com o fabricante do ArcGIS® 10.3.1 (Empresa ESRI), pois, dessa forma, mais usuários irão se interessar e adquirir o produto.

## REQUISITOS BÁSICOS DE HARDWARE E SOFTWARE

### Requisitos de Hardware:

- Capacidade de memória RAM: 2 Gb (recomendado acima de 3 Gb).
- Capacidade de disco rígido: acima de 160 Gb.
- Placa de vídeo: Super VGA (recomendado placa de vídeo que permita trabalhar com animações gráficas tridimensionais).
- Monitor: colorido de 14 pol. (recomendado 15 ou maior).

### Requisitos de Software:

- Sistema operacional Windows® XP ou versões superiores.
- Microsoft Office 2010® ou versões superiores.
- ArcGIS® 10.3.1 desktop Advanced com todas as extensões habilitadas em idioma inglês.

## SOBRE A BASE DE DADOS NECESSÁRIA PARA A ELABORAÇÃO DOS EXERCÍCIOS DO LIVRO

A base de dados “**BD\_ArcScan.rar**” necessária para a elaboração dos exercícios do livro deverá ser **BAIXADA GRATUITAMENTE** no portal **MUNDO DA GEOMÁTICA**, que apresenta o seguinte endereço eletrônico: <http://www.mundogeomatica.com.br>. Neste portal, você deverá clicar sobre a figura do livro “**ArcGIS 10.3.1 – ArcScan e aplicações na preparação de base de dados**” indo para a *home-page* [http://www.mundogeomatica.com.br/Livro\\_ArcScan.htm](http://www.mundogeomatica.com.br/Livro_ArcScan.htm).

A base de dados espaciais está baseada nas cartas do IBGE referente ao município de Araxá-MG, disponibilizada gratuitamente pelo IBGE para *download* em sua *home-page*. Após sua aquisição, esta deverá ser extraída para dentro da Unidade **C:** de seu computador. Na Figura 1 é apresentada a Unidade **C:** após a extração da pasta **BD\_ArcScan**.

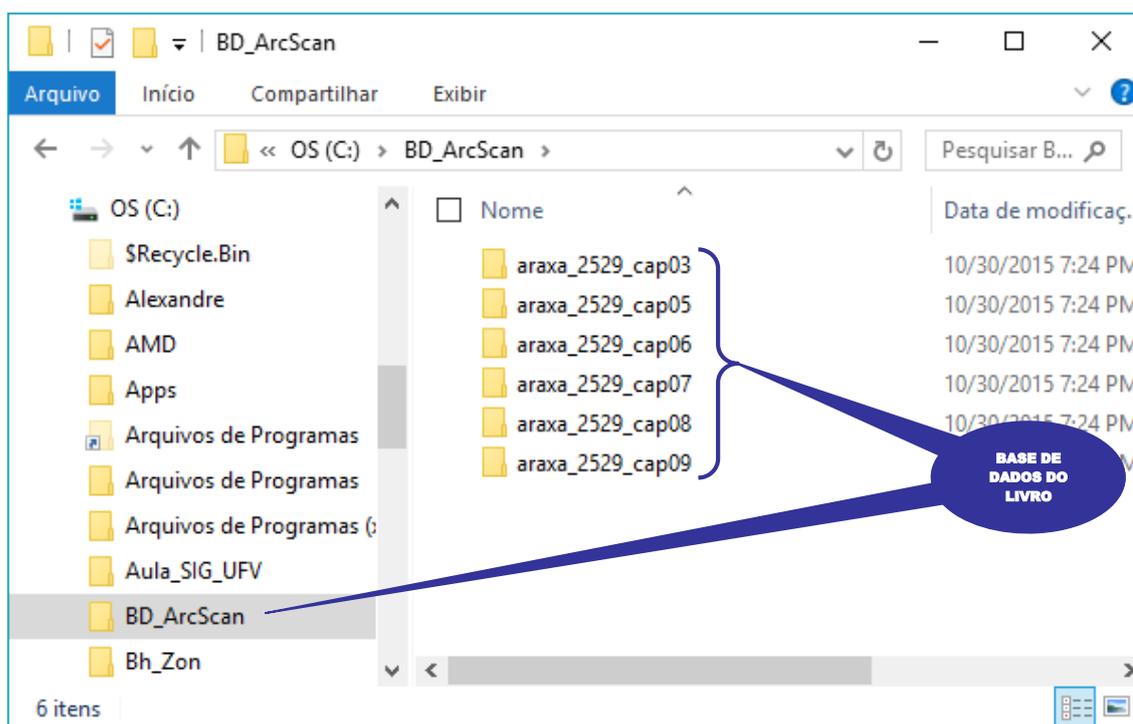


Figura 1. Unidade C: após a extração da pasta BD\_ArcScan.

## PREFÁCIO

Temos trabalhado com os aplicativos da família ESRI desde as versões anteriores do ArcView e, cada versão lançada pela ESRI, nos impressionava mais ainda. Atualmente, as características técnicas do ArcGIS® 10.3.1 são consideradas imprescindíveis, possibilitando a coleta, edição, armazenamento e gerência de dados espaciais, assim como a exploração, análise geográfica e a visualização destes dados.

Apesar de conhecermos e já termos trabalhado com outros aplicativos de Sistemas de Informações Geográficas, nossa escolha principal como ferramenta para se trabalhar com dados espaciais recaiu sobre o ArcGIS® 10.3.1.

Um dos pontos fortes do ArcGIS® 10.3.1 é a sua diversidade de aplicações em diferentes áreas do conhecimento, apresentando um “caráter” multidisciplinar, possibilitando o uso de ferramentas específicas para cada atividade a ser executada, sendo dispensável a utilização de outros aplicativos computacionais concorrentes.

Foi pensando no grande potencial do ArcGIS® 10.3.1 que nos aventuramos a escrever este livro, que tem como principal objetivo ensinar, passo a passo, como realizar a preparação de base de dados utilizando a extensão ArcScan do ArcGIS® 10.3.1 por meio de uma linguagem clara e interpretável.

Este livro foi idealizado a partir da necessidade de se criar um material prático, inteligente, objetivo, rápido e de fácil entendimento a todos os leitores.

Apresentando exercícios aplicáveis para dados espaciais, este livro tem por objetivo atingir diferentes faixas de usuários do mercado porque não se limita a ensinar comandos ou funções complexas. O livro apresenta ao leitor, claramente, o tipo de atividade que ele irá desenvolver e explica passo a passo todos os procedimentos necessários para a sua execução.

Autores

# SUMÁRIO

AUTORES.....	III
CITAÇÃO E REFERÊNCIA DO LIVRO.....	IV
AGRADECIMENTOS.....	IV
COLABORADORES.....	IV
REFLEXÃO.....	V
FABRICANTE.....	V
REQUISITOS BÁSICOS DE HARDWARE E SOFTWARE.....	V
SOBRE A BASE DE DADOS NECESSÁRIA PARA A ELABORAÇÃO DOS EXERCÍCIOS DO LIVRO.....	V
PREFÁCIO.....	VI
SUMÁRIO.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE QUADROS.....	IX
INTRODUÇÃO: FUNDAMENTOS DE SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS.....	10
CAPÍTULO 1: CONHECENDO O ARCGIS 10.3.1.....	15
CAPÍTULO 2: AQUISIÇÃO DA BASE DE DADOS.....	19
CAPÍTULO 3: OBTENDO INFORMAÇÕES DO FUSO.....	23
CAPÍTULO 4: CRIAÇÃO DA GEODATABASE E ARQUIVOS VETORIAIS.....	27
CAPÍTULO 5: GEORREFERENCIAMENTO DE IMAGENS HIDROGRÁFICAS E TOPOGRÁFICAS.....	32
CAPÍTULO 6: LIMPEZA E VETORIZAÇÃO DE IMAGENS RASTER.....	45
CAPÍTULO 7: VETORIZAÇÃO DOS PONTOS COTADOS.....	56
CAPÍTULO 8: EDITANDO AS LINHAS VETORIZADAS.....	68
CAPÍTULO 9: ADICIONANDO OS VALORES DAS COTAS ÀS CURVAS DE NÍVEL.....	85
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	89
ANEXOS.....	92
ANEXO A: ERRO RMS – ROOT MEAN SQUARE.....	93
ANEXO B: CONCEITOS: TOPOGRAFIA E LINHA MESTRA.....	96
ANEXO C: ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DO IBGE.....	100
ANEXO D: ORGANIZAÇÃO E ESTRUTURAÇÃO DE ARQUIVOS DO IBGE.....	104
ANEXO E: LIVROS GRATUITOS PARA DOWNLOAD NO PORTAL MUNDO DA GEOMÁTICA.....	108

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Unidade C: após a extração da pasta BD_ArcScan.....	VI
Figura 2.	Arquitetura de um Sistema de Informações Geográficas.....	11
Figura 3.	Exemplo prático de um possível lixo organizado.....	12
Figura 4.	Representação de um modelo vetorial e raster ou matricial.....	13
Figura 5.	Componentes centrais de um SIG, destacando-se o anel das aplicações e usuários.....	14
Figura 6.	Interface do aplicativo computacional ArcMap™.....	16

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1.	Exemplos de análise espacial.....	12
Quadro 1A.	Classificação das cartas segundo sua exatidão.....	95
Quadro 1E.	Livros gratuitos para download no portal MUNDO DA GEOMÁTICA.....	110

# **Introdução**

## **Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas**

## Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas

Um Sistema de Informação Geográfica (SIG) é um conjunto de técnicas empregadas na integração e análise de dados provenientes das mais diversas fontes, como imagens fornecidas por satélites, mapas, cartas climatológicas, censos e outros (ASPIAZÚ e BRITES, 1989). O SIG é um sistema auxiliado por computador para adquirir, armazenar e analisar dados geográficos. Hoje, muitos softwares estão disponíveis para ajudar nesta atividade.

Segundo Felgueiras (1987), um SIG é um sistema que tem por finalidade automatizar tarefas realizadas manualmente e facilitar a realização de análises complexas, por meio da integração de dados geocodificados. O SIG tem como característica principal a capacidade de coletar, armazenar e recuperar informações provenientes de fontes e formatos distintos, além de possibilitar a disponibilidade de programas computacionais para edição de mapas, textos e gráficos.

Um SIG pode ser considerado um instrumento para mapear e indicar respostas às várias questões sobre planejamento urbano e regional, meio rural e levantamento dos recursos renováveis, descrevendo os mecanismos das mudanças que operam no meio ambiente e auxiliando no planejamento e manejo dos recursos naturais de regiões específicas (FERREIRA, 1997).

Para exemplificar, a utilização de técnicas provenientes de um SIG constitui-se em instrumento de grande potencial para o estabelecimento de planos integrados de conservação do solo e da água. Nesse contexto, um SIG se insere como uma ferramenta capaz de manipular as funções que representam os processos ambientais em diversas regiões de uma forma simples e eficiente, permitindo economia de recursos e tempo. Estas manipulações permitem agregar dados de diferentes fontes (por exemplo: imagens de satélite, mapas topográficos, mapas de solo, etc.) e diferentes escalas. O resultado destas manipulações, geralmente, é apresentado sob a forma de mapas temáticos com as informações desejadas (MENDES, 1997).

O SIG tem sido chamado de um “capacitador tecnológico”, segundo Fisher e Lindenberg (1989), porque ele tem o potencial para ser utilizado em muitas disciplinas que empregam dados espaciais. As principais são: geografia, hidrologia, cartografia, sensoriamento remoto, fotogrametria, agrimensura, geodésia, estatística etc.

Segundo Assad e Sano (1998), numa visão geral, podem-se identificar os seguintes componentes num SIG (Figura 2):

- Interface com usuário;
- Entrada e integração de dados;
- Consulta, análise espacial e processamento de imagens;
- Visualização e plotagem; e
- Armazenamento e recuperação de dados (organizados sob a forma de um banco de dados geográficos).

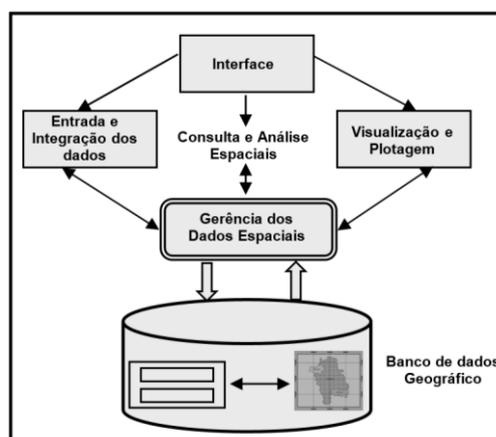


Figura 2. Arquitetura de um Sistema de Informações Geográficas.

Fonte: Assad e Sano (1998), adaptada pelos autores.

Ao utilizar um SIG, pode-se, por exemplo, avaliar a evolução espacial e temporal do uso e ocupação do solo para o município de Vitória, ES, entre os anos de 1980 e 2005, por meio da interpretação de aerofotos e imagens do satélite Quick Bird, com resolução espacial de 60 cm. Alguns exemplos de processos de análise espacial típicos de um SIG são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1. Exemplos de análise espacial

Análise	Pergunta Geral	Exemplo
Condição	“O que está...?”	“Qual a população do município de Vitória, ES?”
Localização	“Onde está...?”	“Quais as áreas com perda de solo superior a 2 toneladas por hectare ao ano no estado do Espírito Santo?”
Tendência	“O que mudou...?”	“Houve alteração no uso e ocupação da terra para este município nos últimos 10 anos?”
Roteamento	“Por onde ir...?”	“Qual o melhor caminho para se chegar ao Parque da Cebola, Vitória, ES?”
Padrões	“Qual o padrão...?”	“Qual a distribuição de Leptospirose nos bairros de Vitória, ES?”
Modelos	“O que acontece se...?”	“Qual o impacto do comportamento da precipitação pluviométrica mensal (últimos 30 anos) no clima do estado do Espírito Santo?”

Fonte: Rhind (1990), adaptada pelos autores.

## AQUISIÇÃO DE DADOS PARA UM SIG

Os dados originais a serem usados num SIG devem ser precisos, porque se o conjunto de dados, originalmente, for constituído de “lixo”, o produto derivado de operações realizadas em ambiente SIG será um “lixo organizado” (Figura 3), portanto sem utilidade (SILVA, 1999).

As descrições dos fenômenos relacionados ao mundo real podem ser arquivadas ora como dados, ora como informações. Abaixo é mostrada a diferença entre dados e informações:

- **DADOS:** conjunto de valores numéricos ou não que corresponde à descrição de fatos do mundo real; e
- **INFORMAÇÕES:** conjunto de dados que possui um determinado significado para um uso ou aplicação em particular, ou seja, foi agregado ao dado um componente adicional, a interpretação.

Os fenômenos reais do mundo podem ser observados de três modos distintos (SINTON, 1978):

- **ESPACIAL:** trata da variação de lugar para lugar como declividade, altitude e profundidade do solo;
- **TEMPORAL:** trata da variação de tempo para tempo (de uma época para outra). Por exemplo: densidade demográfica e ocupação do solo; e
- **TEMÁTICO:** trata da variação de uma característica para outra (de uma camada para outra) como geologia e cobertura vegetal.

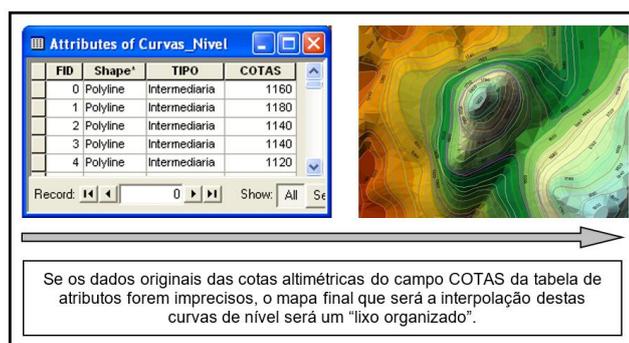


Figura 3. Exemplo prático de um possível lixo organizado.

Abaixo é mostrado alguns fatores que distinguem os dados espaciais dos demais dados (SILVA, 1999):

- São relacionados às superfícies contíguas como superfície topográfica, variação da temperatura, pressão;
- Cada ponto contém coordenadas X, Y, Z, podendo ter precisão limitada;
- Dependência espacial, ou seja, a tendência da vizinhança influenciar uma determinada localização e possuir atributos similares; e
- Os dados espaciais estão distribuídos sobre a superfície curva da Terra.

O critério usado para converter variações geográficas reais em objetos descritos é chamado de modelos de dados (STAR e ESTES, 1990). Esses modelos, dependendo do formato e da necessidade do usuário, podem ser de dois tipos: modelo do tipo raster ou matricial e modelo do tipo vetor (Figura 4).

O modelo raster ou matricial é caracterizado por dividir a área em quadrículas de grades regulares de células na sequência específica na forma horizontal. Dentre as características do modelo raster, citam-se:

- A sequência é da esquerda para direita e de cima para baixo;
- Cada célula contém um valor simples; e
- As células e seus valores associados encontram-se dispostos em camadas, como por exemplo tipo de solo, elevação, uso da terra.

O modelo vetor utiliza-se de segmentos de linhas ou pontos para identificar localidades. Neste modelo, os objetos (divisas de estradas, cidades, dentre outros) são formados por meio da conexão de segmentos e linhas (vetores). Uma representação vetorial pode ser representada por três elementos gráficos mostrados a seguir:

- **PONTOS:** abrangem todas as entidades geográficas que podem ser perfeitamente posicionadas por um único par de coordenadas X e Y, como a temperatura, profundidade do lençol freático;
- **LINHA OU ARCOS:** são conjuntos de pontos conectados, por exemplo estradas e rios; e
- **ÁREA OU POLÍGONO:** são definidas por uma sequência de linhas que não se cruzam e se encontram em um nó, como município e fragmentos florestais.

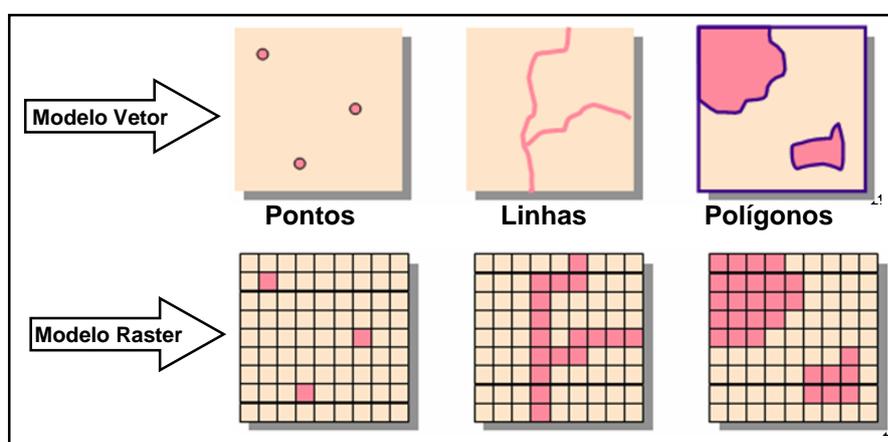


Figura 4. Representação de um modelo vetorial e raster ou matricial.

Fonte: Childs et al. (2004), adaptada pelos autores.

Quando se trabalha com mapas digitais, uma característica importante que um mapa deve possuir é a sua resolução. A resolução de um mapa (imagem digital) pode ser definida como o número de dimensões lineares de pequenas unidades de espaço geográfico para dados que são registrados. Essas pequenas unidades são conhecidas como células ou pixels e são geralmente retangulares. Quando se afirma, por exemplo, que a resolução de um mapa é de 50 x 50 m, isto significa que a cada 1000 m sobre a terra corresponde a 20 células na imagem.

## OBJETIVOS E APLICAÇÕES DE UM SIG

Os objetivos suplementares de um SIG, segundo Silva (1999) são:

- Produzir mapas de maneira muito mais rápida;
- Baratear o custo de produção de mapas;
- Facilitar a utilização de mapas;
- Produzir mapas mais elaborados;
- Possibilitar a automação da atualização e revisão; e
- Revolucionar a análise quantitativa de dados espaciais.

Aronoff (1991) descreve aplicações representativas para as quais um SIG pode ser utilizado com sucesso. Os exemplos se fazem presentes em várias disciplinas, incluindo aplicações amplamente aceitas tais como:

- Agricultura e planejamento do uso do solo;
- Silvicultura e gerenciamento da vida silvestre;
- Arqueologia;
- Geologia; e
- Aplicações municipais.

Meneguette (2000) afirma que um modo útil de organizar os componentes de um SIG é como um núcleo técnico e administrativo cercado por um anel de usuários envolvidos com diferentes aplicações (Figura 5). No coração de qualquer SIG está o hardware, o software, os bancos de dados e pessoas envolvidas na operação, a manutenção e administração do próprio sistema.

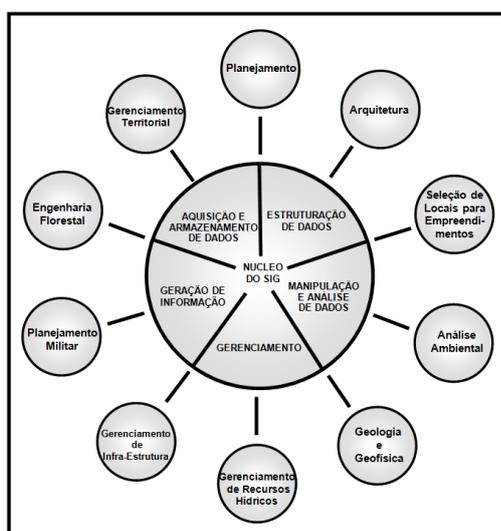


Figura 5. Componentes centrais de um SIG, destacando-se o anel das aplicações e usuários.

# Capítulo 1

## Conhecendo o ArcGIS 10.3.1

## CONHECENDO A INTERFACE DO ARCMAP™

O ArcMap™ é o aplicativo do ArcGIS® voltado para o desenho e a investigação de mapas, para a análise dos mesmos de modo a resolver questões geográficas, e para a produção de mapas que expressam essa análise. Para iniciar o ArcMap™ siga os seguintes passos:

1. Clique no menu **Iniciar do Windows**.
2. Clique em **Todos os Programas**.
3. Clique sobre a pasta **ArcGIS**.
4. Clique sobre o aplicativo **ArcMap**.

Quando se inicia o programa pela primeira vez, a disposição da interface é a seguinte (Figura 6):

- **ÁREA DE VISUALIZAÇÃO (MAP DISPLAY):** área principal onde são dispostos os layers georreferenciados;
- **TABELA DE CONTEÚDOS (TABLE OF CONTENTS):** consiste numa legenda onde se pode controlar as propriedades dos layers;
- **BARRA DE FERRAMENTAS PADRÃO (STANDARD TOOLBOX):** barra de ferramentas onde são disponibilizados os principais botões referentes à barra de menus; e
- **BARRA DE FERRAMENTAS (TOOLS TOOLBOX):** aqui são disponibilizadas as principais ferramentas do software.

A disposição destas caixas de ferramenta, contudo é totalmente configurável pelo usuário. No exemplo da Figura 6, as barras de ferramentas Layout e Draw devem ser inseridas pelo usuário. Você verá neste livro que iremos adicionar outras barras de ferramentas como, por exemplo, a barra de ferramentas ArcScan, dentre outras.

Muito importante também nesta versão é a funcionalidade do botão direito do mouse. Um clique sobre o botão direito sobre qualquer objeto na interface traz um menu de contexto onde podem ser modificadas as propriedades do objeto, adicionar novos menus, excluir, e assim por diante.

A disposição dos layers na área de visualização, o modo como são representados na tabela de conteúdos, as informações alfanuméricas e todos os demais itens em uma sessão de trabalho no ArcMap™ podem ser salvas como um mapa no formato \*.mxd (arquivo de projeto).

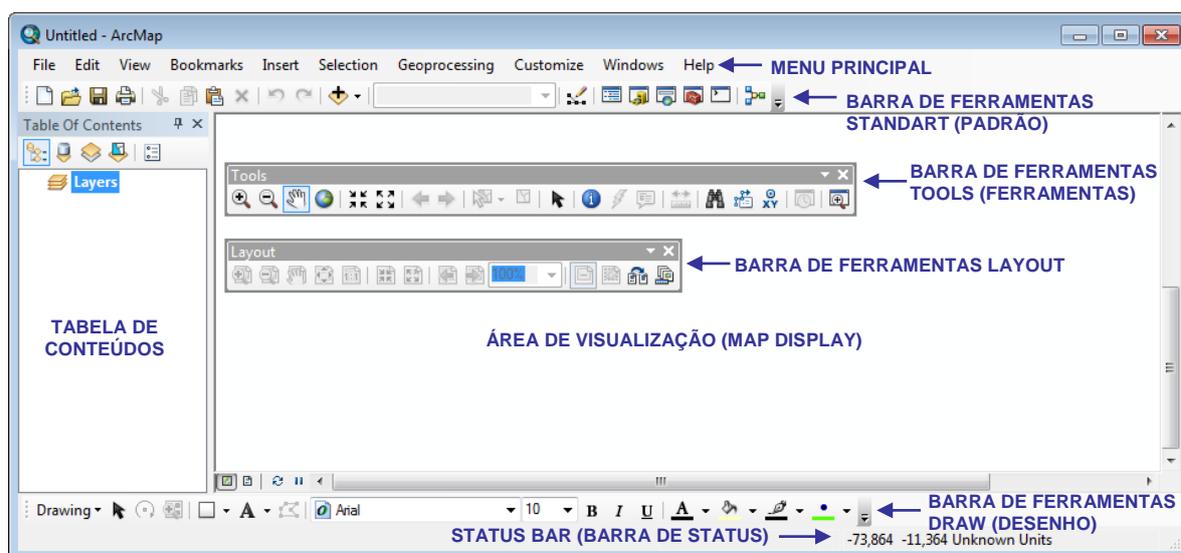


Figura 6. Interface do aplicativo computacional ArcMap™.

O ArcCatalog™ é o aplicativo para explorar, gerenciar e organizar os arquivos e pastas gerados pelo ArcGIS®. Ele possui as ferramentas necessárias para criar, editar e visualizar *metadados* e *geobases*.

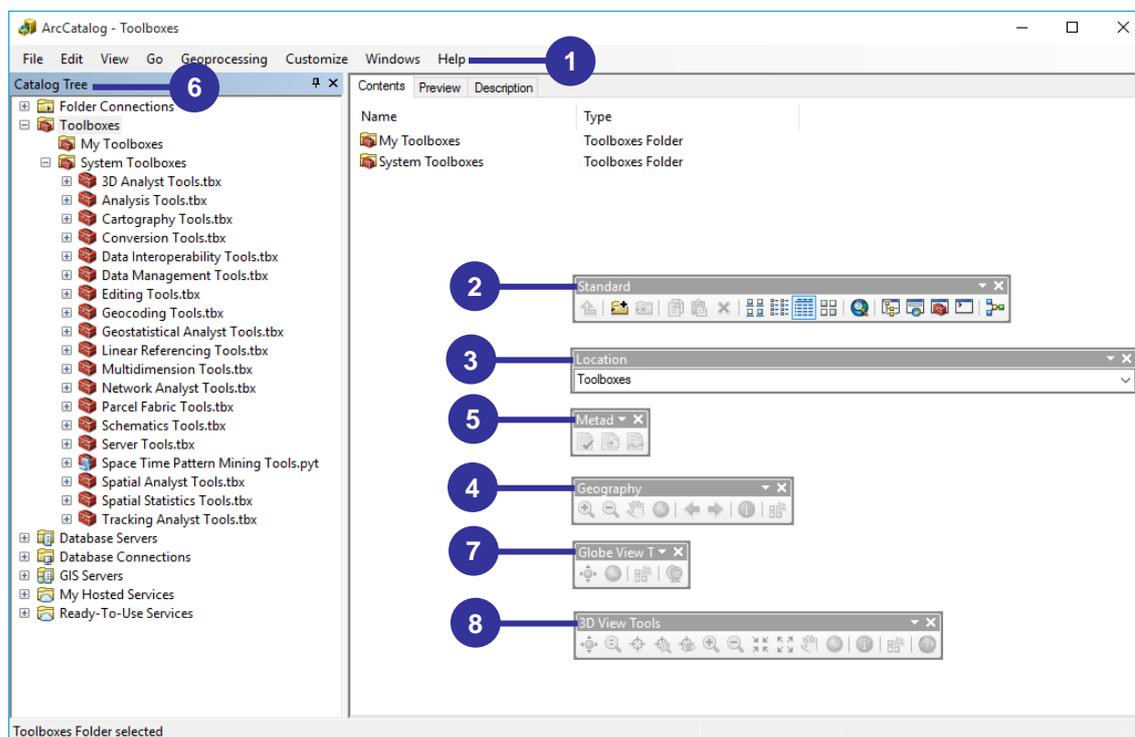
Para iniciar o ArcCatalog™ siga os seguintes passos:

1. Clique no menu **Iniciar do Windows**.
2. Clique em **Todos os Programas**.
3. Clique sobre a pasta **ArcGIS**.
4. Clique sobre o link **ArcCatalog**.

Outra forma de abrir o ArcCatalog™ é utilizando o botão de atalho **Catalog Window**  localizado na barra de ferramentas **Standard**, que está presente em todos os aplicativos do pacote ArcGIS®.

Abaixo são apresentadas as principais barras de ferramentas do ArcCatalog™:

1. **Menu Principal.**
2. Barra de ferramentas **Standard**.
3. Barra de ferramentas **Location**.
4. Barra de ferramentas **Geography**.
5. Barra de ferramentas **Metadata**.
6. Guia com a árvore de arquivos **Catalog Tree**.
7. Barra de ferramentas **Globe View Tools**.
8. Barra de ferramentas **3D View Tools**.

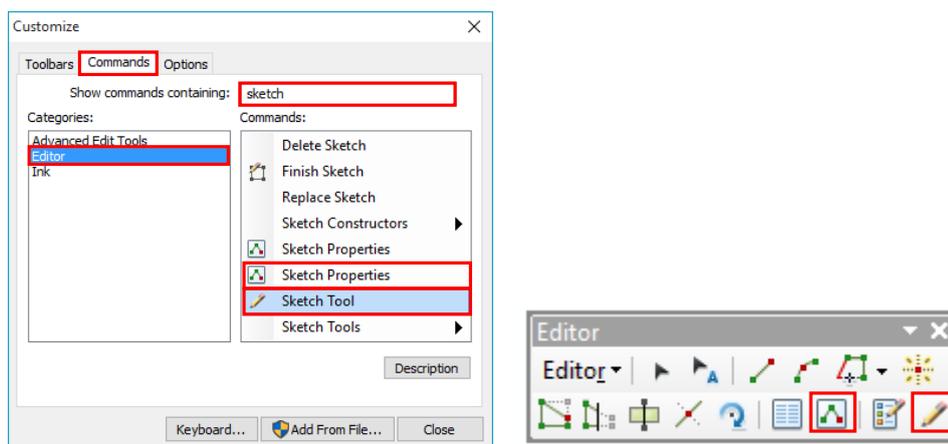


Dentro do ArcMap™, adicionaremos algumas ferramentas na interface do programa para facilitar os trabalhos que serão apresentados neste livro.

Na **barra de menus**, entrar em **Customize** → **Customize mode** e adicionar as ferramentas abaixo:

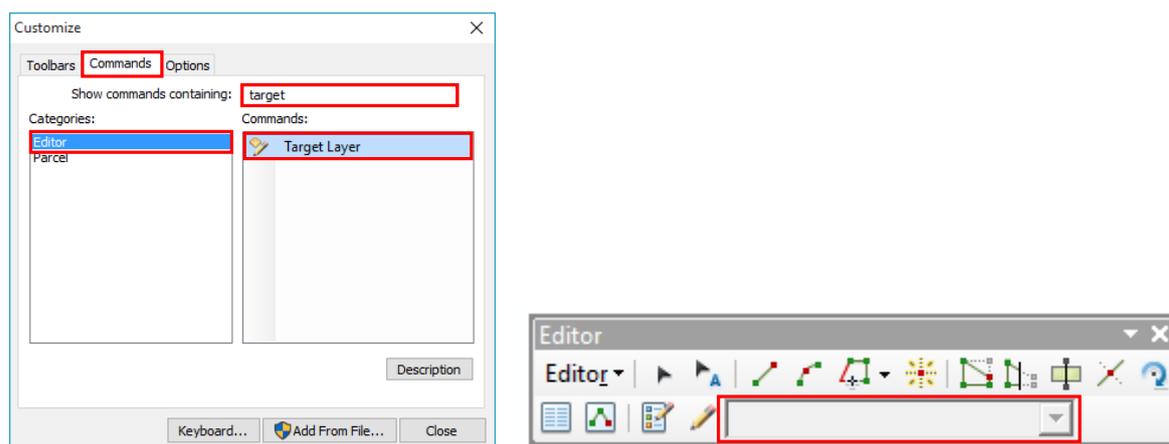
1. **Sketch Tool** – Ferramenta Lápis:
  - a) Abrir a guia **Commands** → faça uma busca pelo comando **Sketch** → Escolha a opção **Editor** → **Sketch tool**  e em seguida, clique e arraste até a barra de ferramenta **Editor**.

- b) Escolha a opção **Editor** → **Sketch Properties**  (caso não esteja presente na barra de ferramenta **Editor**) e em seguida, clique e arraste até a barra de ferramenta **Editor**.



## 2. Target Layer – Tarefa e Camada ativa:

Ainda na aba **Commands** → faça uma busca pelo comando **Target** → Escolha a opção **Editor** → **Target Layer** → em seguida, clique e arraste até a barra de ferramenta **Editor**.



3. **Feche** a janela **Customize**. As novas ferramentas inseridas ficarão disponíveis na barra de ferramentas **Editor**. Utilizaremos estas ferramentas durante o passo a passo que será apresentado neste manual.

# Capítulo 2

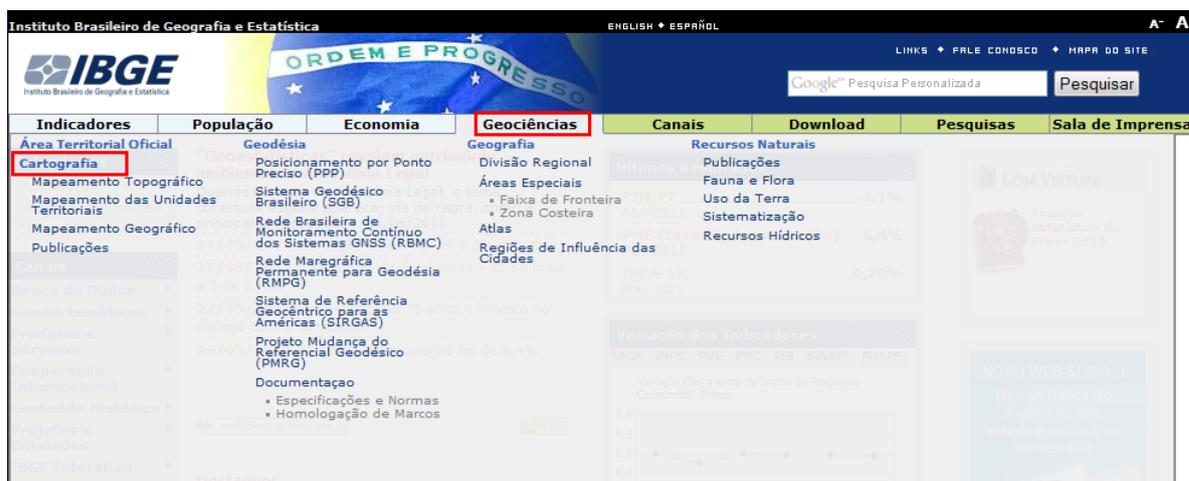
## Aquisição da Base de Dados

## AQUISIÇÃO DA BASE DE DADOS

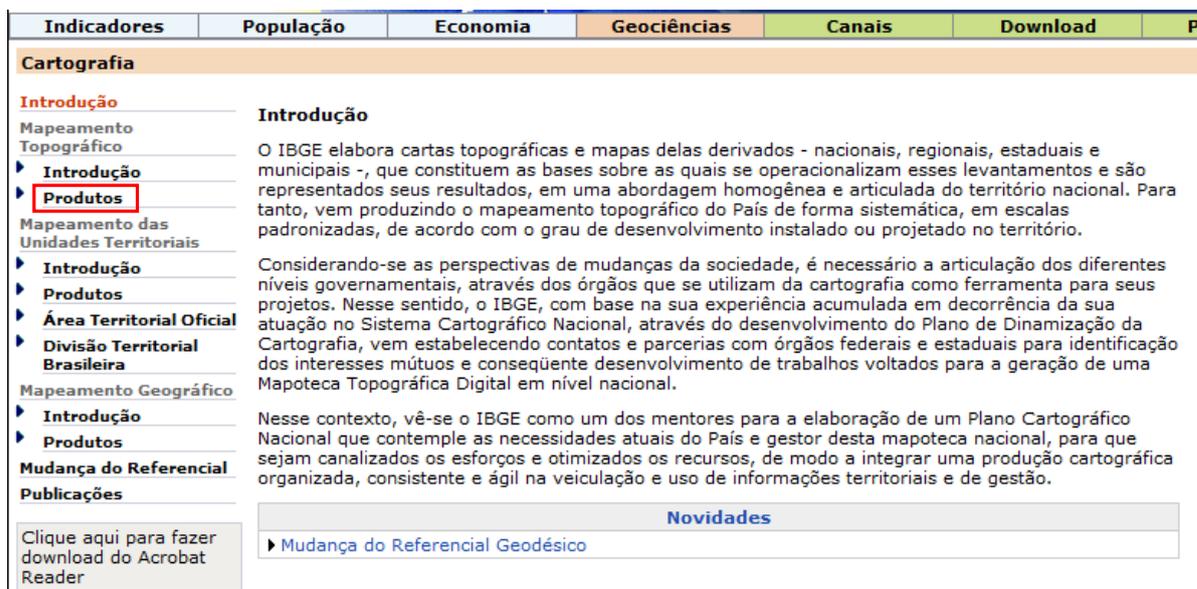
O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) disponibiliza gratuitamente diversas bases cartográficas digitais para *download* em seu portal de acesso. Mostraremos neste tópico como adquirir os documentos ou as bases vetoriais e matriciais (raster) para a construção das cartas temáticas.

Para procurar a carta de determinada cidade no portal do IBGE siga os seguintes passos:

1. Acesse a página principal do IBGE: <http://www.ibge.gov.br>.
2. Clique sobre o botão **Geociências**. Será aberto um menu onde todas as bases estão disponíveis e organizadas por temas.
3. As bases de dados que utilizaremos neste livro estarão disponíveis em **Geociências** → **Cartografia**.



4. Dentro do item **Cartografia**, acesse o link **Mapeamento Topográfico > Produtos**.



5. Na nova página, será exibido todo o conteúdo disponível para *download*. Neste livro, utilizaremos os **mapas topográficos** contidos no banco de dados disponível.
6. Na **Tabela Mapeamento Topográfico**, na linha intitulada **Cartas Topográficas Rasterizadas (.tif)**, clique sobre o botão **download** .

## Mapeamento Topográfico

Produto	Descrição	Disponibilidade
Base Cartográfica Contínua - Escala 1:25.000*		
Base Cartográfica Contínua - Escala 1:250.000		
Base Cartográfica Contínua - Escala 1:1.000.000		
Base Cartográfica Contínua do estado de Roraima Escala 1:100.000		
Cartas Imagem		
Cartas Topográficas Vetoriais Restituídas		
Cartas Topográficas Restituídas (pdf)		
Ortofotomosaico		
Cartas Planimétricas Vetoriais do Mapeamento Sistemático		
Cartas Planimétricas do Mapeamento Sistemático (pdf)		
Cartas Topográficas Vetoriais do Mapeamento Sistemático		
Cartas Topográficas Vetoriais da Amazônia Legal		
Cartas Topográficas Editoradas		
<u>Cartas Topográficas Rasterizadas (tif)</u>		
Cartas Topográficas Rasterizadas (pdf)		<b>Download</b>
Carta Internacional ao Milionésimo		
Mapa Índice Digital		
Fotografias Aéreas		
Modelo Digital de Elevação (MDE)		

7. Clique no link **Escala 1:100.000**.



**Indicadores** | **População** | **Economia** | **Geociências**

**Cartografia**

**Introdução**

**Mapeamento Topográfico**

- ▶ **Introdução**
- ▶ **Produtos**

**Mapeamento das Unidades Territoriais**

- ▶ **Introdução**
- ▶ **Produtos**
- ▶ **Área Territorial Oficial**
- ▶ **Divisão Territorial Brasileira**

**Mapeamento Geográfico**

- ▶ **Introdução**
- ▶ **Produtos**

**Mudança do Referencial**

**Publicações**

**Mapeamento Topográfico - Produtos**

**Cartas Topográficas Rasterizadas**

**Formato TIF**

- ▶ Escala 1:25.000
- ▶ Escala 1:50.000
- ▶ **Escala 1:100.000**
- ▶ Escala 1:250.000

8. Clique sobre a pasta **araxa2529/**.

Índice de /mapeamento\_sistemático/topograficos/escala\_100mil/tif

Nome	Tamanho	Data da modificação
[diretório pai]		
abaete2494/		07/01/12 00:00:00
abaetetuba0434/		07/01/12 00:00:00
abreulandia1573/		07/01/12 00:00:00
afluentes_do_rio_iriri1254/		07/01/12 00:00:00
afluentes_do_rio_iriri_novo1490/		07/01/12 00:00:00
afonso2063/		07/01/12 00:00:00
agua_boa2073/		07/01/12 00:00:00
agua_fria1105/		07/01/12 00:00:00
alagoinhas1905/		07/01/12 00:00:00
aldeia_bacaja0796/		07/01/12 00:00:00
alenuer0422/		07/01/12 00:00:00
almenara2273/		07/01/12 00:00:00
alta_floresta1559/		07/01/12 00:00:00
alto_araguaia2328/		07/01/12 00:00:00
alto_garcas2287/		07/01/12 00:00:00
alto_sucuriu2479/		07/01/12 00:00:00
amorinopolis2292/		07/01/12 00:00:00
ananas1029/		07/01/12 00:00:00
andorinha1661/		07/01/12 00:00:00
anori0638/		07/01/12 00:00:00
antonio_lemos0379/		07/01/12 00:00:00
apore2444/		07/01/12 00:00:00
apucarana2784/		07/01/12 00:00:00
aracruz2542/		07/01/12 00:00:00
aracuai2310/		07/01/12 00:00:00
araguacema1420/		07/01/12 00:00:00
araguacui1497/		07/01/12 00:00:00
araguaiana2207/		07/01/12 00:00:00
araguaina1187/		07/01/12 00:00:00
araguainha2288/		07/01/12 00:00:00
araguana1107/		07/01/12 00:00:00
araguapas2165/		07/01/12 00:00:00
arapoema1264/		07/01/12 00:00:00
<b>araxa2529/</b>		07/01/12 00:00:00
aruana2119/		07/01/12 00:00:00
atalaia2428/		07/01/12 00:00:00

9. Finalmente, será disponibilizado os arquivos raster e vetoriais referentes ao **município de Araxá, MG** na escala de 1:100.000. No entanto, **não será necessário realizar o download destes dados**, visto que, a base de dados necessária para elaboração dos exercícios do livro está disponibilizada no diretório de trabalho **BD\_ArcScan** já adicionado na unidade **C: de seu computador**.

Índice de /mapeamento\_sistemático

Nome	Tamanho	Data da modificação
[diretório pai]		
<b>raster/</b>		07/01/12 00:00:00
<b>vetor/</b>		07/01/12 00:00:00

# Capítulo 3

## Obtendo Informações do Fuso

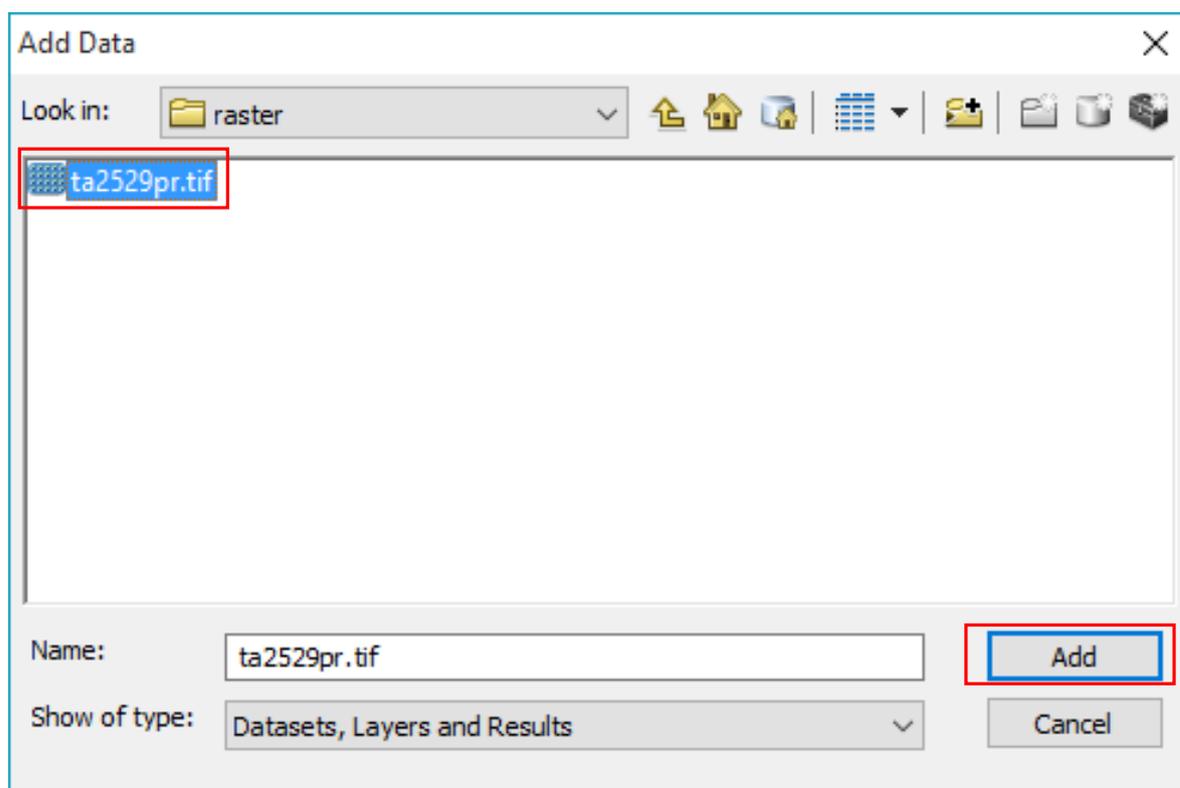
## OBTENDO INFORMAÇÕES DO FUSO

Para realizarmos essa tarefa, usaremos uma carta modelo retirada do portal IBGE, contida na base de dados do livro intitulada **ta2529pr.tif**.

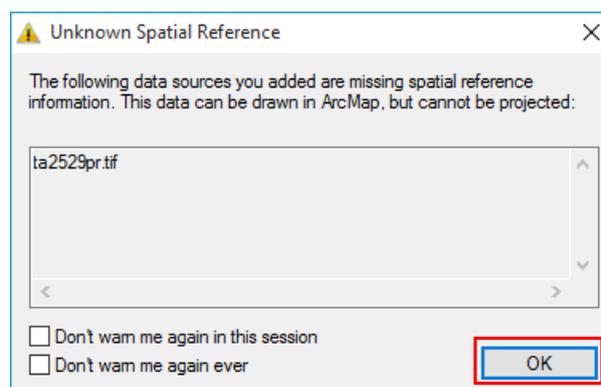
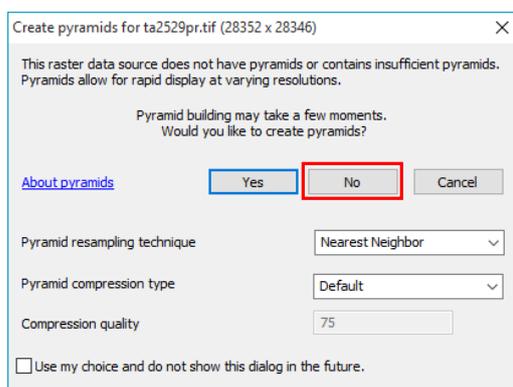
O sistema de coordenadas, o fuso e a unidade métrica em que vão ser configurados os arquivos georreferenciados deverão obedecer às informações contidas na carta **ta2529pr.tif**.

Siga os seguintes passos:

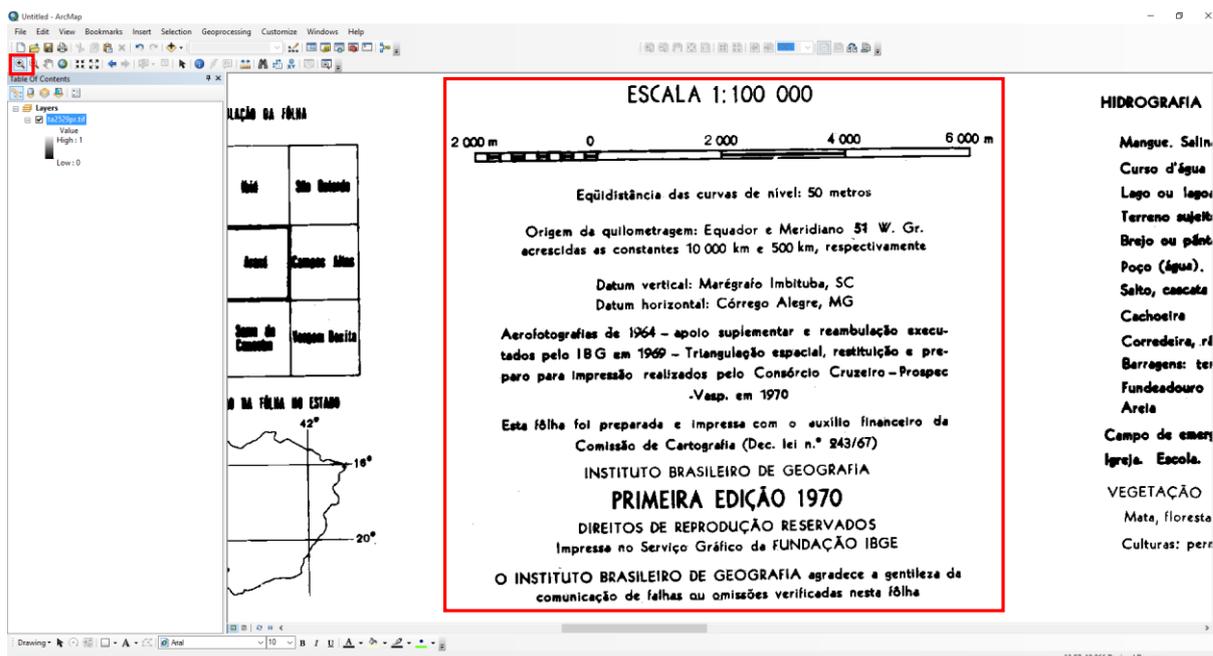
1. Clique sobre o botão **Add Data** na barra de ferramentas **Standard**.
2. Clique na **seta amarela** e vá para o sub-diretório **C:\BD\_ArcScan\laraxa\_2529\_cap03\raster**.
3. Na caixa de diálogo **Add Data**, selecione o arquivo **ta2529pr.tif**.
4. Clique no botão **Add**.



5. Após adicionar o arquivo, o ArcMap vai informar que o raster não possui pirâmides. Estas pirâmides facilitam o rápido aumento de zoom da imagem. Mas neste momento ainda não vamos criar estas pirâmides. Então clique sobre o botão **No**.
6. Na caixa de mensagem **Unknown Spatial Reference** clique sobre o botão **OK**.



7. O ArcMap abrirá a imagem **ta2529pr.tif**. Após a utilização da ferramenta **Zoom In** , observe as **referências** contidas na parte inferior central da imagem adicionada.



Estas informações serão utilizadas para configurar as **Features Datasets, Dados e Resultados da Geodatabase bd\_2529.gdb** que serão criadas no ArcCatalog no próximo capítulo.

8. Da imagem ampliada, obtenha as seguintes informações:
- **Projeção: UTM**
  - **Datum Horizontal: Córrego Alegre, MG**
  - **Meridiano Central: 51° W.Gr.**
  - **Equidistância das Curvas de Nível: 50 m**
9. De posse destas informações, deve-se determinar o fuso à qual a imagem **ta2529pr.tif** pertence da seguinte forma:

Sabendo que o Meridiano Central (MC) = 51° W.Gr, temos:

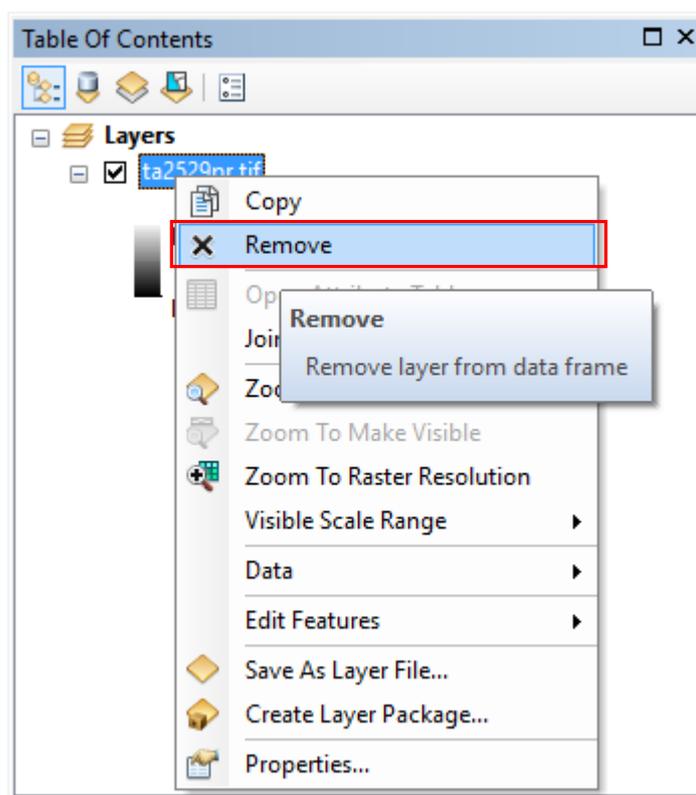
$$F = \frac{(183 - MC)}{6}$$

$$F = \frac{(183 - 51)}{6}$$

$$F = 22$$

Logo, conclui-se que o fuso referente à carta de Araxá é 22 S.

10. Após obter estas informações, **remova a imagem raster ta2529pr.tif da Tabela de Conteúdos.**



No próximo capítulo será mostrado, passo a passo, as etapas necessárias para criação da Geodatabase que receberão os arquivos vetoriais oriundos das edições das cartas topográficas e hidrográficas.

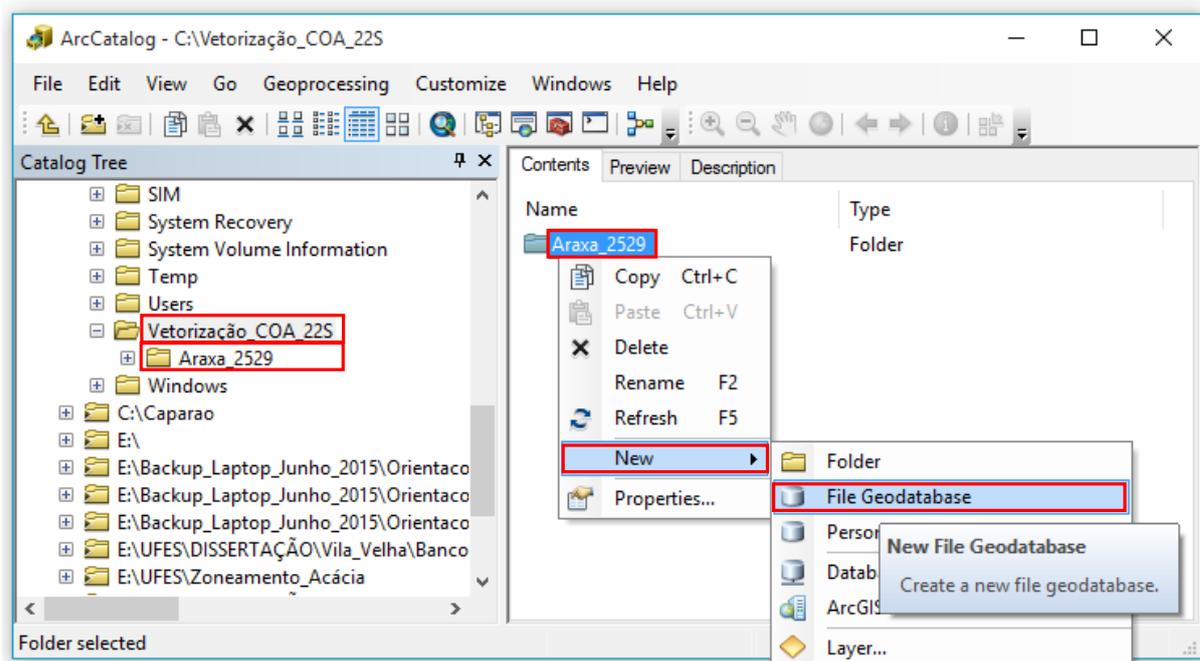
# Capítulo 4

## Criação da Geodatabase e Arquivos Vetoriais

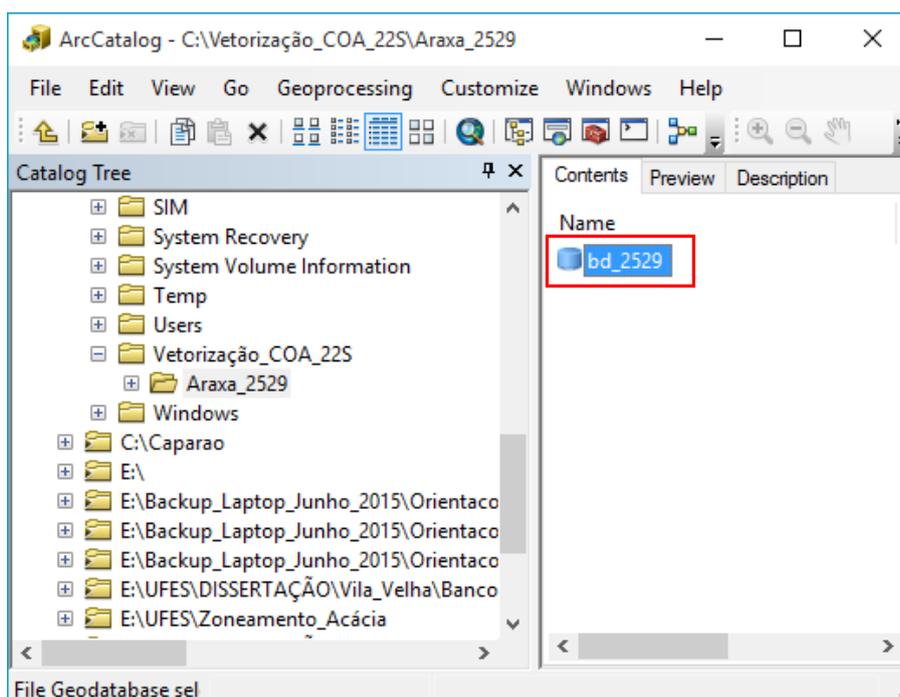
## CRIAÇÃO DA GEODATABASE E ARQUIVOS VETORIAIS

Neste capítulo será utilizado o ArcCatalog™ com o objetivo de criar uma geodatabase que receberá os arquivos vetoriais topográficos e hidrográficos. Neste sentido, siga os seguintes passos:

1. No ArcCatalog crie uma pasta intitulada **Vetorização\_COA\_22S** (C:\Vetorização\_COA\_22S).
2. Dentro da pasta recém criada **Vetorização\_COA\_22S**, crie outra pasta denominada **Araxa\_2529** (C:\Vetorização\_COA\_22S\Araxa\_2529)
3. Clique com o **botão direito do mouse** sobre a pasta **Araxa\_2529** e, na janela de menu rápido, clique na opção **New**. Posteriormente, clique na opção **File Geodatabase**.

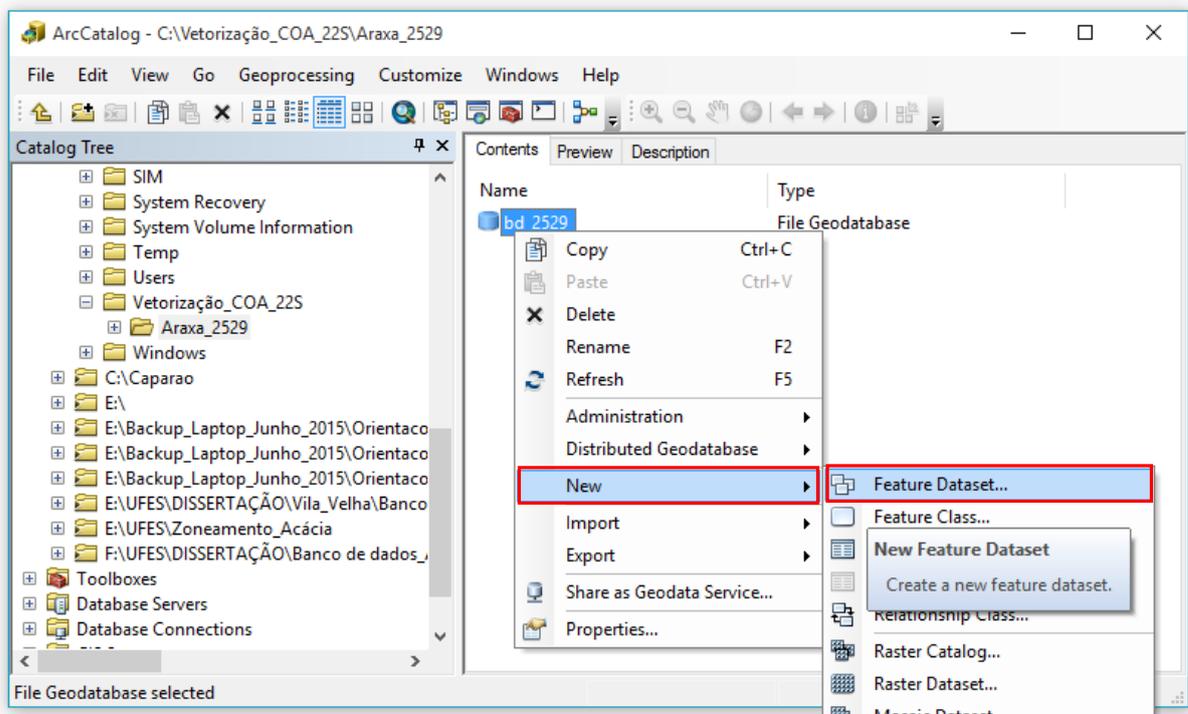


4. **Renomeie** a nova geodatabase para **bd\_2529**.



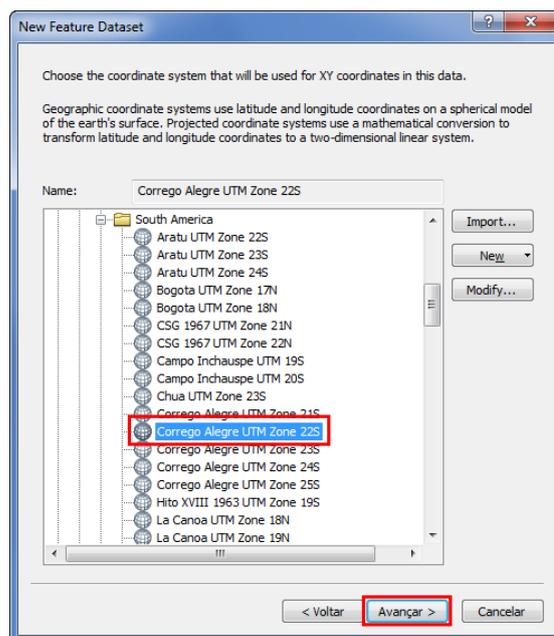
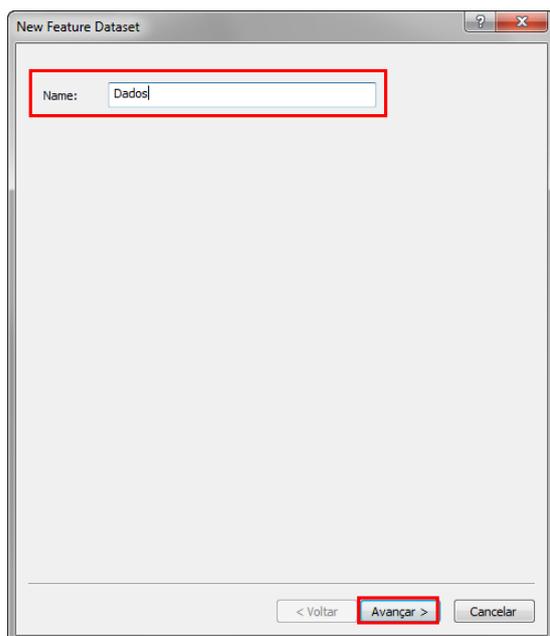
Agora será criada uma coleção de classes de feições que será configurada conforme a projeção e fuso obtidos no capítulo anterior.

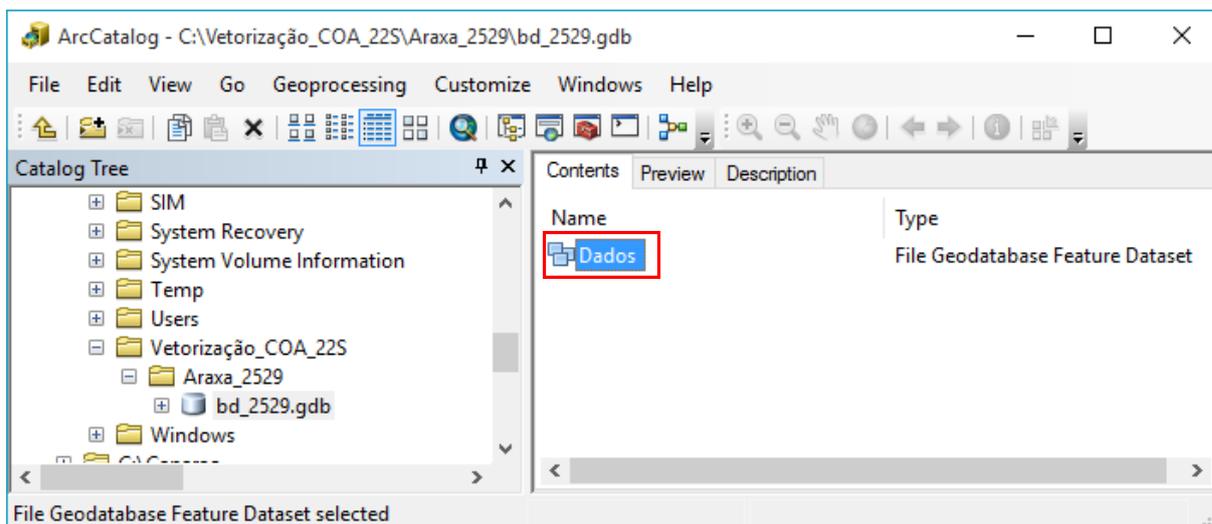
5. Clique com o **botão direito do mouse** sobre a geodatabase **bd\_2529.gdb** e, na janela de menu rápido, clique sobre a opção **New** e, posteriormente, **Feature Dataset**.



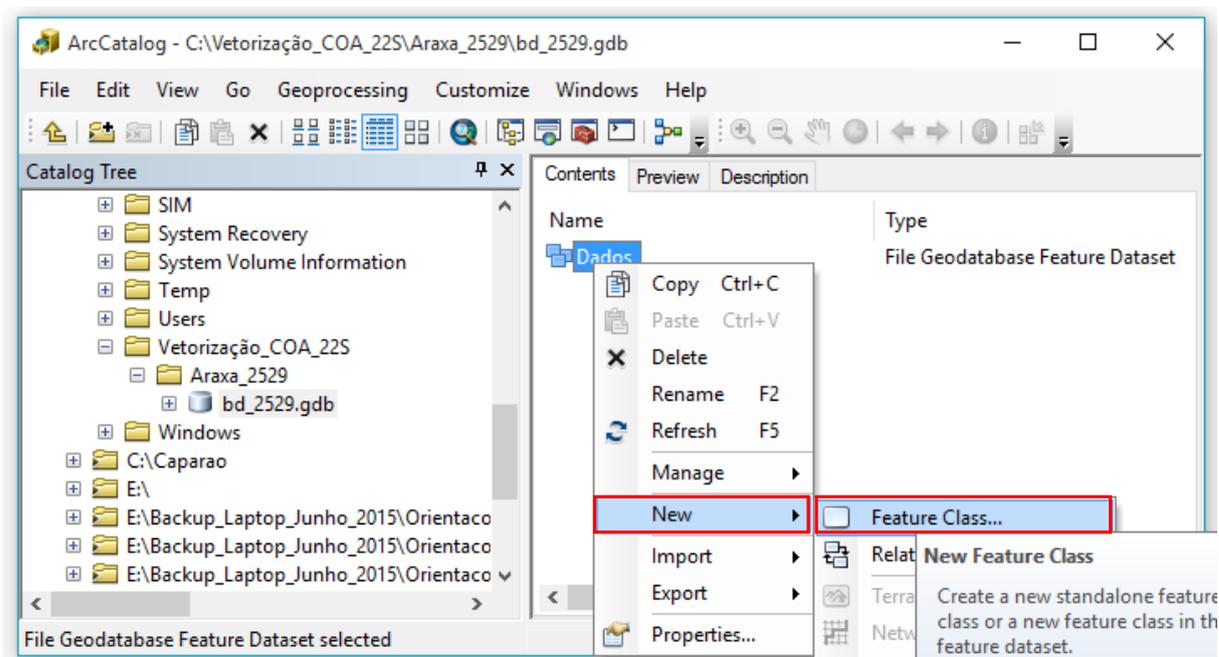
6. Na caixa de configuração que se abrirá, adicionar as seguintes informações:

**Name: Dados** → **Avançar** → **Projected Coordinate Systems** → **UTM** → **South America** → **Corrego Alegre UTM Zone 22S** → **Avançar** → **Avançar** → **Finish**.



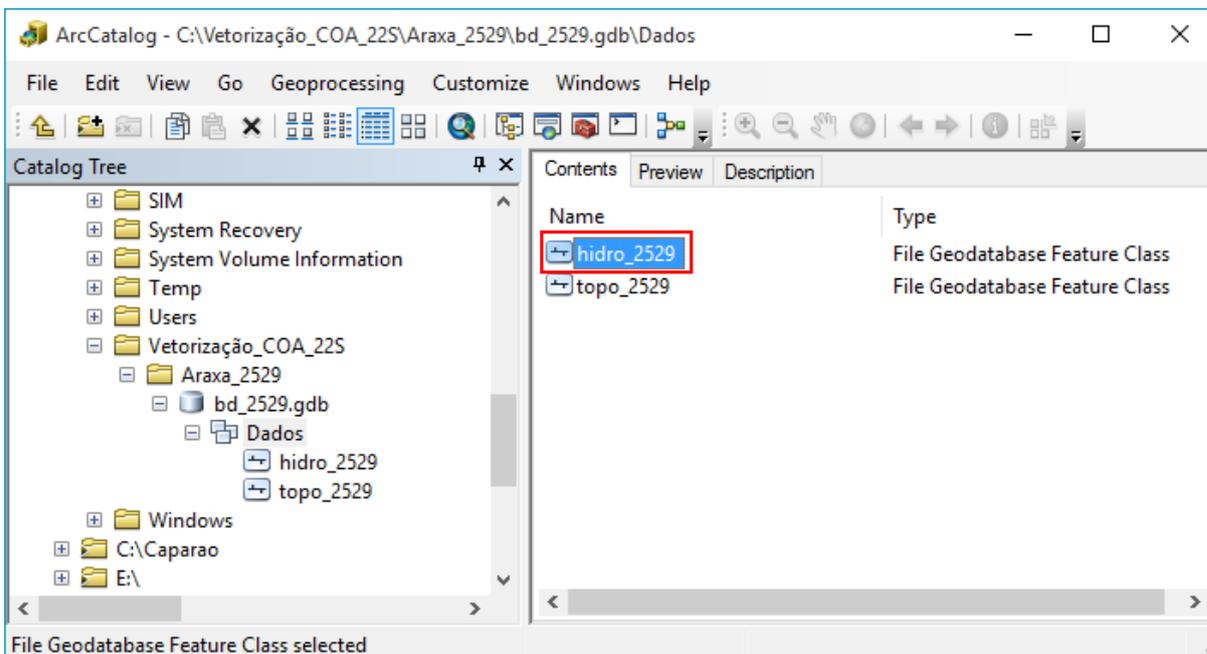
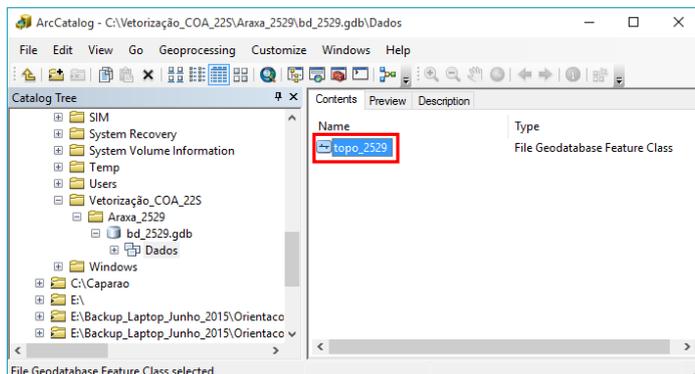
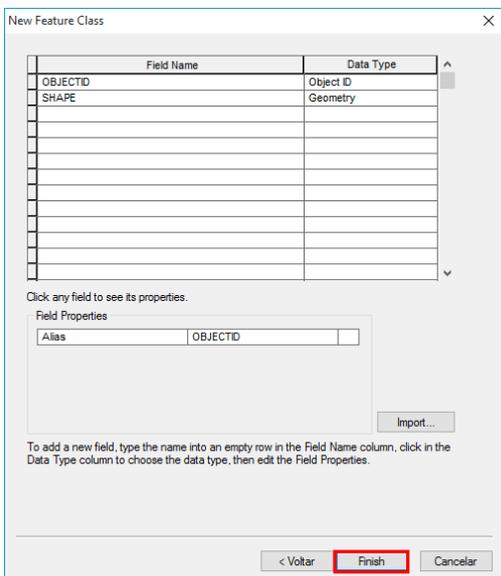
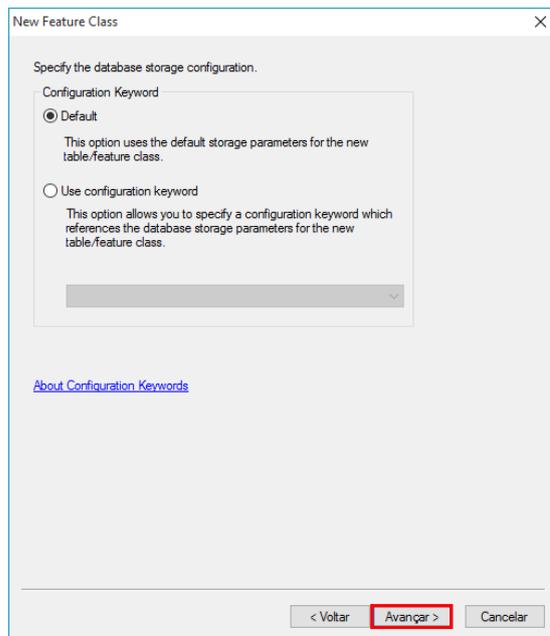
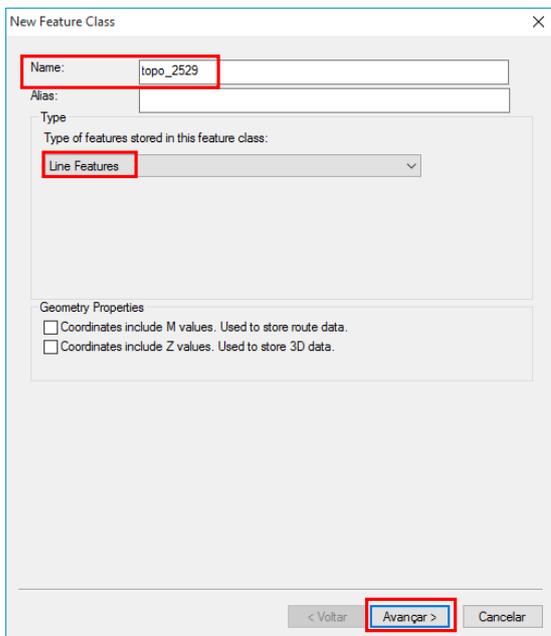


7. Clique com o botão direito do mouse sobre a coleção de classes de feições **Dados**, aponte para a opção **New** e, na janela de menu rápido, clique sobre a opção **Feature class**.



8. Na janela **New Feature Class**, na caixa de entrada da opção **Name**, digite **topo\_2529**.
9. No dropdown da opção **Type of feature stored in this feature class**, escolha a feição **Line Feature**.
10. Clique no botão **Avançar**.
11. Clique no botão **Avançar** novamente.
12. Clique no botão **Finish**.
13. Repita os passos de 7 a 11 para criar uma nova **feature class** chamada **hidro\_2529**.
14. **Feche** o ArcCatalog.

No próximo capítulo iremos georreferenciar as imagens matriciais de hidrografia e topografia representativas da carta de Araxá, MG.



# Capítulo 5

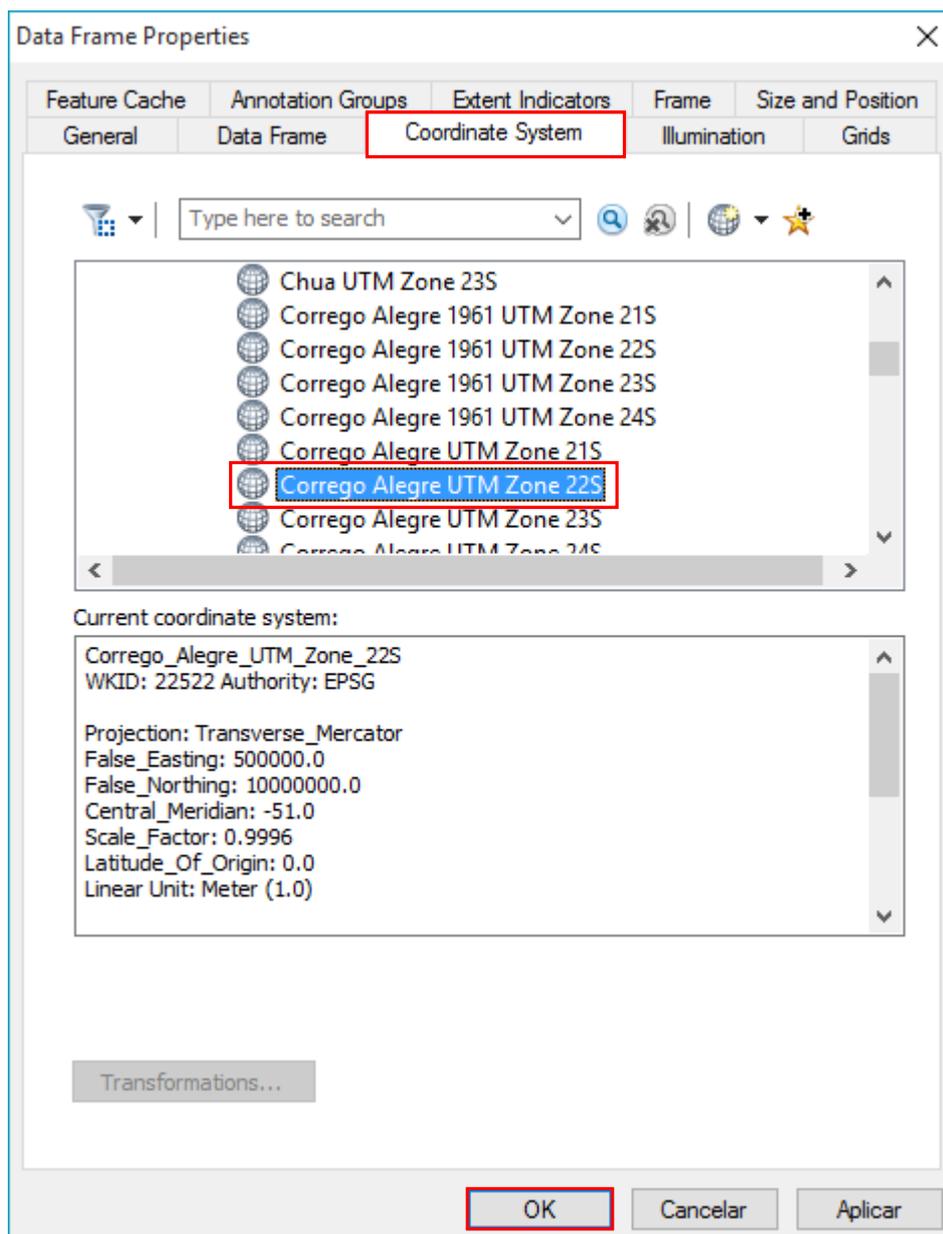
## Georreferenciamento de Imagens Hidrográficas e Topográficas

## **GEORREFERENCIAMENTO DE IMAGENS HIDROGRÁFICAS E TOPOGRÁFICAS**

No ArcMap, definiremos o sistema de projeção em que serão abertas as cartas e geodatabases da seguinte forma:

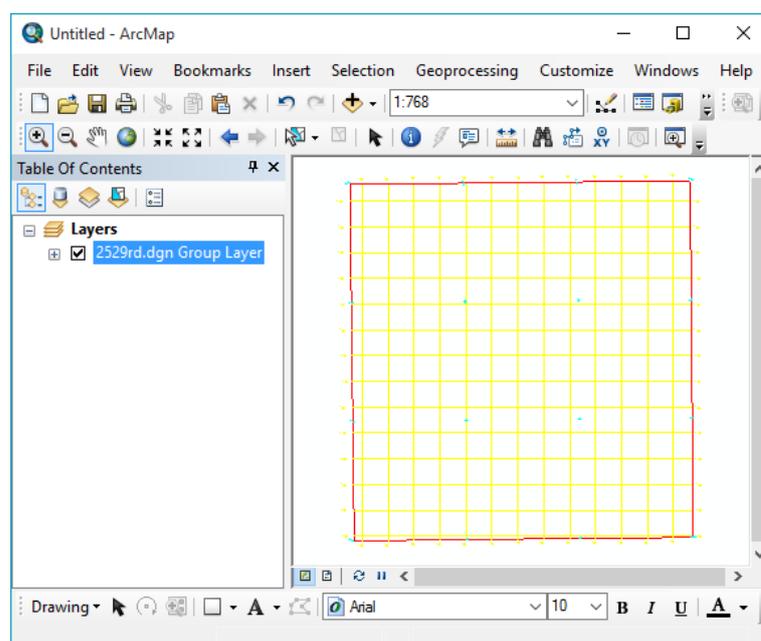
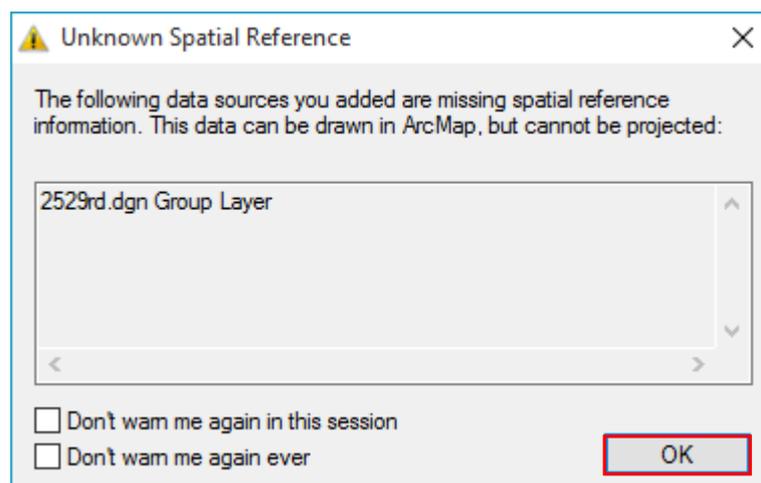
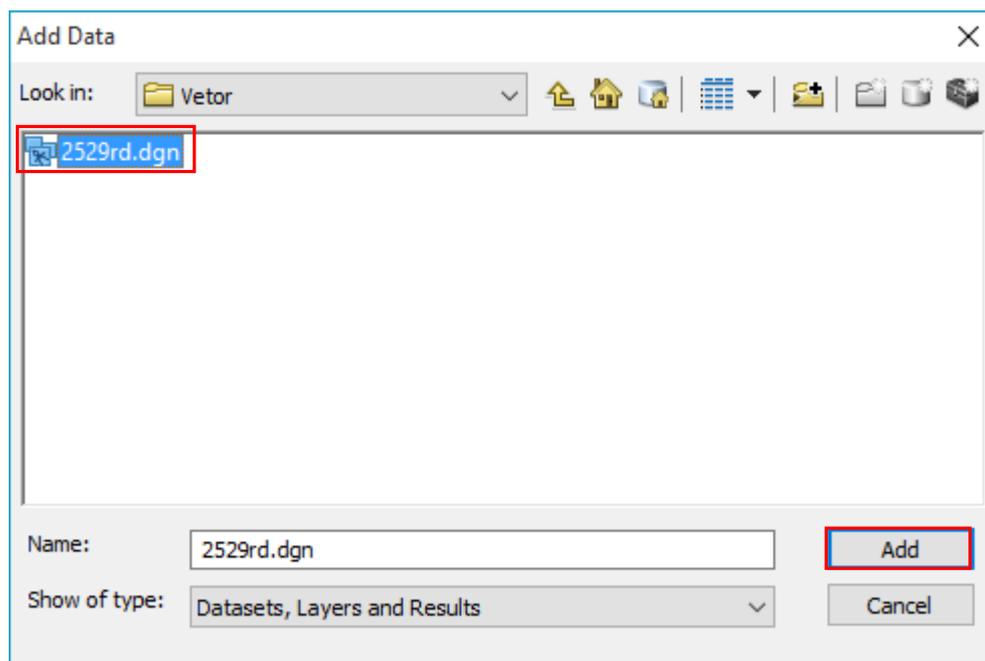
1. Na **Tabela de Conteúdos**, dê um **clique duplo** sobre a opção **Layers**.
2. Na caixa de diálogo **Data Frame Properties**, na guia **Coordinate Systems** realize as seguintes configurações:

**Projected Coordinate Systems** → **UTM** → **South America** → **Corrego Alegre UTM Zone 22S** → **Avançar** → **Avançar** → **Finish**.



3. Clique sobre o botão **Add Data**  na barra de ferramentas **Standard**.
4. Clique na **seta amarela**  e vá para o sub-diretório **C:\BD\_ArcScan\araxa\_2529\_cap05\veter**.
5. Na caixa de diálogo **Add Data**, selecione o arquivo **2529rd.dgn**.
6. Clique no botão **Add**.
7. Na caixa de mensagem **Unknown Spatial Reference** clique sobre o botão **OK**.

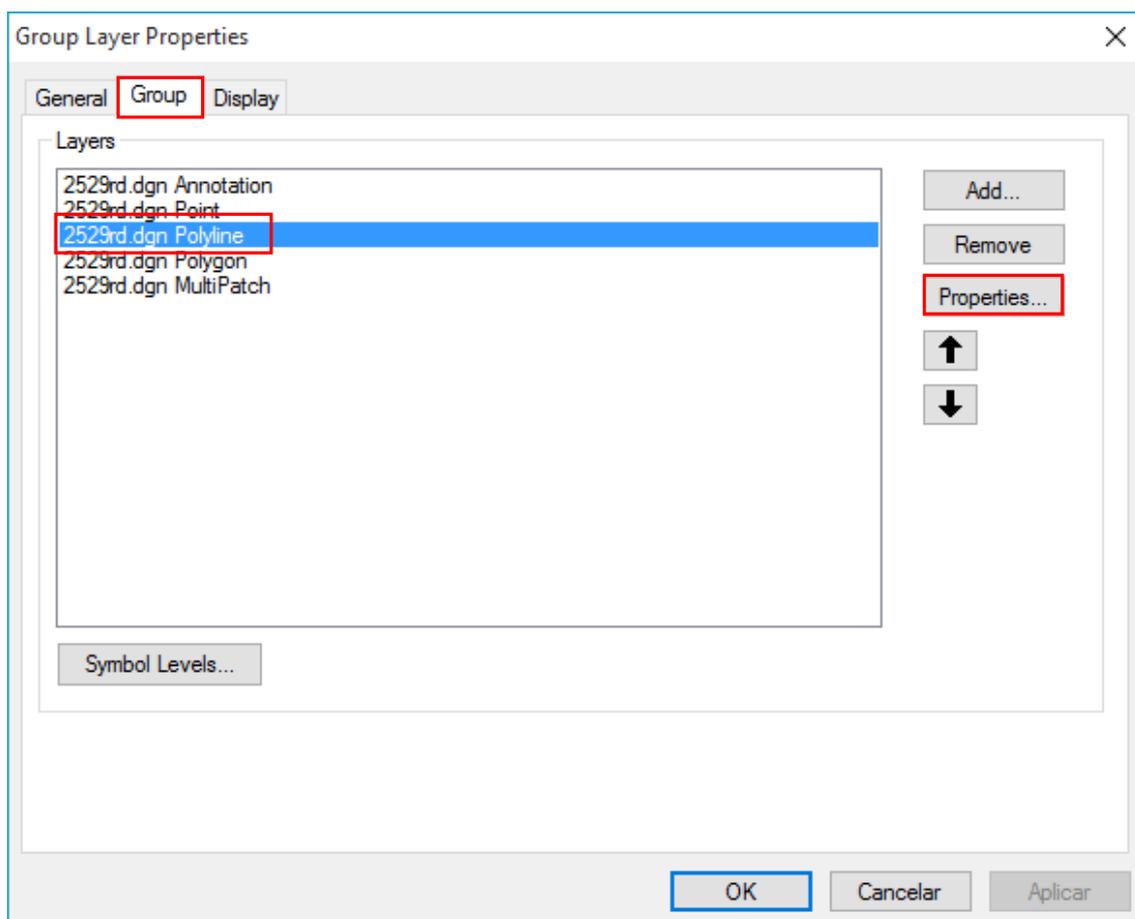
A imagem (Grade) aparecerá centralizado na tela.



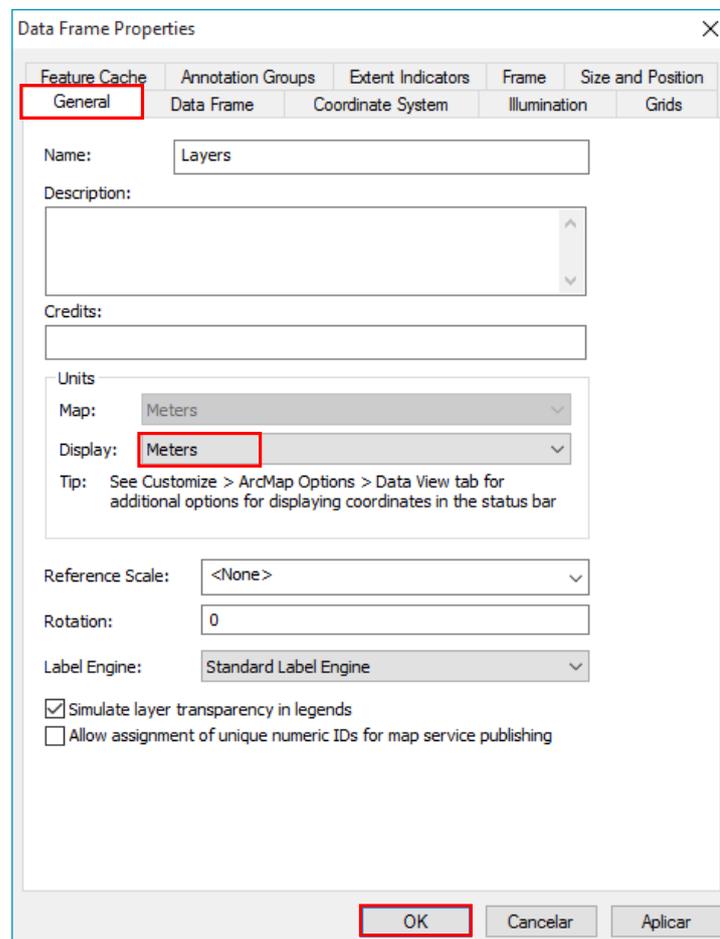
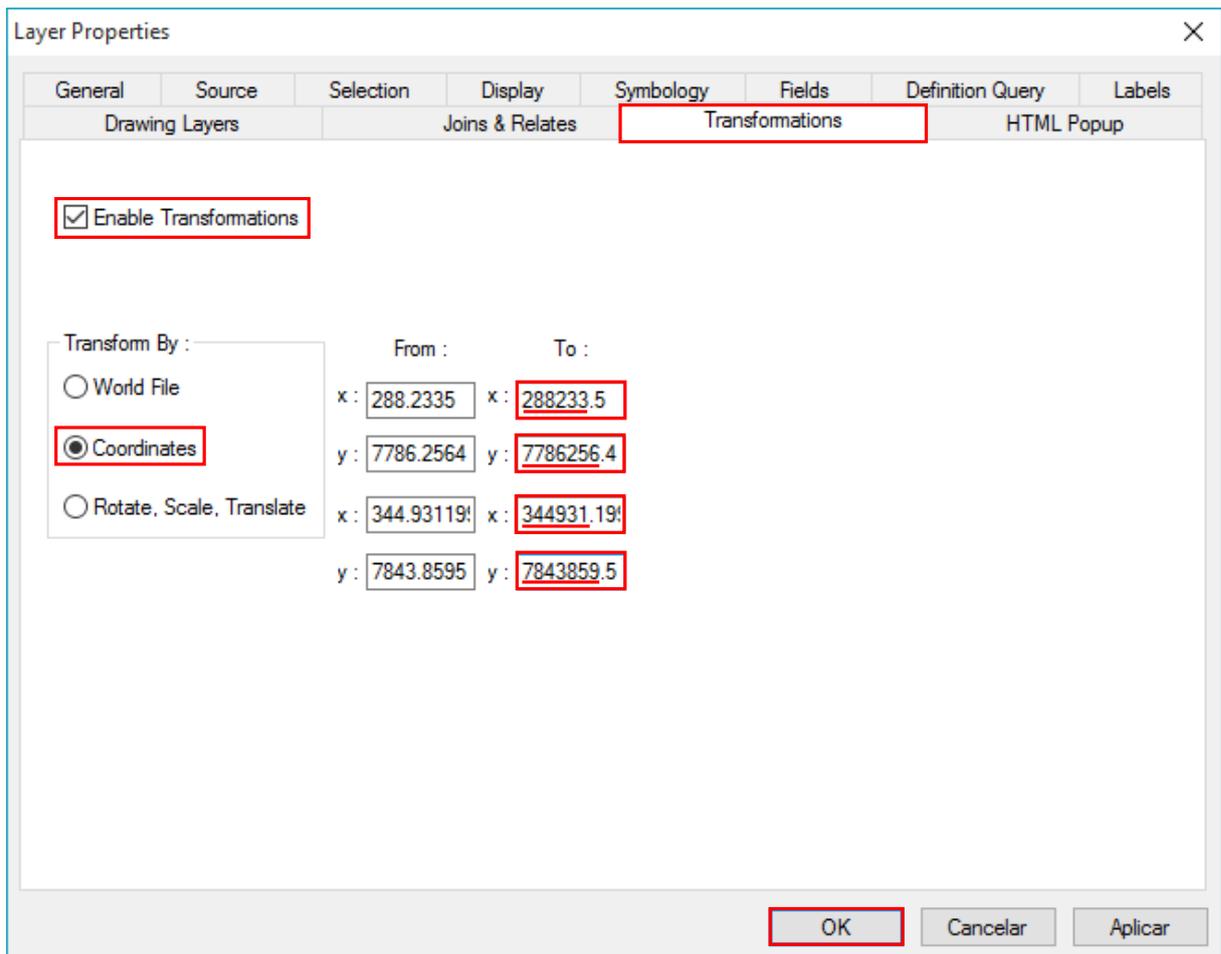
A unidade métrica dos arquivos originais do IBGE está configurada em quilômetro (km) e é preciso convertê-la para metro (m) para obedecer ao padrão dos sistemas de coordenadas UTM.

O georreferenciamento será realizado tendo como base a grade da imagem **2529rd.dgn** pelo fato desta conter a referência correta dos paralelos e meridianos que abrangem a imagem de interesse.

8. Dê um **clique duplo** sobre o grupo de layers **2529rd.dgn**.
9. Na caixa de diálogo **Group Layer Properties**, vá para a guia **Group**.
10. No painel **Layers**, selecione a layer **2529rd.dgn Polyline**.
11. Clique no botão **Properties**.

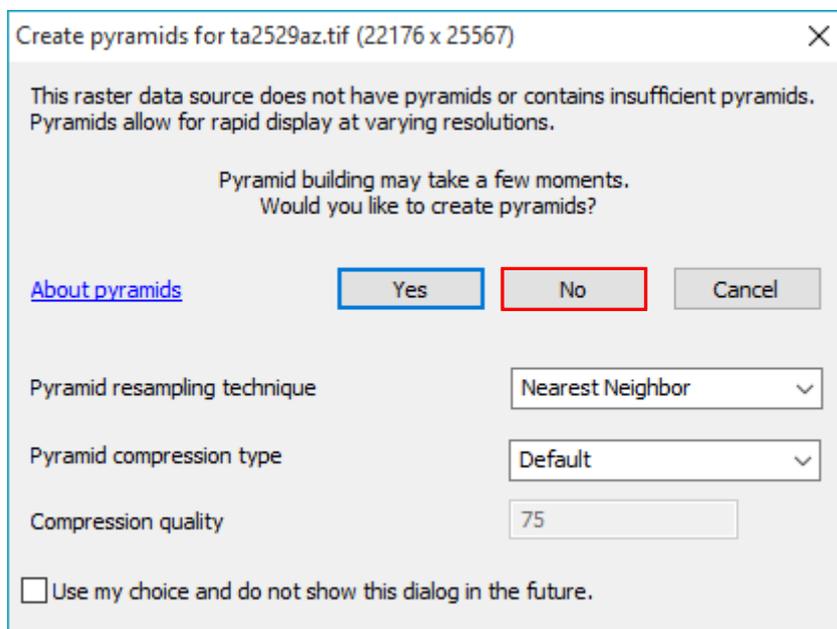
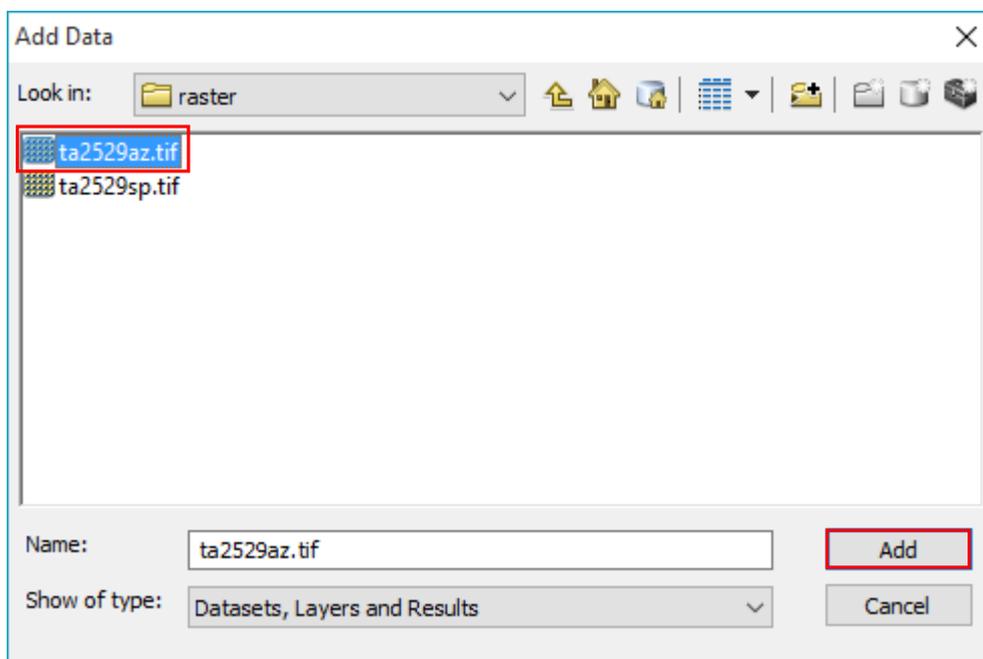


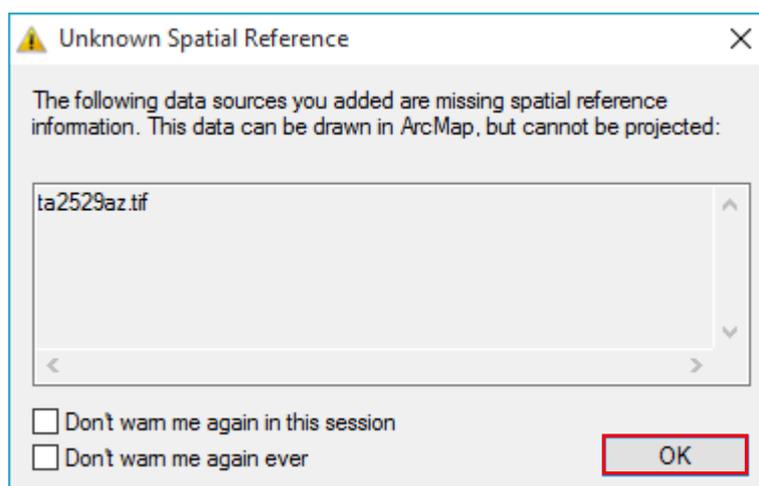
12. Na guia **Transformations**, marque a opção **Enable Transformations**.
13. No painel **Transform By**, selecione a opção **Coordinates**.
14. **Altere todos as unidades das 4 caixas de entrada** da opção **To** de **km** para **m**, bastando realocar a casa decimal para **03 casas à direita** da situação observada na opção **From**.
15. Clique sobre o Botão **OK**.
16. Finalmente, clique novamente sobre o botão **OK**.
17. Na **Tabela de Conteúdos**, dê um **clique duplo** sobre a opção **Layers**.
18. Na guia **General**, no dropdown da opção **Display**, selecione a unidade **meters**.
19. Clique no botão **OK**.
20. Na barra de ferramentas **Tools**, clique sobre ferramenta **Full Extent** .



Agora vamos adicionar a imagem raster **ta2529az** que contém as informações da hidrografia de Araxá, MG, para ser georreferenciada de acordo com a imagem vetorial **2529rd.dgn**.

21. Clique sobre o botão **Add Data** na barra de ferramentas **Standard**.
22. Clique na **seta amarela** e vá para o sub-diretório **C:\BD\_ArcScan\araxa\_2529\_cap05\raster**.
23. Na caixa de diálogo **Add Data**, selecione o arquivo **ta2529az.tif**.
24. Clique no botão **Add**.
25. Na caixa de mensagem **Create pyramids for ta2529az.tif**, clique no botão **No**.
26. Na caixa de mensagem **Unknown Spatial Reference**, clique no botão **OK**.



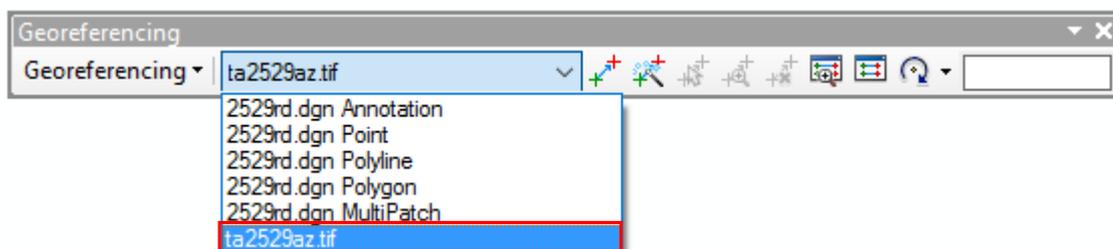


Primeiramente, devemos habilitar a barra de ferramentas **georeferencing**. Esta barra contém os comandos para posicionar e georreferenciar os arquivos.

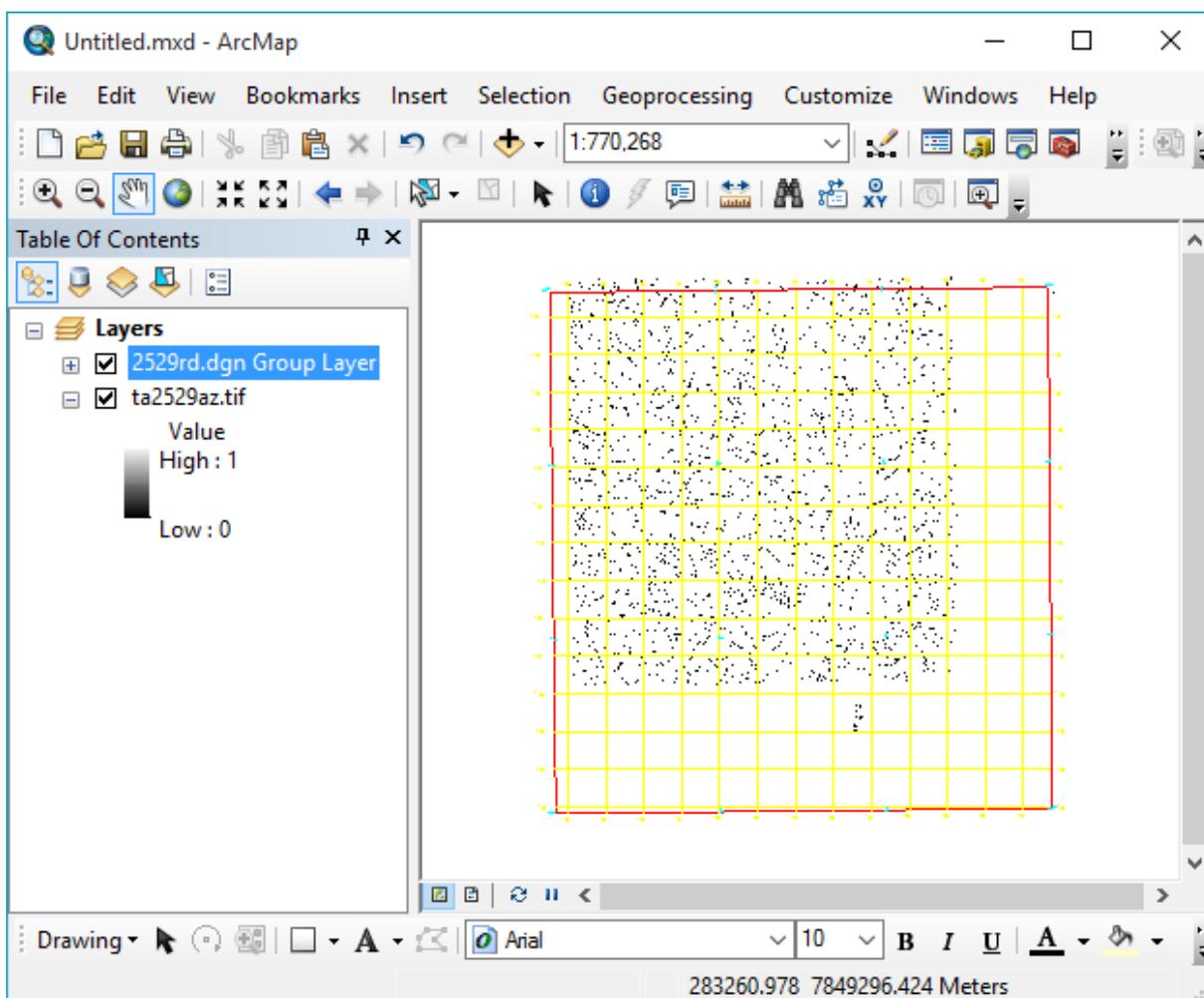
27. Na barra de ferramenta **Main Menu**, no menu **Customize**, aponte para **Toolbars** e, na janela de menu rápido, clique na opção **Georeferencing**.

Antes de iniciarmos o georreferenciamento da carta hidrográfica **ta2529az.tif**, devemos posicioná-la sob a malha **2529rd.dgn**, usando-se a barra **georeferencing tools**. Para isso, siga os seguintes passos:

28. Na barra de ferramentas **Georeferencing**, no dropdown da opção **Choose Georeferencing Layer**, selecione a imagem raster de hidrografia intitulada **ta2529az.tif**.  
 29. No dropdown **Georeferencing**, clique sobre a opção **Fit To Display**.

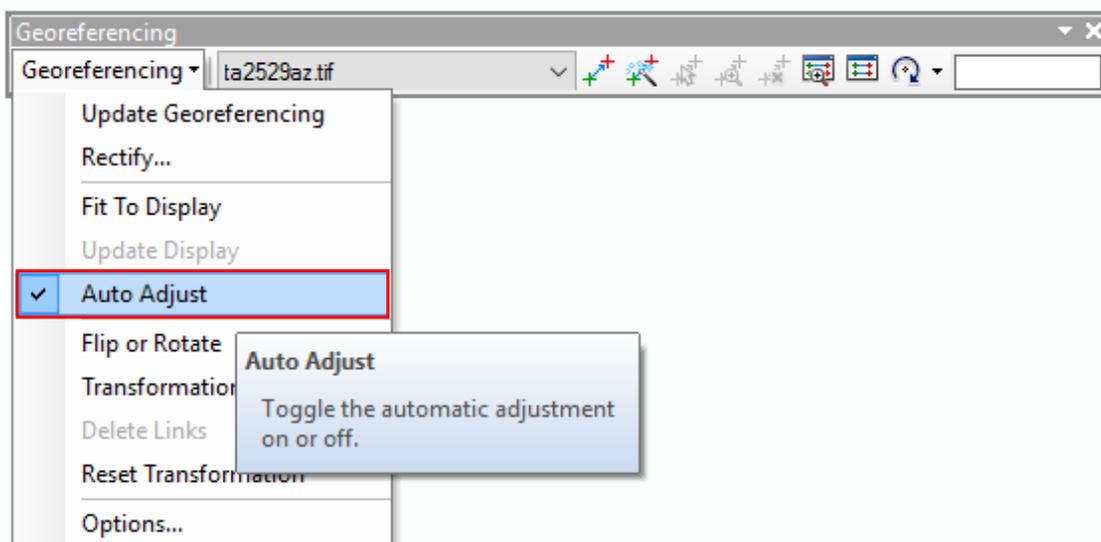


Observe que agora, tanto a imagem raster de hidrografia como a grade podem ser visualizadas na tela, conforme figura abaixo.



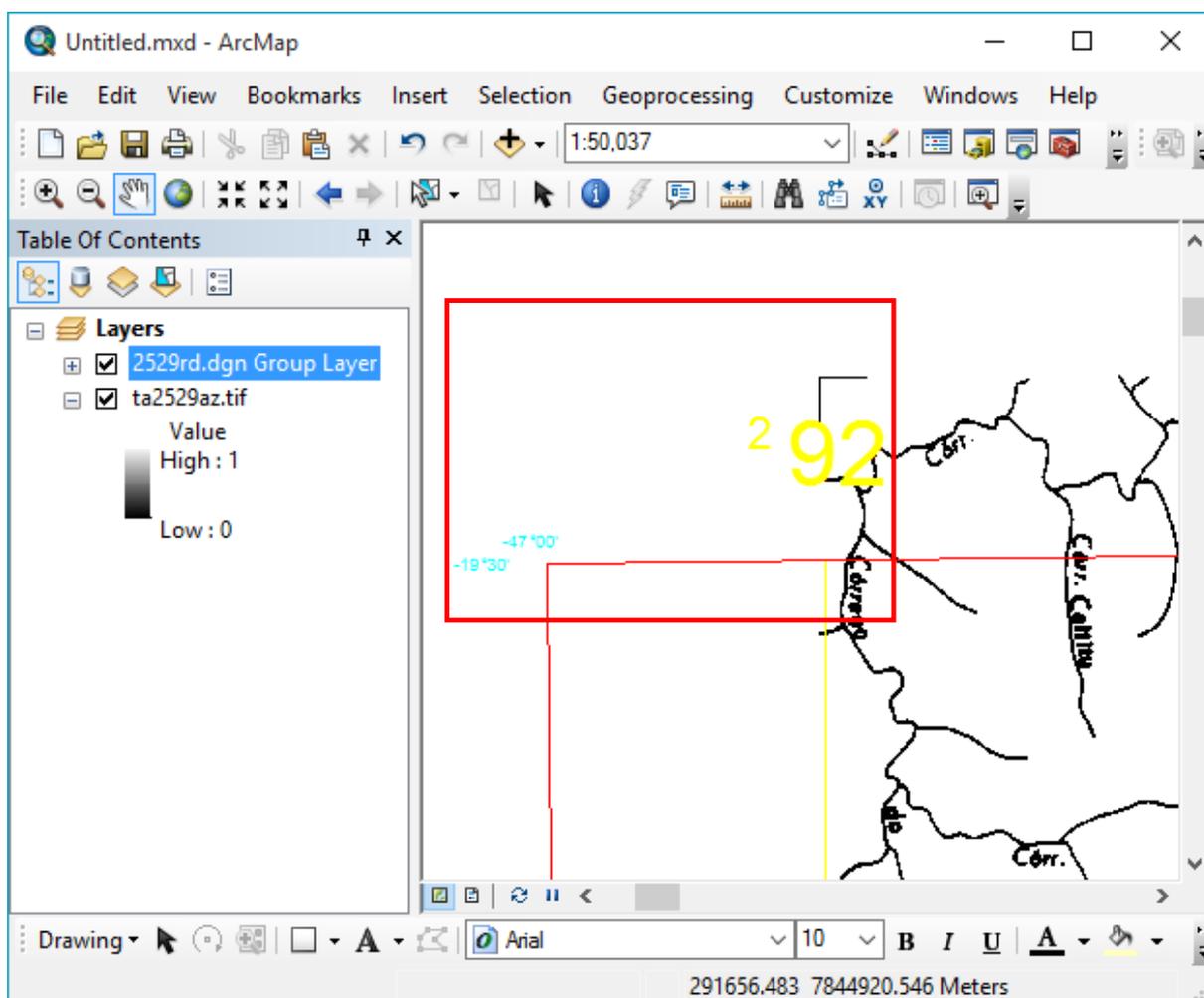
A barra de ferramenta **Georeferencing** oferece métodos automáticos de georeferenciamento das imagens. Entretanto, configurá-la para o método manual confere melhor qualidade do trabalho. Assim, vamos **desabilitar o Auto Adjust** de modo a obtermos o menor erro possível.

- Na barra de ferramenta **Georeferencing**, no dropdown da opção **Georeferencing**, **desabilite** a opção **Auto Adjust**.



Selecionaremos agora os pontos de controle no qual o georreferenciamento será baseado. Pontos de controle são referências necessárias para executar o correto georreferenciamento da imagem. Quanto maior o número de pontos de controle, melhor a qualidade do georreferenciamento. Entretanto, para as cartas do IBGE, trabalhar apenas com quatro pontos de controle é o suficiente para uma adequada precisão do georreferenciamento. Neste caso, utilizaremos os quatro pontos de controle presentes nas extremidades da imagem **ta2529az.tif** e da grade **2529rd.dgn**.

31. Utilize a ferramenta **Zoom In** e realize uma ampliação sobre o **canto superior esquerdo** das duas imagens.



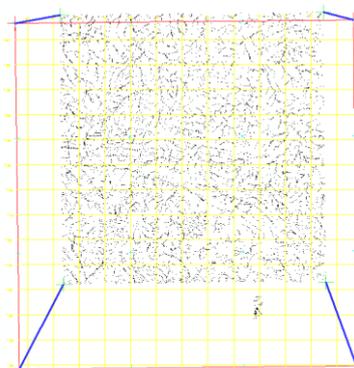
32. Clique sobre a ferramenta **Add Control Points** presente na barra **Georeferencing tools**, aponte para o **centro da cruzeta "L"** da imagem raster e **dê um clique**.
33. **Arraste até o ponto extremo da Grade** e, novamente, **dê um clique**.
34. **Repita este procedimento** para todos os pontos de controle da imagem, conectando-os com os pontos da Grade.

#### DICA IMPORTANTE

A ordem de adição de pontos de controle é sempre da imagem a ser georreferenciada (coordenadas desconhecidas) para a imagem com as coordenadas conhecidas.

35. O georreferenciamento baseado na **primeira ordem polinomial** é o mínimo suficiente para conferir resultados adequados.

Abaixo são apresentados os **04 pontos de controle adicionados**:



O **erro total RMS (Root Mean Square)** acusa o quanto o georreferenciamento realizado difere do verdadeiro posicionamento das imagens. O erro RMS é uma medida de precisão durante a digitalização, transformação e georreferenciamento da imagem. Esta tolerância difere de acordo com a conversão da escala, conversão da unidade e outros parâmetros que são detalhados no **ANEXO A**. Basicamente, quanto menor o erro, maior a precisão e exatidão do georreferenciamento.

### OBSERVAÇÃO

Para melhor interpretação das informações práticas apresentadas neste livro faça uma leitura criteriosa dos seguintes **ANEXOS** deste livro:

**ANEXO A:** Erro RMS – Root Mean Square.

**ANEXO B:** Conceitos: Topografia e Linha Mestra.

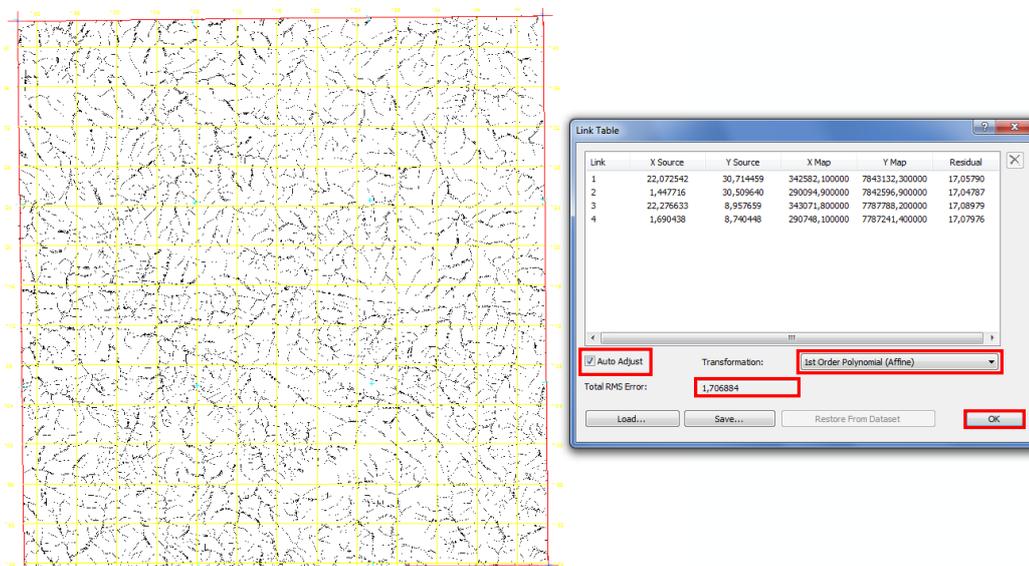
**ANEXO C:** Especificações Técnicas do IBGE.

**ANEXO D:** Organização e Estruturação de Arquivos do IBGE.

**ANEXO E:** Livros Gratuitos para Download no Portal Mundo da Geomática.

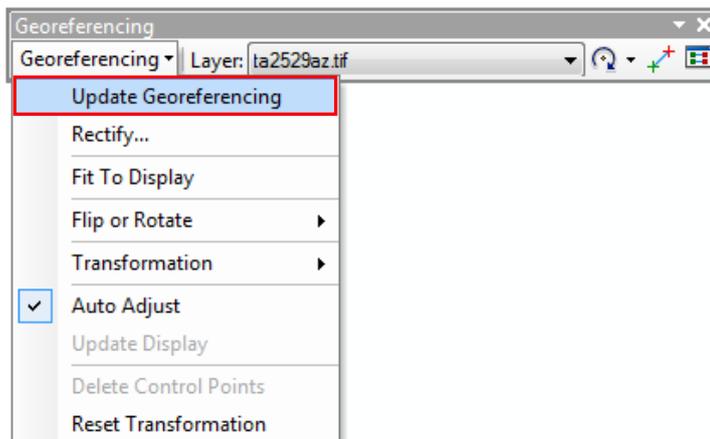
Após a adição dos 04 pontos de controle, vamos finalizar o georreferenciamento e conferir sua qualidade.

36. Na barra **Geoprocessing**, Clique sobre o a ferramenta **Link Table** .
37. No dropdown da opção **Transformation** seleccione **1st Ordem Polynomial (Affine)**.
38. Marque a opção **Auto-Adjust** para o ArcMap fazer o ajuste da imagem raster à grade.
39. Observe o valor do erro RMS dado para este georreferenciamento. Na figura abaixo é apresentado o valor encontrado para o georreferenciamento em questão e o detalhe na carta. O Erro RMS é basicamente o erro no ajuste entre o ponto da carta e o ponto da malha.
40. Clique no botão **OK**.



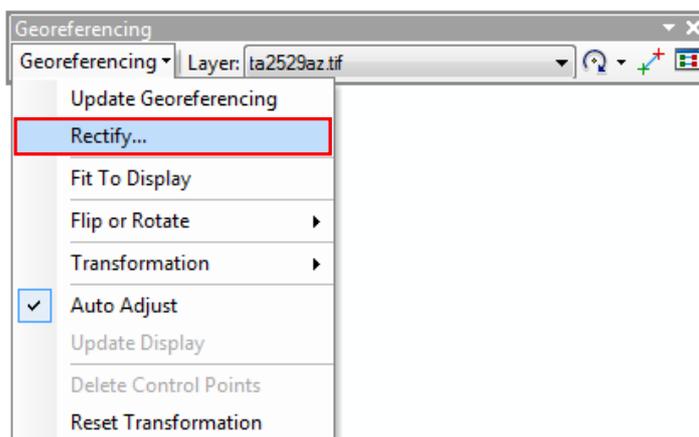
Agora estamos prontos para salvar os arquivos georreferenciados.

41. Pode-se salvar os arquivos georreferenciados no próprio arquivo original do IBGE. Para isso basta clicar em **Update Georeferencing** na barra **Georeferencing**. Mas, recomenda-se criar um novo arquivo independente. Vamos optar por manter os arquivos originais do IBGE, ou seja, sem alterá-los e criar uma cópia com as informações espaciais.



Vamos exportar os arquivos georreferenciados sem alterar o arquivo original da seguinte forma:

42. Na barra **Georeferencing** clique na opção **Rectify**.

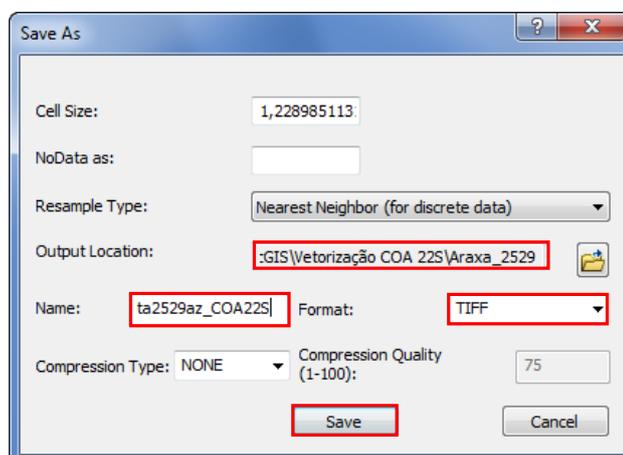


43. Na caixa **Save as** que se abrirá, na opção **Output Location**, vá para o diretório **C:/Vetorização\_COA\_22S/Araxa\_2529**.

44. Na caixa de entrada **Name**, digite **ta2529az\_COA22S**.

45. No dropdown da opção **Format**, escolha a extensão **TIFF**.

46. Mantenha as demais opções padrões e clique sobre o botão **OK**.



O computador iniciará o processamento do arquivo. Esta etapa geralmente é demorada, dependendo da capacidade de processamento do computador. Nesta etapa, as pirâmides são criadas automaticamente, com base nos dados inseridos, pois agora eles possuirão coordenadas e serão representativas.

Recomenda-se que se mantenha uma cópia deste arquivo. Assim, ao final teremos os seguintes arquivos:

**ta2529az\_COA22S.tif** – arquivo com a projeção definida.

**ta2529az\_COA22S\_orig.tif** – arquivo original com a projeção não definida.

A nomenclatura apresentada e que adotamos apresenta o seguinte significado:

**ta2529az:** imagem raster de hidrografia do município 2529 (Araxá);

**ta2529sp:** imagem raster de topografia do município 2529 (Araxá);

**COA22S:** Datum Córrego Alegre 22º Sul;

**Orig:** Arquivo original, georreferenciado e sem limpeza.

Explicaremos mais a respeito da nomenclatura adotada pelo IBGE no **ANEXO D**.

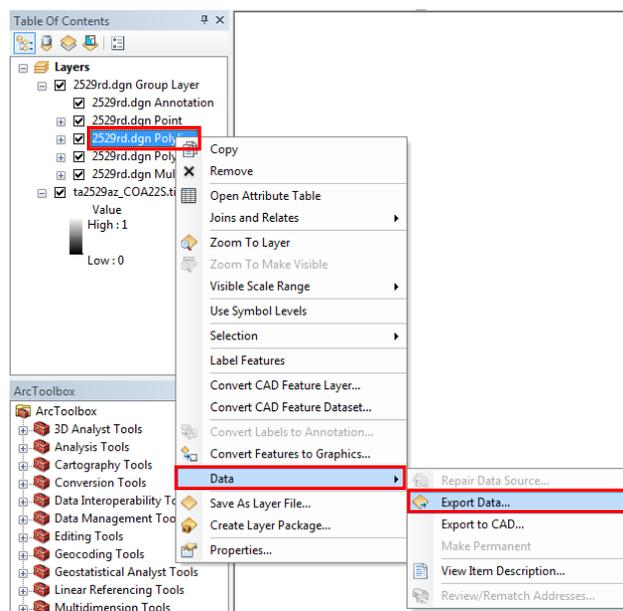
Trabalharemos com o arquivo **ta2529az\_COA22S.tif**, onde executaremos todas as operações de limpeza e vetorização. As modificações que serão feitas podem ser salvas diretamente sobre este arquivo. Este arquivo é necessário, pois sobre ele que o ArcScan executará a vetorização automática. Desta forma, este arquivo deve estar sem imperfeições em sua malha.

O segundo arquivo **ta2529az\_COA22S\_orig.tif**, será salvo para uma etapa que será demonstrada mais ao final deste livro. Este arquivo é importante, pois será usado no processo de assinalamento das cotas sobre os vetores.

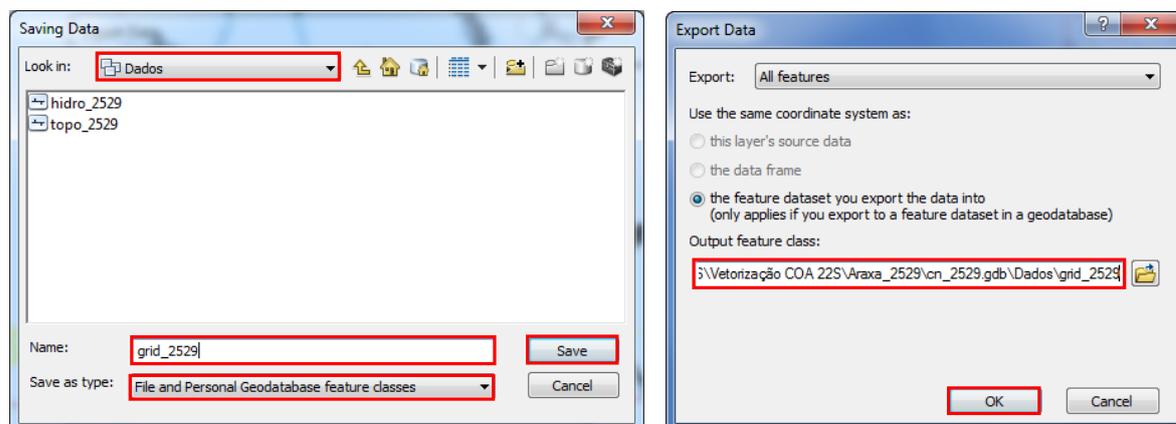
Além de servir como referência para executar o georreferenciamento, a grade é uma referência para edições posteriores na imagem raster. Para tal, é conveniente salvá-lo como uma feição linear georreferenciada com as corretas unidades métricas (m) do sistema de projeção UTM.

Agora, vamos exportar a grade como feição linear e salvar dentro da geodatabase da carta trabalhada.

47. Na **Tabela de Conteúdos**, clique com o **botão direito do mouse** sobre a imagem **2529rd.dgn Polyline Group Layer**, aponte para **Data** e clique na opção **Export Data**.



48. Na caixa **Export Data** que se abrirá, na opção **Output Feature Class**, vá para o diretório **C:/Vetorização\_COA\_22S/Araxa\_2529/Dados**.
49. Na caixa de entrada **Name** digite **grid\_2529**.
50. No dropdown da opção **Save as type**, selecione a opção **File and Personal geobase feature class**.



Agora temos a imagem raster representativa das curvas de nível georreferenciada e a grade armazenada como feição do tipo polyline (linear).

No próximo capítulo será executado uma série de procedimentos para limpar a imagem raster com o objetivo de adequar a carta para obtermos qualidade e acurácia na posterior vetorização.

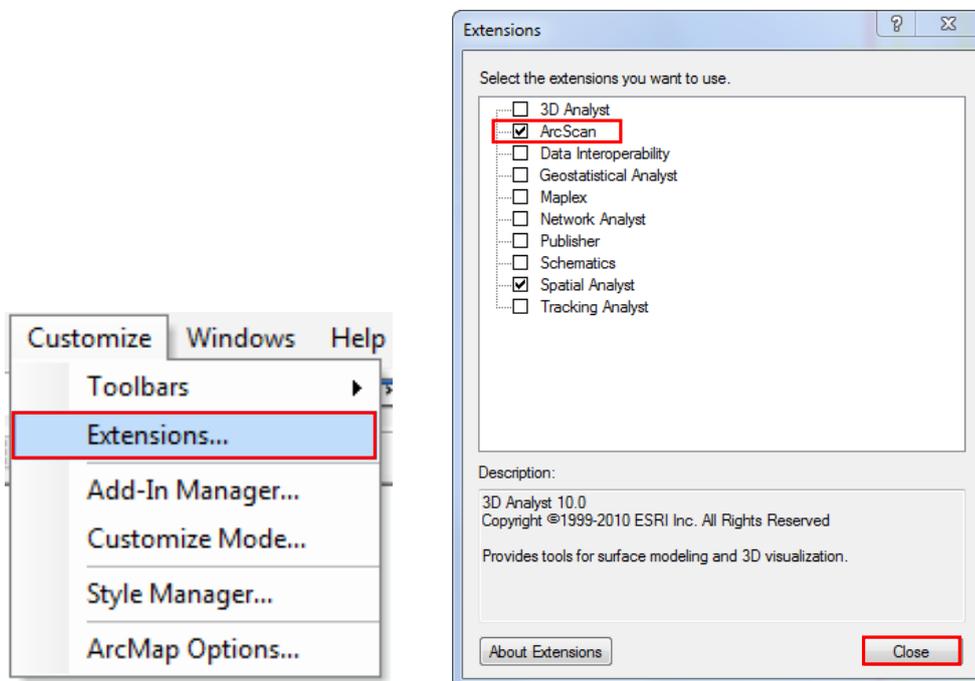
# Capítulo 6

## Limpeza e Vetorização de Imagens Raster

## LIMPEZA E VETORIZAÇÃO DE IMAGENS RASTER

Visando realizarmos a limpeza e vetorização de imagens raster devemos inicialmente habilitarmos a barra de ferramentas ArcScan da seguinte forma:

1. No menu **Customize**, clique sobre a opção **Extensions**.
2. Na caixa de diálogos **Extensions**, marque a opção **ArcScan**.
3. Clique no botão **Close**.



4. No menu **Customize**, aponte para **Toolbars** e clique na opção **ArcScan**.

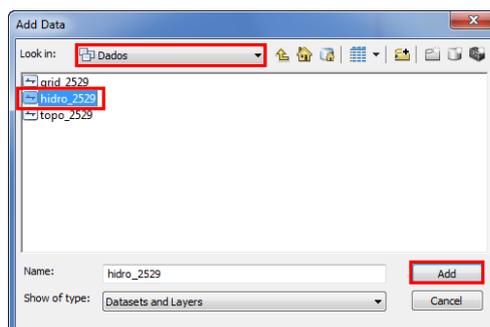


Temos agora a barra ArcScan adicionada à interface do ArcMap. Mas, para que esta barra de ferramentas possa ser ativada é preciso realizar alguns procedimentos:

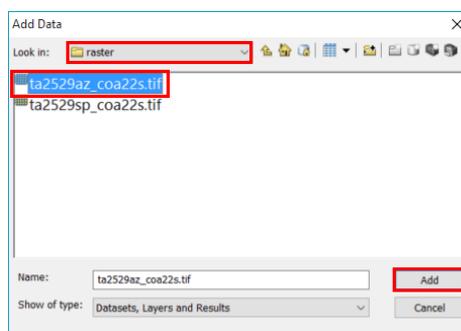
5. No menu **Customize**, aponte para **Toolbars** e clique na opção **Editor**.



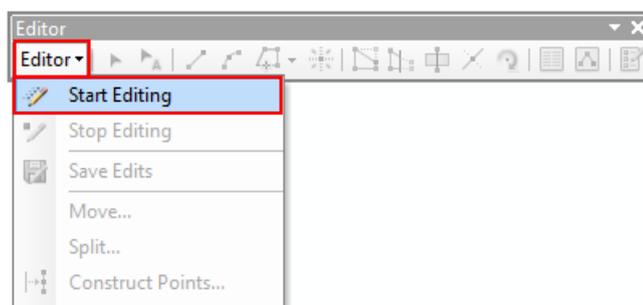
6. Clique sobre o botão **Add Data** na barra de ferramentas **Standard**.
7. Clique na **seta amarela** e vá para o sub-diretório **C:\BD\_ArcScan\laraxa\_2529\_cap06\bd\_2529.gdb\Dados**.
8. Na caixa de diálogo **Add Data**, selecione o arquivo **hidro\_2529**.
9. Clique no botão **Add**.



10. Clique sobre o botão **Add Data**  na barra de ferramentas **Standard**.
11. Clique na **seta amarela**  e vá para o sub-diretório **C:\BD\_ArcScan\laraxa\_2529\_cap06\raster**.
12. Na caixa de diálogo **Add Data**, selecione o arquivo **ta2529az\_coa22s.tif**.
13. Clique no botão **Add**.

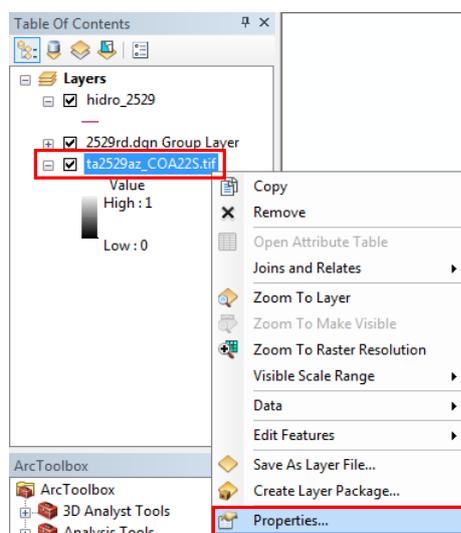


14. Na barra de ferramentas **Editor**, no menu **Editor**, clique na opção **Start Editing**.



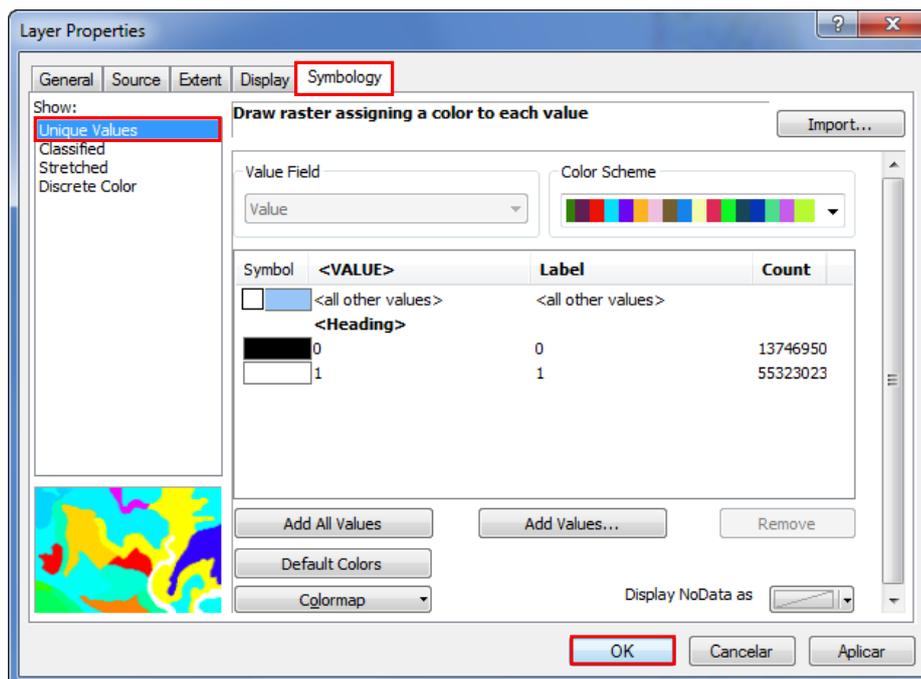
A próxima alteração é sobre o raster. Temos que transformar a **barra gradual de cores** do raster para **valores binários** de preto e branco.

15. Na **Tabela de conteúdos**, clique com o **botão direito do mouse** sobre a imagem **ta2529az\_coa22s.tif** e, na janela de menu rápido, clique na opção **Properties**.



16. Na caixa de diálogos **Layer Properties**, na guia **Simbology**, no campo **Show**, clique na opção **Unique Values**.

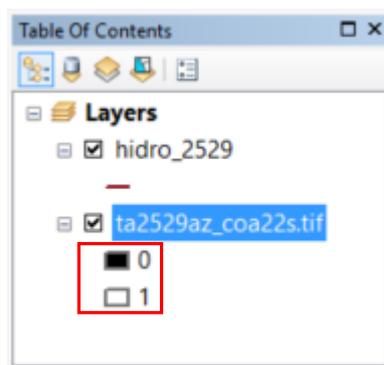
17. Clique no botão **OK**.



Após o último procedimento, a imagem raster **ta2529az\_coa22s.tif** foi automaticamente habilitada dentro do dropdown da opção **Raster** da barra de ferramentas **ArcScan**.



18. Na **Tabela de Conteúdos**, na legenda da imagem raster **ta2529az\_coa22s.tif**, altere a cor do valor **0** para **preto** e do valor **1** para **nenhuma cor (No Color)**.

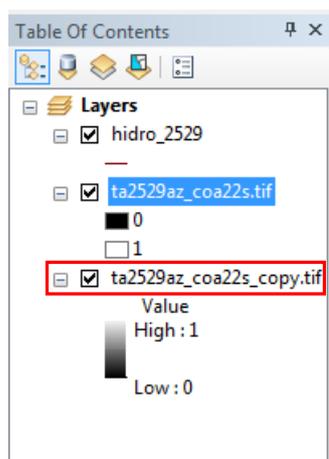


Após a conversão da imagem raster para valores únicos é comum não ser possível a visualização da imagem na tela. Entretanto, aumentando-se o zoom verifica-se que a imagem não desapareceu da layer de trabalho, ficando apenas destacada as áreas de interesse, no caso os rios e seus nomes.

### OBSERVAÇÃO

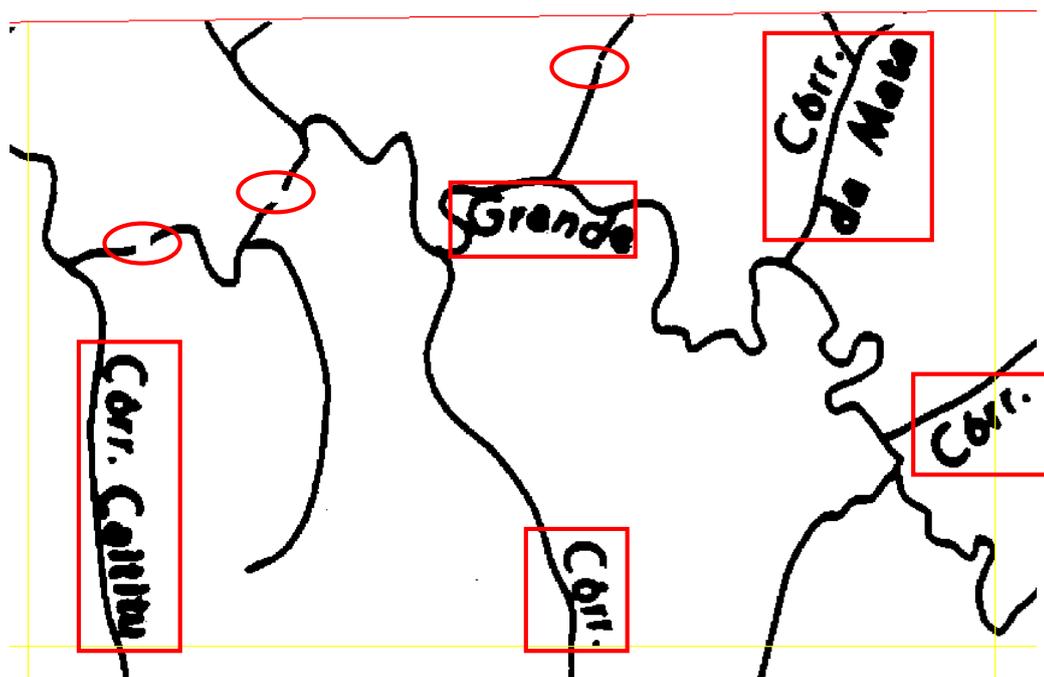
É recomendado fazer uma cópia do arquivo, mantendo-o no padrão de cores graduais do raster. Deste modo, o arquivo com valores binários permite a edição do raster enquanto o outro arquivo auxilia a visualização.

19. Na **Tabela de conteúdos**, clique com o **botão direito do mouse** sobre a imagem raster **ta2529az\_coa22s.tif** e, na janela de menu rápido, clique sobre a opção **Copy**.
20. Novamente, na **Tabela de Conteúdos**, clique com o botão direito do mouse sobre a opção **Layers** e, na janela de menu rápido, clique sobre a opção **Paste Layer (s)**.
21. **Renomeie** a última imagem recém copiada para **ta2529az\_coa22s\_copy.tif**.



As “sujeiras” a serem removidas do raster são feições que não fazem parte das curvas de nível ou hidrografia, originadas do processo de escaneamento do mapa do formato em papel (análogo) para formato digital. Se não forem removidas, a vetorização criará vetores que não correspondem ao resultado de interesse do trabalho. Além das “sujeiras”, deve-se observar se todas as linhas estão conectadas.

Existem “sujeiras” de vários tamanhos e formas na imagem e há como eliminá-las total ou parcialmente, de forma sistemática, para poupar tempo na execução do trabalho. Para tal, é preciso estabelecer alguns parâmetros. O “tamanho” (área) dessas “sujeiras” é um deles. Utilizando algumas amostras aleatórias é possível observar um limite abaixo do qual todas as “sujeiras” serão eliminadas.



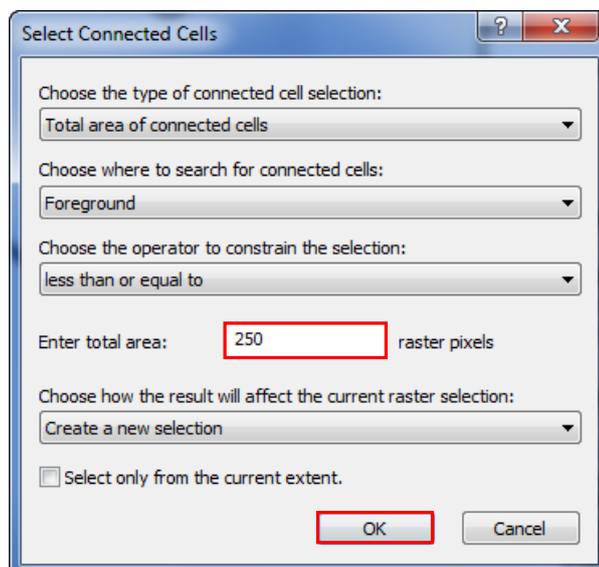
Agora, vamos definir um limite para limpeza das imperfeições da imagem raster.

22. Na barra de ferramentas **ArcScan**, clique sobre a ferramenta **Find Connected Cell Area**.
23. Percorra algumas regiões da imagem, direcionando o mouse para as “sujeiras” e verificando o tamanho das mesmas. Para a carta em questão adotaremos o valor **250**.

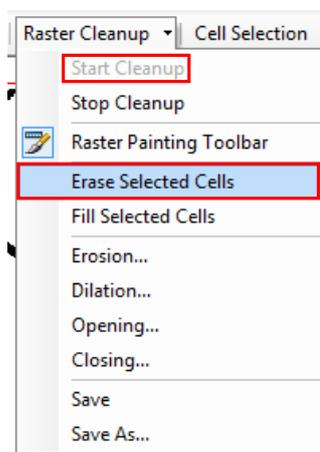


Vamos eliminando automaticamente as “sujeiras” da imagem da seguinte forma:

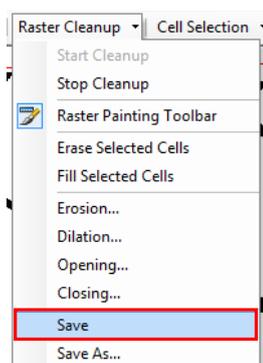
24. Na barra de ferramentas **ArcScan**, no dropdown **Cell Selection**, clique na opção **Select Connected Cells**.
25. Na janela **Select Connected Cells**, na caixa de entrada do campo **Enter total area**, digite o valor **250**.
26. Clique no botão **OK**.



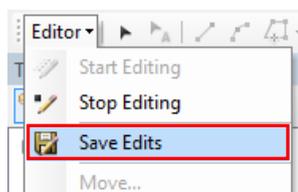
27. Novamente na barra de ferramentas **ArcScan**, no dropdown **Raster Cleanup**, clique na opção **Start Cleanup**.
28. Na barra de ferramentas **ArcScan**, no dropdown **Raster Cleanup**, clique na opção **Erase Selected Cells**. O programa vai buscar as células conectadas com o tamanho especificado e vai remover da seleção.



29. Na barra de ferramentas **ArcScan**, no dropdown **Raster Cleanup**, clique na opção **Save**.

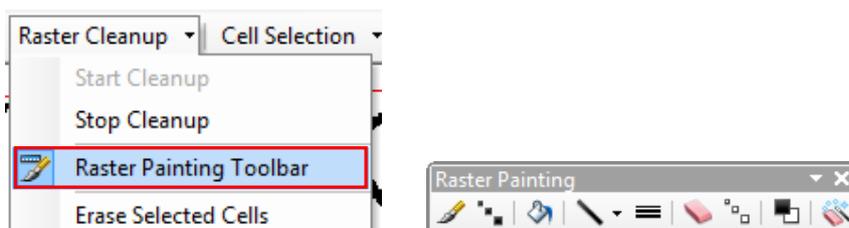


30. Para salvar as edições nas layers, na barra de ferramentas **Editor**, clique na opção **Save Edits**.



Para garantir uma boa vetorização, deve-se remover qualquer sujeira grosseira da imagem. Neste caso, uma verificação visual de toda a carta é necessária.

31. Na barra de ferramentas **ArcScan**, no dropdown **Raster Cleanup**, clique na opção **Raster Painting Toolbar**.



As ferramentas de limpeza e correção que vamos utilizar nesta etapa estão todas presentes nesta barra.

Ferramenta	Função
<b>Erase</b> 	Permite eliminar feições, utilizada para apagar imperfeições que não foram eliminadas automaticamente pela etapa anterior.
<b>Erase Size</b> 	Controla o tamanho do pixel a ser eliminado.
<b>Magic Erase</b> 	Apaga todos os itens dentro da área escolhida pelo operador, desde que estes estejam desconectados e soltos. A área pode ser escolhida com a função de clicar e arrastar do mouse.
<b>Brush</b> 	Permite desenhar novas feições, utilizada para unir segmentos de linhas do raster que erroneamente não estão conectados.
<b>Brush Size</b> 	Controla o tamanho do pixel a ser desenhado.
<b>Line</b> 	Permite desenhar novas feições retas, com quatro espessuras diferentes.

Agora vamos iniciar o processo de eliminação das “sujeiras” da imagem raster.

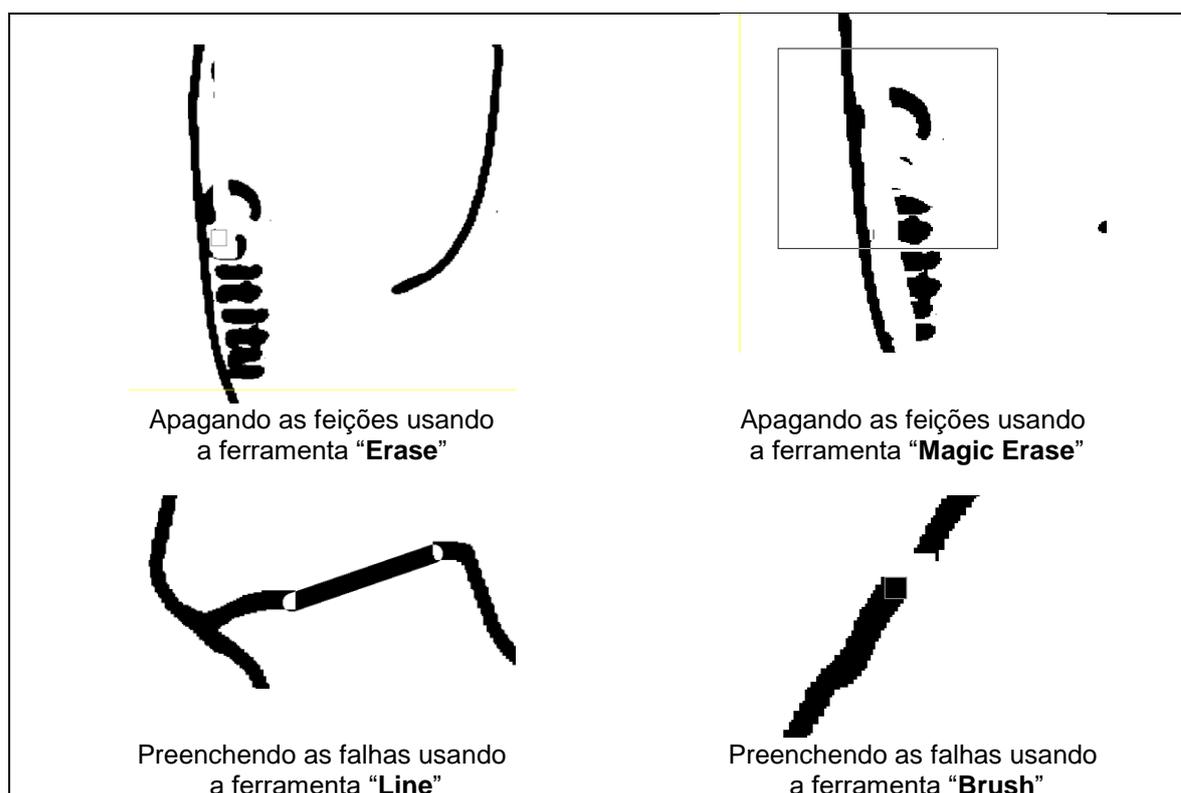
As imagens raster que serão trabalhadas contêm as seguintes informações:

**Topografia:** valores das cotas das curvas de nível, curvas de nível, pontos cotados, valores dos pontos cotados e linhas de curva de nível desconectadas.

**Hidrografia:** nomes dos rios, rios de margens duplas hachurados, pântanos, áreas de inundação e rios desconectados.

Se todos estes campos forem mantidos, a vetorização importará estas linhas para a nossa geodatabase.

Nosso interesse, é vetorizar apenas as curvas de nível ou cursos de rios. Será necessário, então, utilizar a ferramenta **Erase** ou **Magic Erase** para eliminar os elementos que serão descartados.

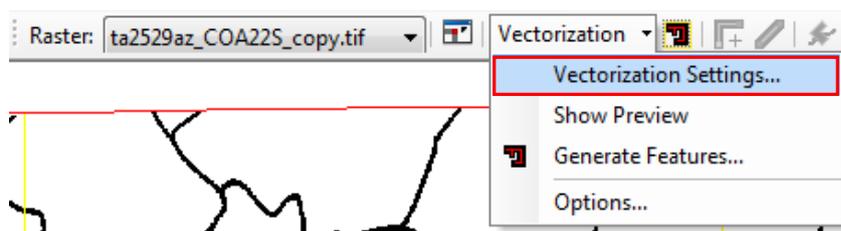


O processo de limpeza deve ser feito para toda a carta em questão. Uma dica é salvar periodicamente a limpeza em **Raster Cleanup** → **Save** seguido de **Editor** → **Save Edits**. Isto garante que o serviço já executado seja salvo, evitando retrabalhos, pois o programa pode dar erro e fechar automaticamente em alguns momentos.

Recomendamos salvar as edições a cada uma ou duas linhas ou colunas limpas.

Após verificar a qualidade da limpeza da imagem, podemos prosseguir para a etapa final de vetorização. Mas, antes devemos configurar a ferramenta de vetorização para iniciar a execução.

32. Na barra de ferramentas **ArcScan**, no dropdown da opção **Vectorization**, clique na opção **Vectorization Settings**.



33. Na caixa de diálogo **Vectorization Settings**, no dropdown da opção **Intersection Solution** selecione a opção **Median**.

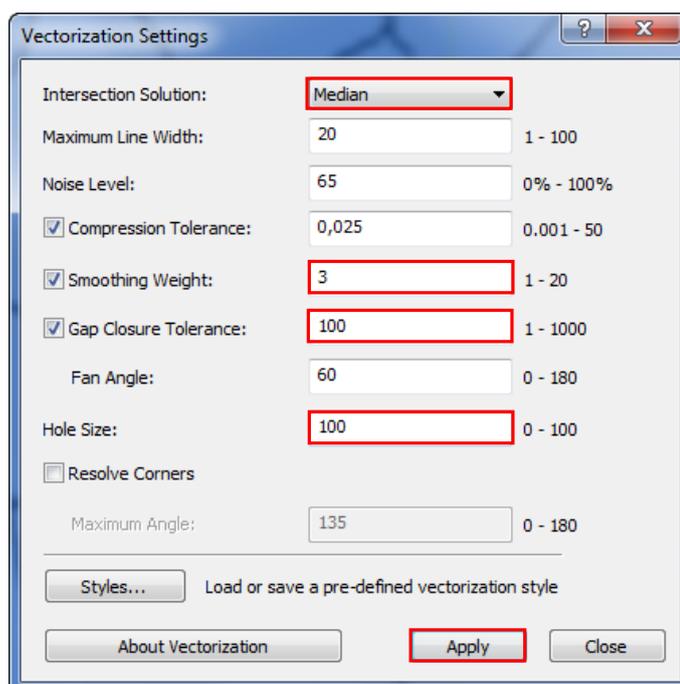
34. Na caixa de entrada **Smoothing Weight** digite o valor **3**.

35. Na caixa de entrada **Gap Closure Tolerance** digite o valor **100**.

36. Na caixa de entrada **Hole Size** digite o valor **100**.

37. Mantenha as demais configurações padrões e clique no botão **Apply**.

Esta configuração garante que o vetor passe no eixo médio da linha matricial.

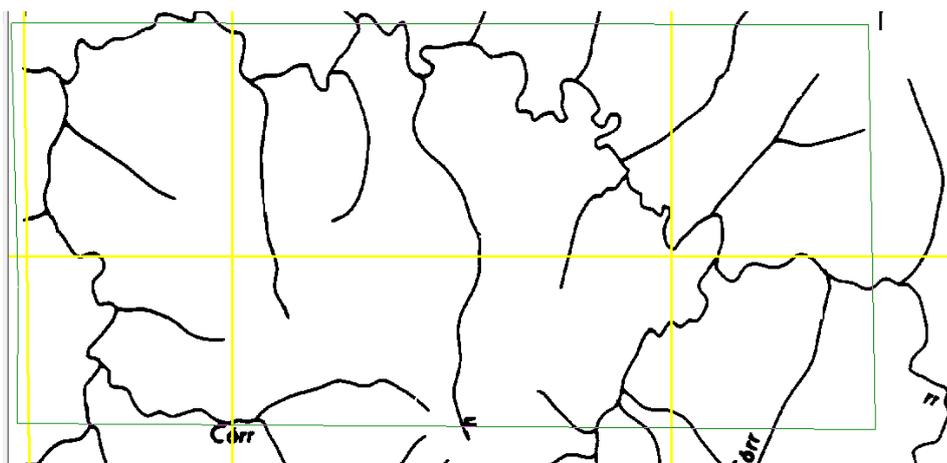


38. Na barra de ferramentas **ArcScan**, clique na ferramenta **Generate Features Inside Area** .

Com esta ferramenta é possível delimitar a área em que já foi feita a limpeza do raster. Esta ferramenta lê a imagem contida na área delimitada e vetoriza toda a rede interligada. O vetor ficará armazenado dentro da feição habilitada na geodatabase. Em nosso exemplo, a feição que receberá o resultado da vetorização é a **hidro\_2529**.

#### OBSERVAÇÃO

Esta fase é importante, pois antes de se delimitar a área é necessário ter certeza se toda a sujeira foi removida do raster e todos os pontos desconectados foram ligados. Caso haja algum nome, número ou linha na imagem, o ArcScan vai entender que se trata de um segmento vetorizável. Se um segmento de hidrografia ou topografia estiver solto, o ArcScan vai interpretar que se trata de dois segmentos isolados. Ou seja, um rio não será contínuo (dois segmentos) ou uma curva de nível poderá ter duas cotas distintas.

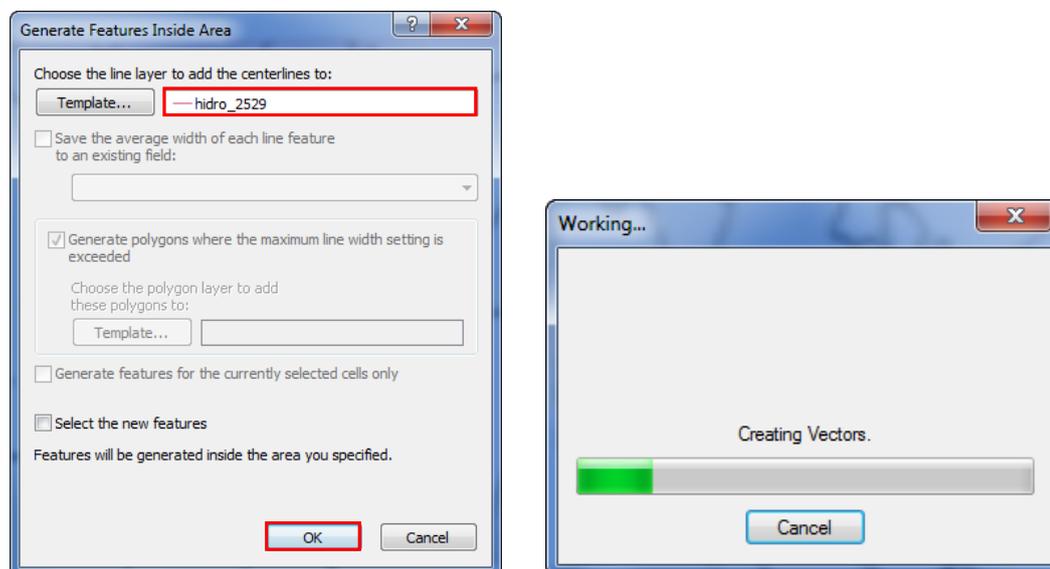


Agora, podemos definir a área que foi feita a limpeza para que se possa vetorizar. Esta área pode ser desde uma pequena parte até toda a carta, bastando incluir a área desejada. A área que foi delimitada para a leitura está em verde na figura acima; o ArcScan vai gerar os vetores baseado nas linhas (hidrografia) presentes no raster, dentro da área em verde.

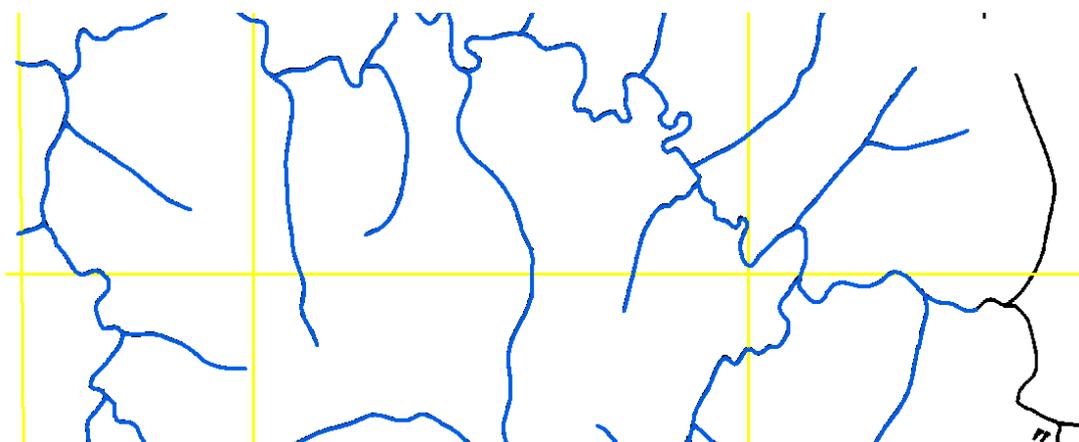
Esta ferramenta permite limpar a carta em partes e vetorizar o trecho em seguida, ou que se faça a limpeza da carta completamente e depois faça a vetorização completa.

Na figura acima, optou-se por vetorizar um pequeno trecho da carta para fins didáticos. É mais racional que se faça a limpeza completa para depois vetorizar toda a carta.

39. Na caixa de diálogo **Generate Features Inside Area**, clique sobre o botão **Template** e selecione a layer **hidro\_2529** como sendo a layer que receberá a vetorização.
40. Clique no botão **OK**.



A hidrografia foi convertida do formato raster para o formato vetorial corretamente georreferenciada. Logo abaixo temos uma figura que mostra o resultado da vetorização de uma área selecionada comparada com outro trecho não selecionado.



Na imagem acima, vemos a gride em amarelo, a linha vetorizada em azul sobre a hidrografia e a linha não vetorizada em preto. As cores das linhas, para melhor visualização, podem ser alteradas da maneira que o operador desejar.

Para salvar as alterações e encerrar a edição, siga os seguintes passos:

41. Na barra de ferramentas **Editor**, no menu **Editor**, clique na opção **Stop Editing**.
42. Na caixa de mensagem **Save** clique no botão **Sim**.

Para termos a base de dados completa, deve-se executar o mesmo procedimento demonstrado neste capítulo para a topografia da mesma região, bastando adicionar a imagem raster **ta2529sp\_COA22S.tif** e georreferenciar sobre o mesmo *grid* de referência **2529rd.dgn**. Com isso, pode-se iniciar o processo de limpeza seguido de vetorização.

# Capítulo 7

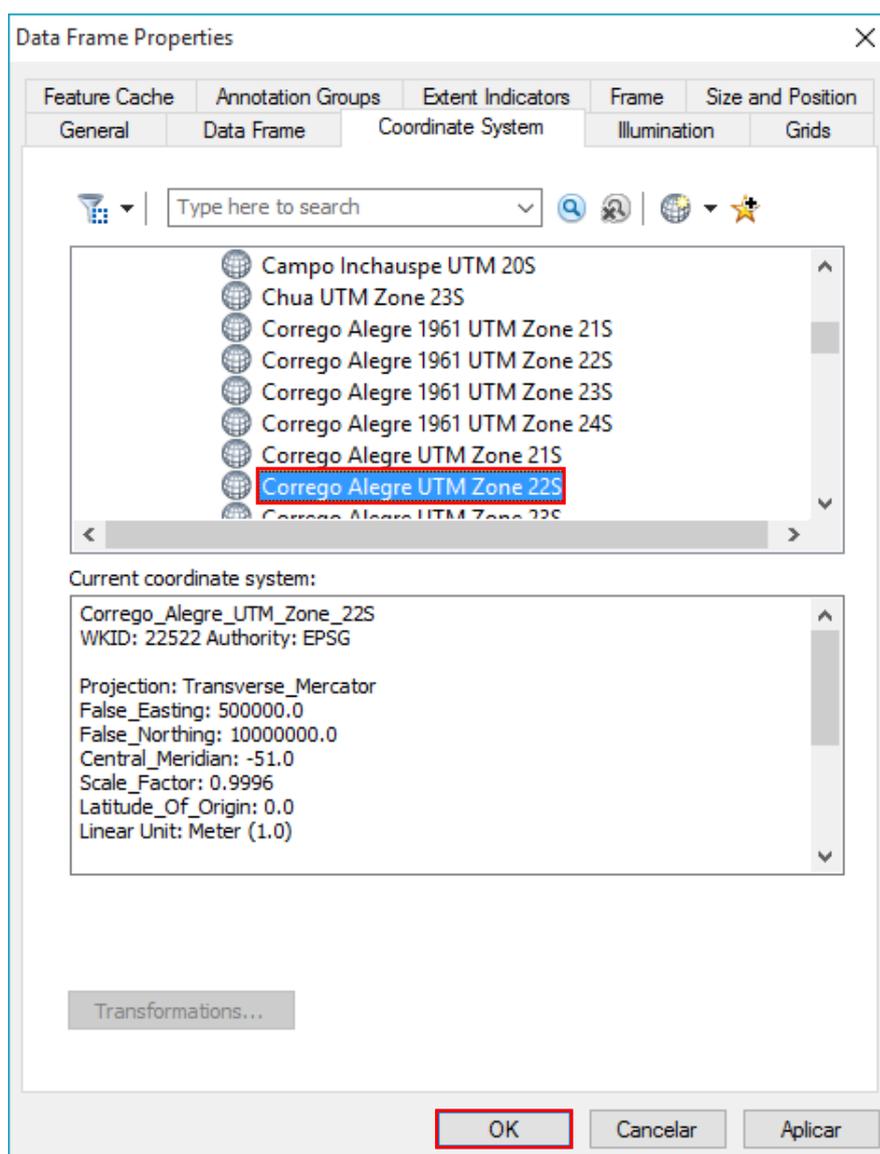
## Vetorização dos Pontos Cotados

## VETORIZAÇÃO DOS PONTOS COTADOS

Com o propósito de realizar a vetorização dos pontos cotados, devemos verificar algumas configurações a fim de se evitar erros após o início da tarefa.

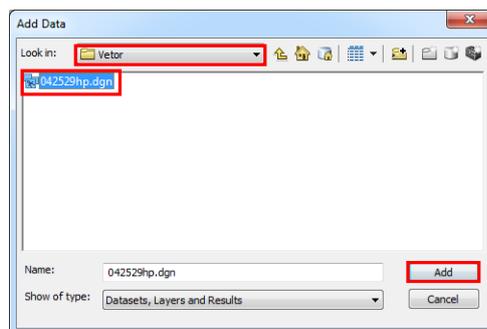
1. Na **Tabela de Conteúdos**, dê um **clique duplo** sobre **Layers**.
2. Na caixa de diálogo **Data Frame Properties**, na guia **Coordinate System**, siga o esquema apresentado abaixo para definirmos o sistema de coordenadas:

**Coordinate systems** → **Selecionar o Sistema de Coordenada** → **Projected Coordinate Systems**  
→ **UTM** → **South America** → **Corrego Alegre UTM Zone 22S** → **OK**.



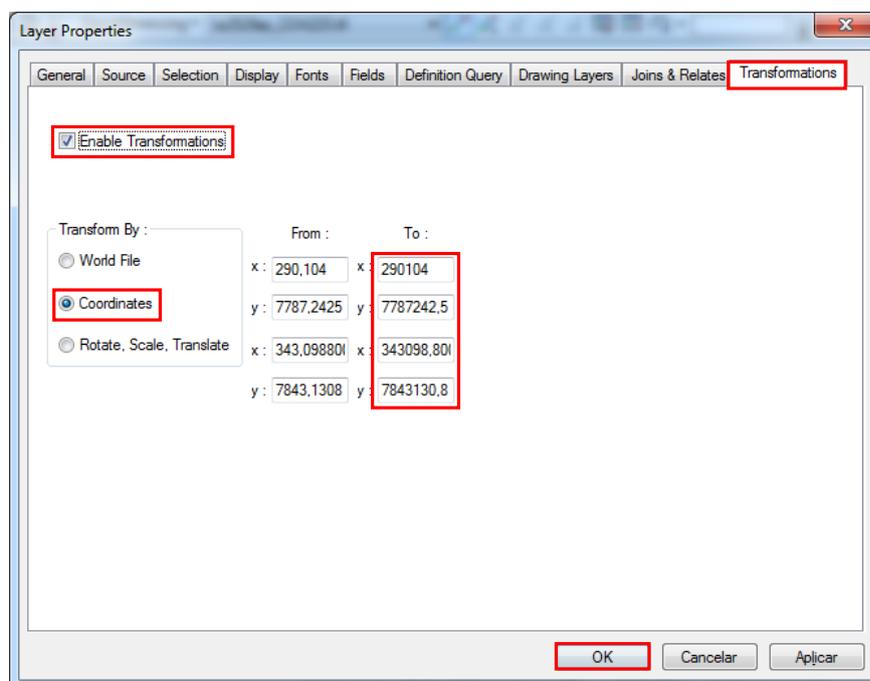
Agora iremos adicionar o arquivo **042529hp.dgn** que contém as informações dos valores das curvas de nível e pontos cotados. Ele será utilizado para extrair estes valores para posteriormente adicioná-los ao vetor das curvas de nível gerado no capítulo anterior.

3. Clique sobre o botão **Add Data**  na barra de ferramentas **Standard**.
4. Clique na **seta amarela**  e vá para o sub-diretório **C:\BD\_ArcScan\laraxa\_2529\_cap07\Vetor**.
5. Na caixa de diálogo **Add Data**, selecione o arquivo **042529hp.dgn**.
6. Clique no botão **Add**.



7. Como mencionado em capítulos anteriores, será necessário converter a unidade métrica de **km** para **m** de acordo com os seguintes passos apresentados abaixo:

**Na Tabela de Conteúdos, dê um clique duplo sobre 042529hp.dgn → Properties → Group → 042529hp.dgn Annotation → Properties → Na janela Layer Properties, seguir até a guia Transformations → Habilitar as transformações, Enable transformations → Coordinates → No campo To → Mover a vírgula três casas para a direita, convertendo o grid de km para m.**

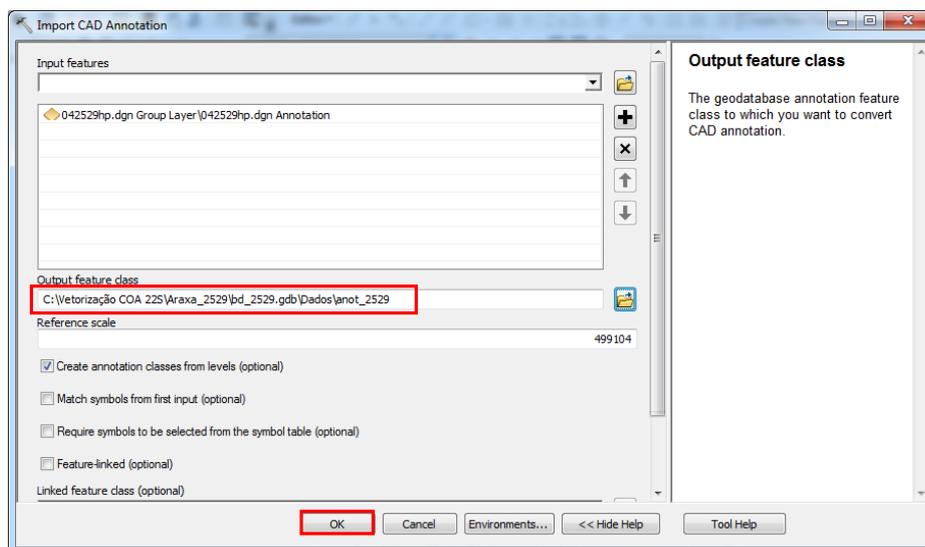
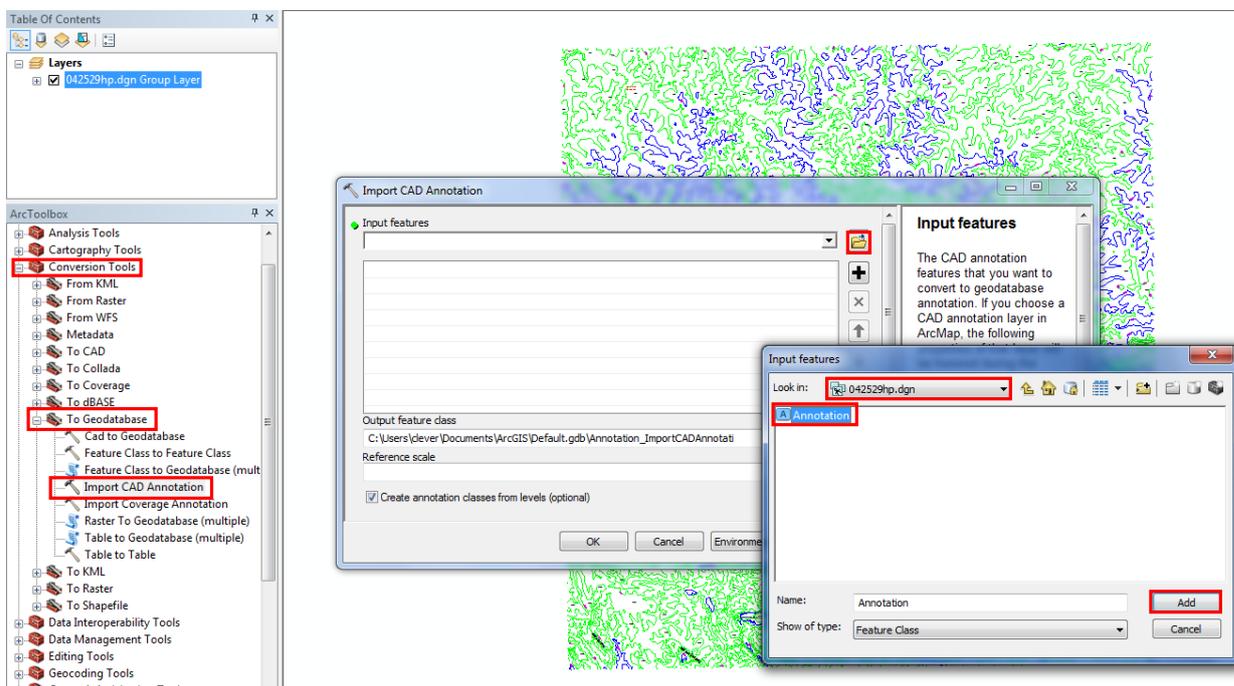


8. Na barra de ferramentas **Tools**, clique sobre a ferramenta **Full Extent**.

As anotações dos valores das curvas de nível e pontos cotados estão no formato **CAD**, sendo necessário exportá-las para um formato compatível de anotações para classes de feições.

9. No **ArcToolbox**, expanda a opção **Conversion Tools**.
10. Expanda a opção **To Geobase**.
11. Dê um **clique duplo** sobre a opção **Import CAD Annotation**.
12. No dropdown da opção **Input features**, dê um **clique duplo** sobre a **pasta amarela aberta**.
13. Novamente, dê um **clique duplo** sobre o arquivo **042529hp.dgn**.
14. Selecione o arquivo **Annotation**.
15. Clique no botão **Add**.

16. Na caixa de saída da opção **Output feature class**, vá para o sub-diretório **C:\Vetorização\_COA\_225\Araxa\_2529\bd\_2529.gdb\Dados**.
17. Na caixa de entrada **Name**, digite **anot\_2529**.
18. Clique no botão **Save**.
19. Na caixa **Import CAD Annotation**, clique no botão **OK**.



Após a conversão, um aviso no canto inferior direito da tela surge, mostrando que o processo foi concluído.

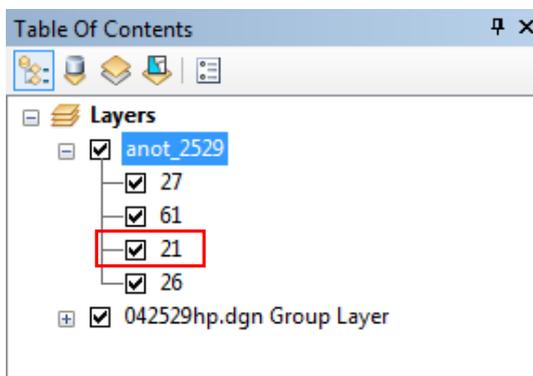


Se a ferramenta apresentar erro, tente desabilitar o processamento em background temporariamente para executar o comando. Para isto siga os seguintes passos:

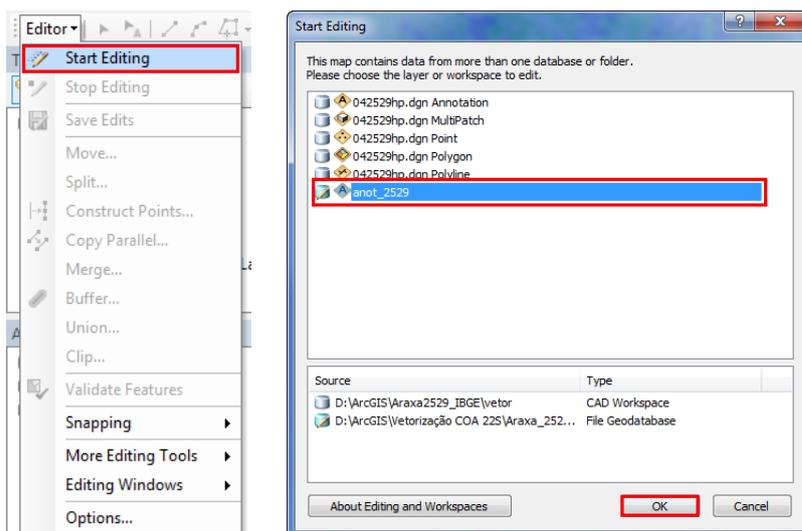
**Na barra de menu → Na guia Geoprocessing → Geoprocessing Options → Em Background Processing → Desmarcar a opção Enable → Após a execução do comando, habilitar a função background novamente.**

Note que a classe de feições gerada já foi automaticamente adicionada na Tabela de Conteúdos. Ela possui classes nomeadas por valores numéricos. Verifique quais delas correspondem aos valores dos pontos cotados.

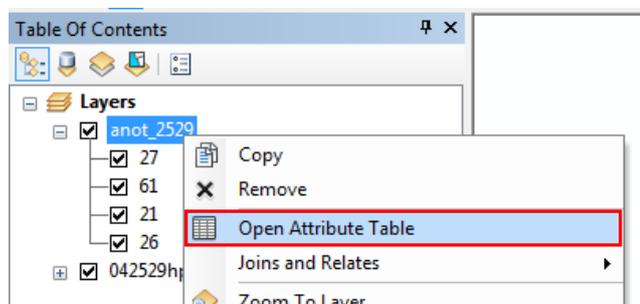
No caso do nosso modelo, é a classe 21. Como os demais não são do nosso interesse, iremos excluí-los do nosso arquivo. Para tanto, é necessário entrar em modo de edição.



20. Na barra de ferramentas **Editor**, no menu **Editor**, clique na opção **Start Editing**.
21. Na caixa de diálogo **Start Editing**, selecione a layer **anot\_2529**.
22. Clique sobre o botão **OK**.

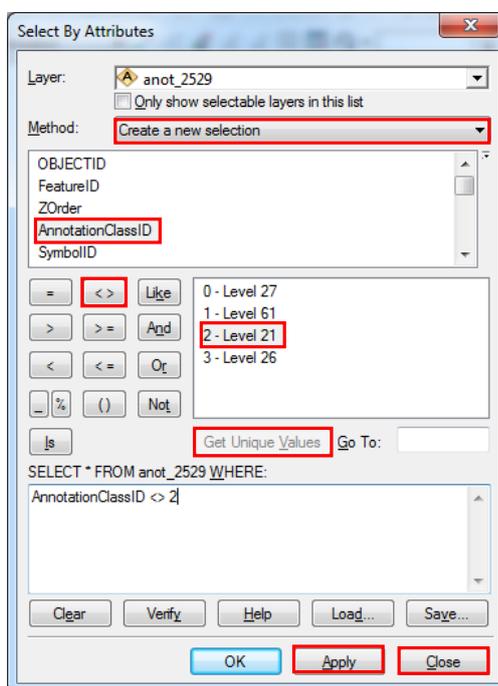


23. Na **Tabela de Conteúdos**, clique com o **botão direito do mouse** sobre a layer **anot\_2529** e, na janela de menu rápido, clique sobre a opção **Open Attribute Table**.



24. Na janela **Table**, clique sobre o botão **Select by Attributes**.
25. Na caixa de diálogo **Select By Attributes**, no dropdown da opção **Method**, selecione **Create a new selection**.
26. Dê um **clique duplo** sobre a opção **AnnotationClassID** para adicionar no campo abaixo.

27. Dê um **clique simples** sobre o símbolo <> (diferente).
28. Clique sobre o botão **Get Unique Values**.
29. Dê um **clique duplo** sobre a classe 2- Level 21.
30. Clique no botão **Apply**.
31. Clique no botão **Close**.



32. Na **Tabela de Conteúdos aberta**, verifique que os **valores diferentes de 21** encontram-se selecionados. Clique sobre o botão **Delete Selected \*** para excluir os registros selecionados.

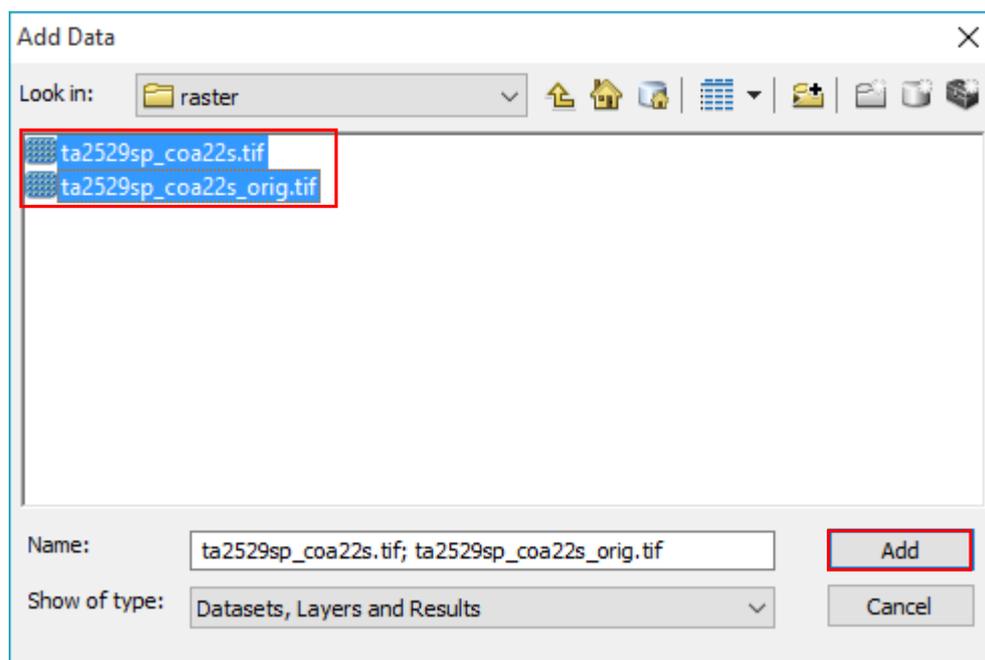
OBJECTID	SHAPE	FeatureID	ZOrder	AnnotationClassID	SymbolID	Status	TextString	FontName	FontSize	Bold	Italic	Underline	VerticalAlignment	HorizontalAlignment
256	Polygon	<Null>	<Null>	Level 61	1	Placed	900	Arial	1,135693	No	No	No	Baseline	
257	Polygon	<Null>	<Null>	Level 61	1	Placed	1000	Arial	1,135693	No	No	No	Baseline	
258	Polygon	<Null>	<Null>	Level 61	1	Placed	1000	Arial	1,135693	No	No	No	Baseline	
259	Polygon	<Null>	<Null>	Level 61	2	Placed	1000	Arial	1,135693	No	No	No	Baseline	
260	Polygon	<Null>	<Null>	Level 61	1	Placed	1000	Arial	1,135693	No	No	No	Baseline	
261	Polygon	<Null>	<Null>	Level 61	1	Placed	950	Arial	1,135693	No	No	No	Baseline	
262	Polygon	<Null>	<Null>	Level 61	1	Placed	950	Arial	1,135693	No	No	No	Baseline	
263	Polygon	<Null>	<Null>	Level 61	2	Placed	1000	Arial	1,135693	No	No	No	Baseline	
264	Polygon	<Null>	<Null>	Level 61	1	Placed	1000	Arial	1,135693	No	No	No	Baseline	
265	Polygon	<Null>	<Null>	Level 61	1	Placed	1050	Arial	1,135693	No	No	No	Baseline	
266	Polygon	<Null>	<Null>	Level 61	2	Placed	950	Arial	1,135693	No	No	No	Baseline	
267	Polygon	<Null>	<Null>	Level 61	1	Placed	900	Arial	1,135693	No	No	No	Baseline	
268	Polygon	<Null>	<Null>	Level 61	1	Placed	900	Arial	1,135693	No	No	No	Baseline	
269	Polygon	<Null>	<Null>	Level 61	1	Placed	950	Arial	1,135693	No	No	No	Baseline	
270	Polygon	<Null>	<Null>	Level 61	1	Placed	950	Arial	1,135693	No	No	No	Baseline	
271	Polygon	<Null>	<Null>	Level 61	1	Placed	950	Arial	1,135693	No	No	No	Baseline	
272	Polygon	<Null>	<Null>	Level 61	1	Placed	1300	Arial	1,135693	No	No	No	Baseline	
273	Polygon	<Null>	<Null>	Level 21	3	Placed	897	Arial	1,135693	No	No	No	Baseline	
274	Polygon	<Null>	<Null>	Level 21	3	Placed	938	Arial	1,135693	No	No	No	Baseline	
275	Polygon	<Null>	<Null>	Level 21	3	Placed	945	Arial	1,135693	No	No	No	Baseline	
276	Polygon	<Null>	<Null>	Level 21	3	Placed	979	Arial	1,135693	No	No	No	Baseline	
277	Polygon	<Null>	<Null>	Level 21	3	Placed	981	Arial	1,135693	No	No	No	Baseline	
278	Polygon	<Null>	<Null>	Level 21	3	Placed	990	Arial	1,135693	No	No	No	Baseline	
279	Polygon	<Null>	<Null>	Level 21	3	Placed	992	Arial	1,135693	No	No	No	Baseline	
280	Polygon	<Null>	<Null>	Level 21	3	Placed	1033	Arial	1,135693	No	No	No	Baseline	
281	Polygon	<Null>	<Null>	Level 21	3	Placed	1012	Arial	1,135693	No	No	No	Baseline	
282	Polygon	<Null>	<Null>	Level 21	3	Placed	1010	Arial	1,135693	No	No	No	Baseline	
283	Polygon	<Null>	<Null>	Level 21	3	Placed	1048	Arial	1,135693	No	No	No	Baseline	
284	Polygon	<Null>	<Null>	Level 21	3	Placed	1028	Arial	1,135693	No	No	No	Baseline	
285	Polygon	<Null>	<Null>	Level 21	3	Placed	1089	Arial	1,135693	No	No	No	Baseline	
286	Polygon	<Null>	<Null>	Level 21	3	Placed	934	Arial	1,135693	No	No	No	Baseline	
287	Polygon	<Null>	<Null>	Level 21	3	Placed	942	Arial	1,135693	No	No	No	Baseline	
288	Polygon	<Null>	<Null>	Level 21	3	Placed	939	Arial	1,135693	No	No	No	Baseline	
289	Polygon	<Null>	<Null>	Level 21	3	Placed	940	Arial	1,135693	No	No	No	Baseline	

33. Na barra de ferramentas **Editor**, no menu **Editor**, clique na opção **Stop Editing**.
34. Na caixa de mensagem **Save** clique no botão **Sim**.

Para conferir se o vetor CAD foi corretamente convertido para anotações de classe de feições, siga o seguinte procedimento:

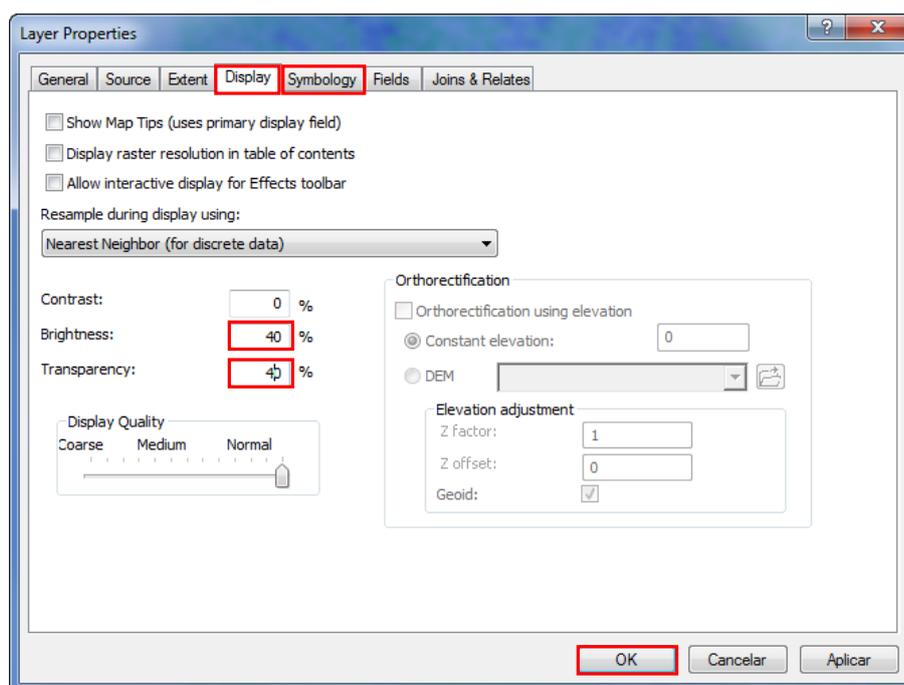
35. Clique sobre o botão **Add Data** na barra de ferramentas **Standard**.
36. Clique na **seta amarela** e vá para o sub-diretório **C:\BD\_ArcScan\araxa\_2529\_cap07\raster**.

37. Na caixa de diálogo **Add Data**, selecione as imagens **ta2529sp\_COA22S.tif** e **ta2529sp\_COA22S\_orig.tif**.
38. Clique no botão **Add**.

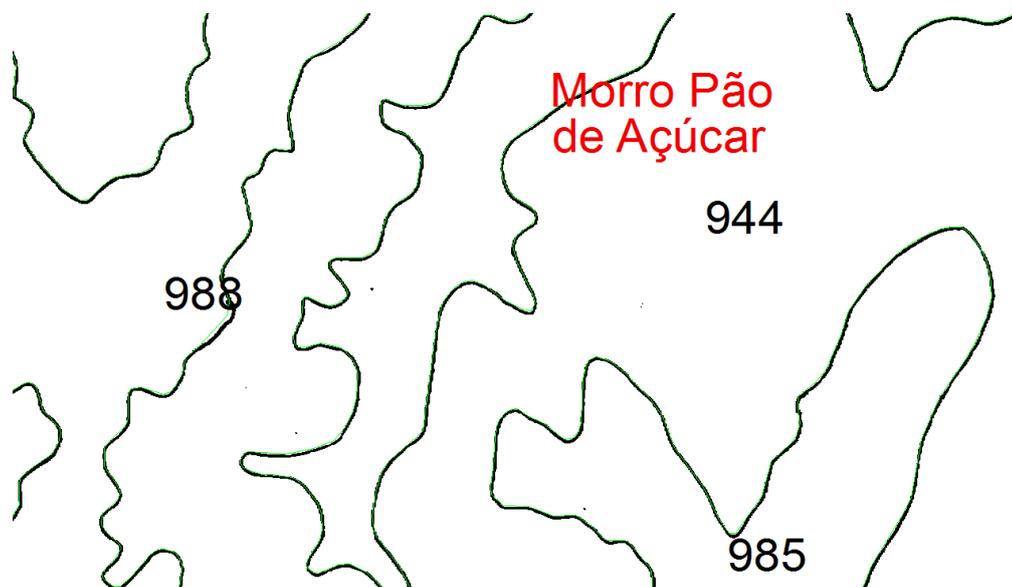


Para visualizar melhor todas as layers, vamos alterar a transparência das layers **ta2529sp\_COA22S\_orig.tif** e **ta2529sp\_COA22S.tif** da seguinte forma:

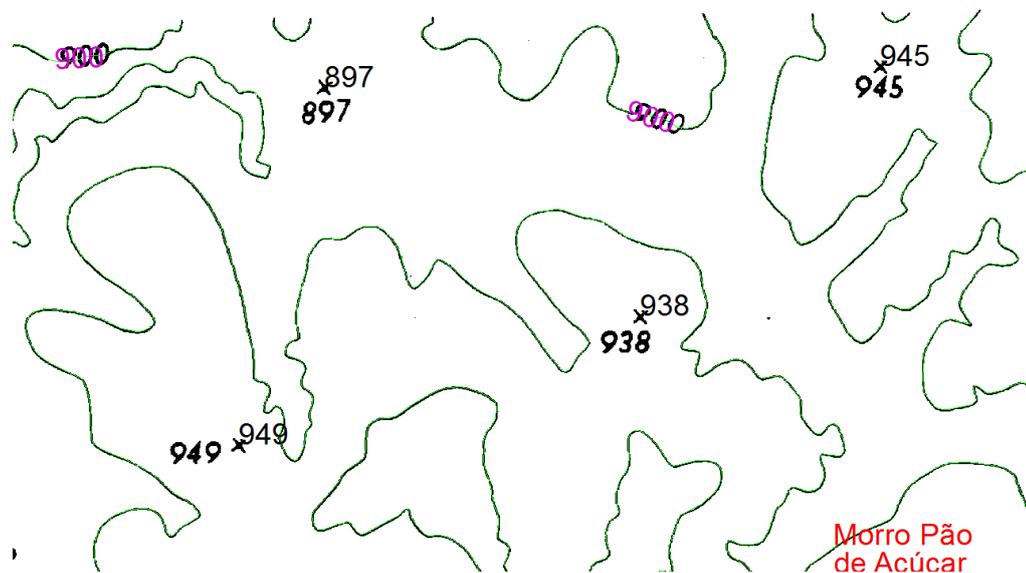
**Clique com botão direito do mouse sobre as layers **ta2529sp\_COA22S\_orig.tif** e **ta2529sp\_COA22S.tif** → **Properties** → **Display** → **Alterar os campos Brightness e Transparency para 40%**. **Altere também em Symbology para Unique Values**.**



Agora é possível observar o raster e a classe de feições e conferir se estão corretamente sobrepostas.



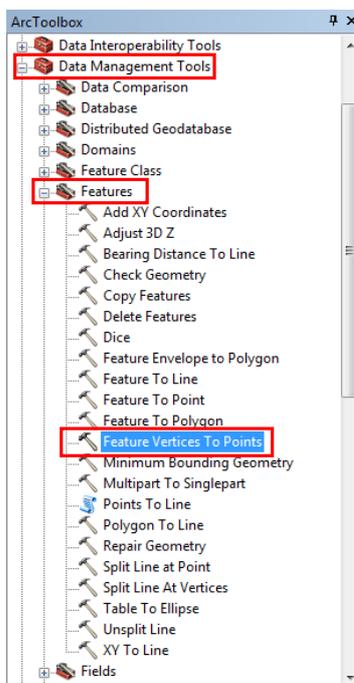
Sobreposição da **042529hp.dgn** com a carta topográfica limpa e georeferenciada **ta2529sp\_COA22S.tif**



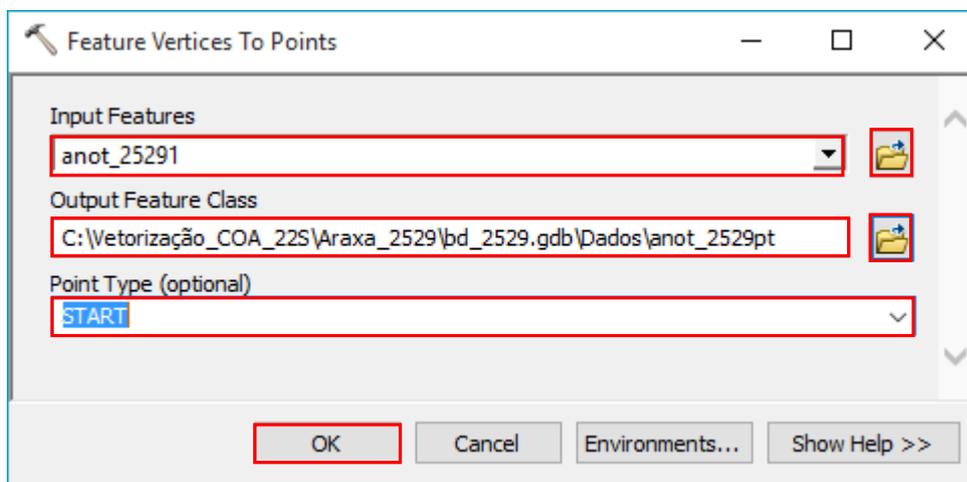
Sobreposição da **042529hp.dgn** com a carta topográfica original (sem limpeza) e georeferenciada **ta2529sp\_COA22S\_orig.tif**.

O próximo passo será converter os valores de pontos cotados para uma classe de pontos que representem sua correta localização, conforme apresentado em **ta2529sp\_COA22S\_orig.tif**.

39. No **ArcToolbox**, expanda a opção **Data Management Tools**.
40. Expanda a opção **Features**.
41. Dê um clique duplo sobre a função **Features Vertices to Points**.



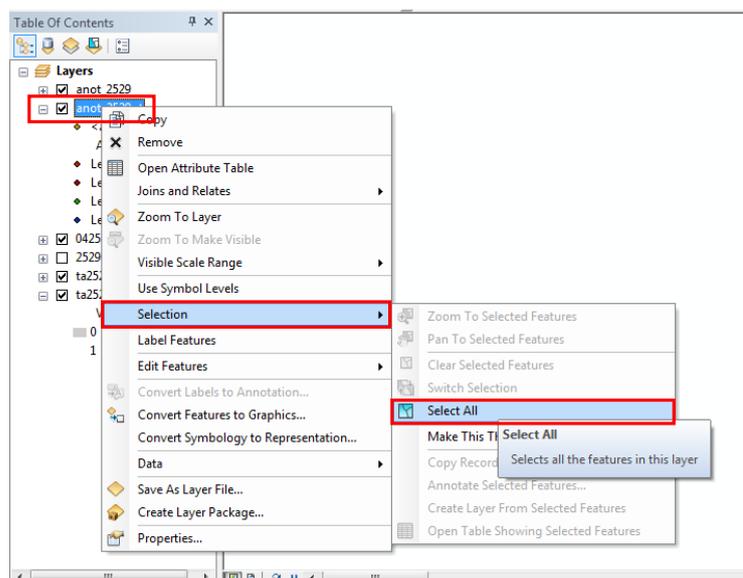
42. Na caixa de diálogo **Feature Vertices To Points**, no dropdown da opção **Input Features**, selecione a layer **anot\_2529**.
43. Na caixa de saída da opção **Output Feature Class**, vá para o sub-diretório **C:\Vetorização\_COA\_22S\Araxa\_2529\bd\_2529.gdb\Dados**.
44. Na caixa de entrada **Name**, digite **anot\_2529pt**.
45. Clique no botão **Save**.
46. No dropdown da opção **Point Type**, escolha **START**.
47. Clique no botão **OK**.



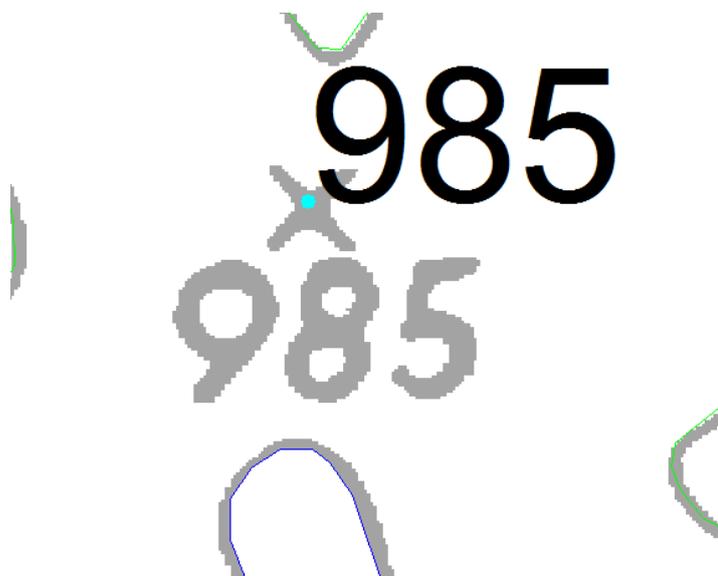
O procedimento acima aproxima o máximo possível os pontos gerados das suas verdadeiras localizações, entretanto, são observados que alguns pontos não coincidem exatamente com o centro do "X" da imagem **ta2529sp\_COA22S\_orig.tif**. Se for observado um padrão deste deslocamento, pode-se tentar aproximar os pontos de forma sistemática da sua verdadeira posição.

Iremos então corrigir de forma sistemática o posicionamento dos pontos gerados em **anot\_2494pt**.

48. Na barra de ferramentas **Editor**, no menu **Editor**, clique na opção **Start Editing**.
49. Na caixa de diálogo **Start Editing**, selecione a layer **anot\_2529pt**.
50. Clique no botão **OK**.
51. Na **Tabela de Conteúdos**, clique com **botão direito do mouse** sobre a layer **anot\_2529pt** e, na janela de menu rápido, aponte para **Selection** e clique na opção **Select All**.



52. Clique com o mouse em um dos pontos e arraste-o para a direção definida anteriormente, procurando **aproximá-lo o máximo possível da verdadeira posição central do “X”**. Note que todos os outros pontos serão alterados na mesma direção.



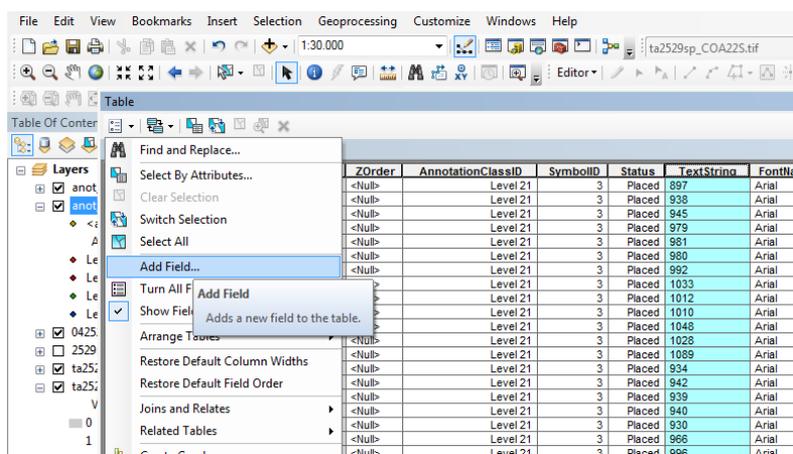
53. Na barra de ferramentas **Tools**, clicar na ferramenta **Clear Selected Features**  para desmarcar os pontos selecionados.
54. Na barra de ferramentas **Editor**, no menu **Editor**, clique na opção **Save Edits**.

Ainda assim é possível que alguns pontos não estejam corretamente posicionados. Deve-se então realizar uma inspeção visual para conferir aqueles que devem ser editados individualmente.

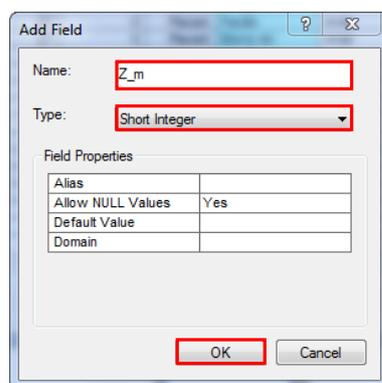
55. Terminada a etapa de edição individual, na barra de ferramentas **Editor**, no menu **Editor**, clique na opção **Stop Editing**.
56. Na caixa de mensagem **Save** clique no botão **Sim**.

A tabela de atributos de **anot\_2529pt** pode conter inúmeras colunas repetidas que podem comprometer o processamento dos dados. Examinando a tabela, observamos que a coluna **TextString** possui valores que correspondem aos pontos cotados de interesse. Criaremos uma nova coluna para armazenar estes valores, possibilitando a exclusão das demais.

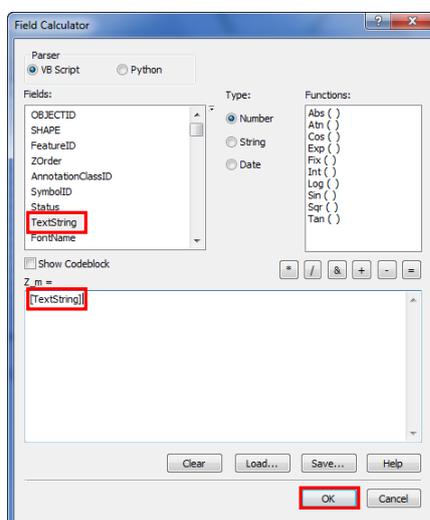
57. Na **Tabela de Conteúdos**, clique com o **botão direito do mouse** sobre a layer **anot\_2529pt** e, na janela de menu rápido, clique sobre a opção **Open Attribute Table**.
58. Na janela **Table**, no dropdown da opção **Table Options**, clique sobre a opção **Add Field**.



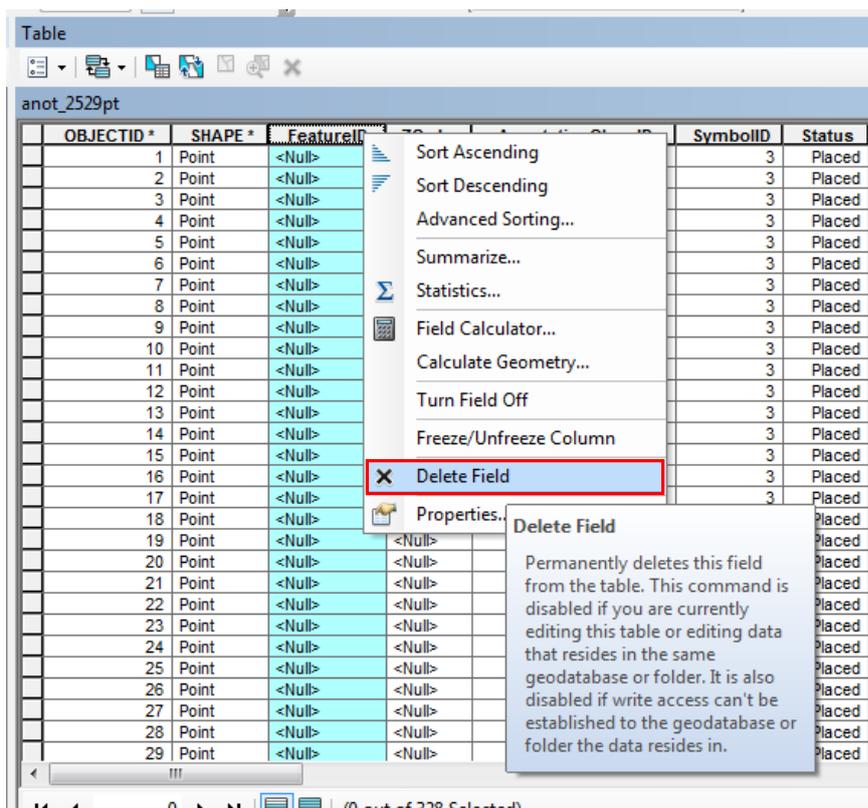
59. Na caixa de diálogo **Add Field**, na caixa de entrada da opção **Name**, digite **Z\_m**.
60. No dropdown da opção **Type**, escolha **Short Integer**.
61. Clique no botão **OK**.



62. Na barra de ferramentas **Editor**, no menu **Editor**, clique na opção **Start Editing**.
63. Na caixa de diálogo **Start Editing**, selecione a layer **anot\_2529pt**.
64. Clique no botão **OK**.
65. Clique com o **botão direito do mouse** em cima do título da coluna **Z\_m** e, na janela de menu rápido, clique sobre a opção **Field Calculator**.
66. Na caixa de diálogo **Field Calculator**, no painel **Fields**, dê um **clique duplo** sobre o campo **TextString**.
67. Clique sobre o botão **OK**.



68. Na barra de ferramentas **Editor**, no menu **Editor**, clique na opção **Stop Editing**.
69. Na caixa de mensagem **Save** clique no botão **Sim**.
70. Finalmente, exclua as **demais colunas**, deixando apenas as colunas **Object ID**, **Shape** e **Z\_m**.



Os pontos cotados e seus respectivos valores foram configurados para o desenvolvimento de etapas posteriores de trabalho.

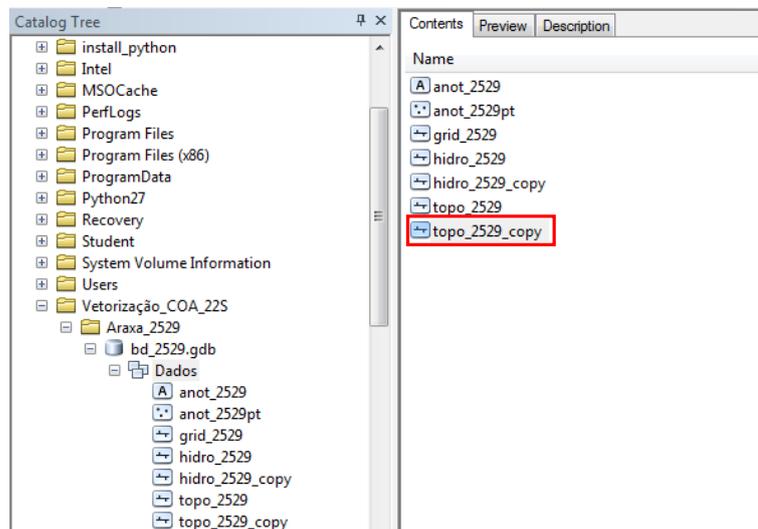
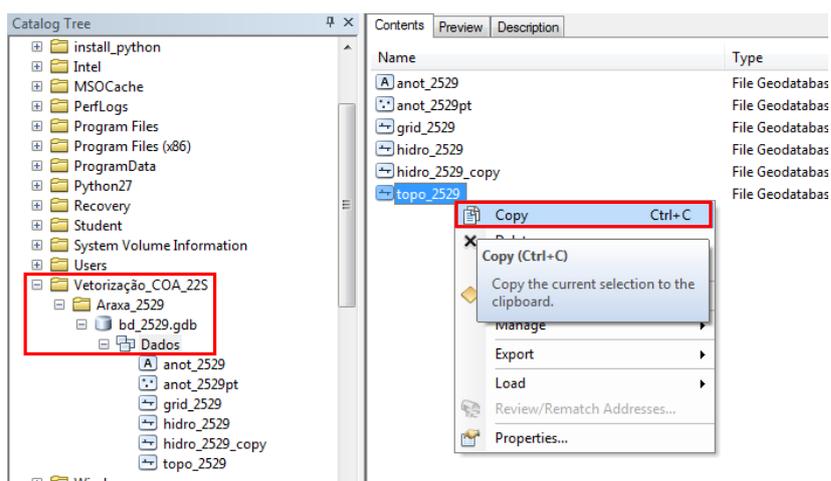
# Capítulo 8

## Editando as Linhas Vetorizadas

## EDITANDO AS LINHAS VETORIZADAS

Antes de começarmos a editar as linhas da imagem raster, crie uma cópia de segurança no ambiente da geodatabase em **bd\_2529.gdb**, pelo ArcCatalog da seguinte forma:

1. No **ArcCatalog**, expanda a pasta **Vetorização\_COA\_22\_S**.
2. Expanda a pasta **Araxa\_2529**.
3. Expanda a geodatabase **bd\_2529.gdb**.
4. Clique com o **botão direito do mouse** sobre a classe de feição **topo\_2529** e, na janela de menu rápido, clique na opção **Copy**.
5. Clique com o **botão direito do mouse** sobre **Dados** e, na janela de menu rápido, clique sobre a opção **Paste**.
6. Note que a nova classe de feição receberá o nome de **topo\_2529\_1**. Renomeie esta classe de feição para **topo\_2529\_copy**.



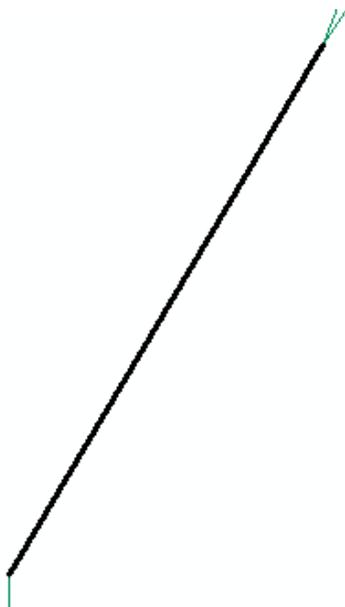
A vetorização pode gerar segmentos que apresentam algumas descontinuidades, segmentos soltos e outras imperfeições indesejáveis para a base de dados, podendo comprometer etapas futuras de processamento. A edição das linhas vetorizadas (curvas de nível ou hidrografia) visa corrigir essas falhas e aumentar a qualidade do trabalho.

Em nosso exemplo atual, estamos editando as linhas pertencentes à topografia de Araxá. Para tal, um método prático de detectar as principais imperfeições dos vetores das curvas de nível é trabalhar temporariamente no ambiente de edição em Topologia.

Explicaremos resumidamente cada uma das regras que iremos adicionar para corrigir as imperfeições da nossa topografia.

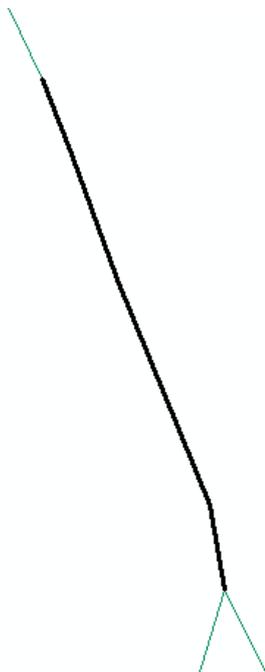
- **Must not Overlap:**

Regra para corrigir linhas sobrepostas. Geralmente linhas que se sobrepõem por possuírem um vértice em comum. Neste caso, a regra **Must not Overlap** está relacionada com **Must not Intersect**.



- **Must not Intersect:**

Regra para corrigir o cruzamento de linhas.



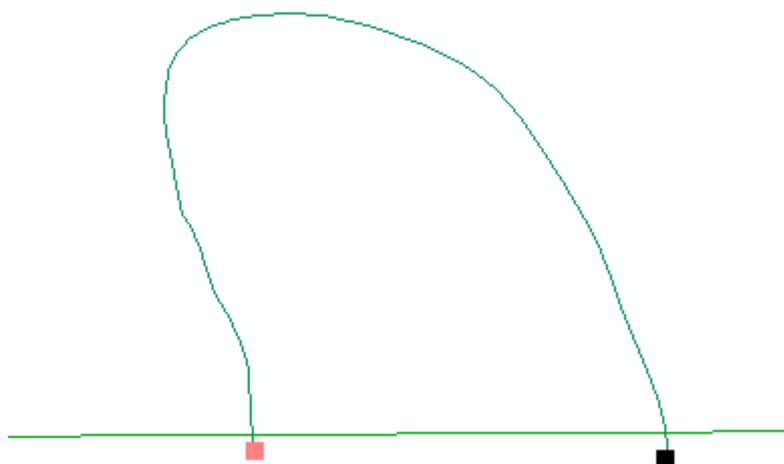
- **Must not Have Dangles:**

Regra para corrigir nós soltos. Pode haver, basicamente, dois casos para esta regra:

Nós soltos referentes a segmentos indesejáveis, resultante do processo de vetorização de “sujeiras” do raster que não se relacionam com os dados de trabalho:

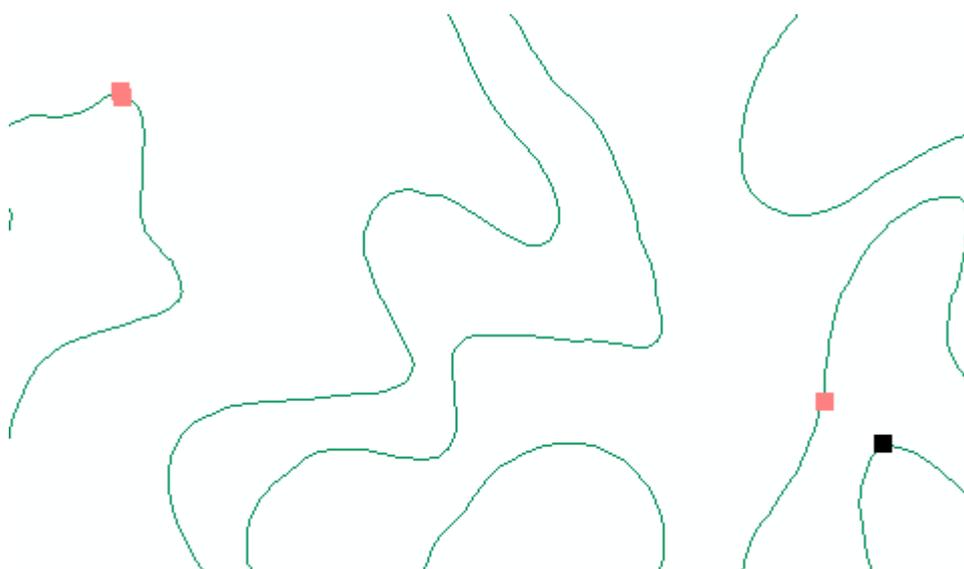


Nós soltos referentes às curvas de nível que estejam incompletas por se situarem nas bordas da carta;



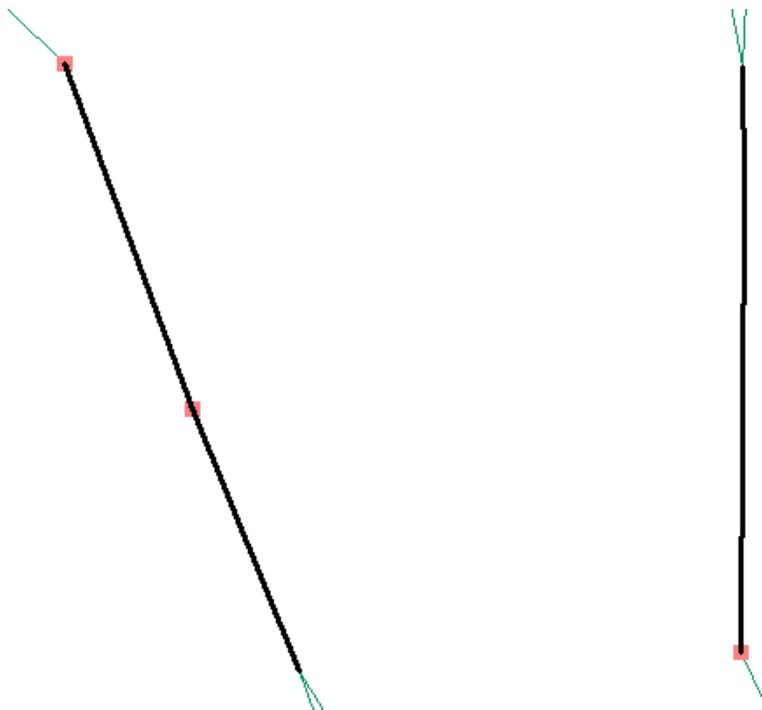
- **Must not Have Pseudos Nodes:**

Regra para corrigir falsos nós, ou seja, nós que estão aparentemente unidos, mas na verdade encontram-se soltos, dando uma descontinuidade às curvas de nível. Este caso geralmente provém da vetorização de pixels descontínuos no raster.



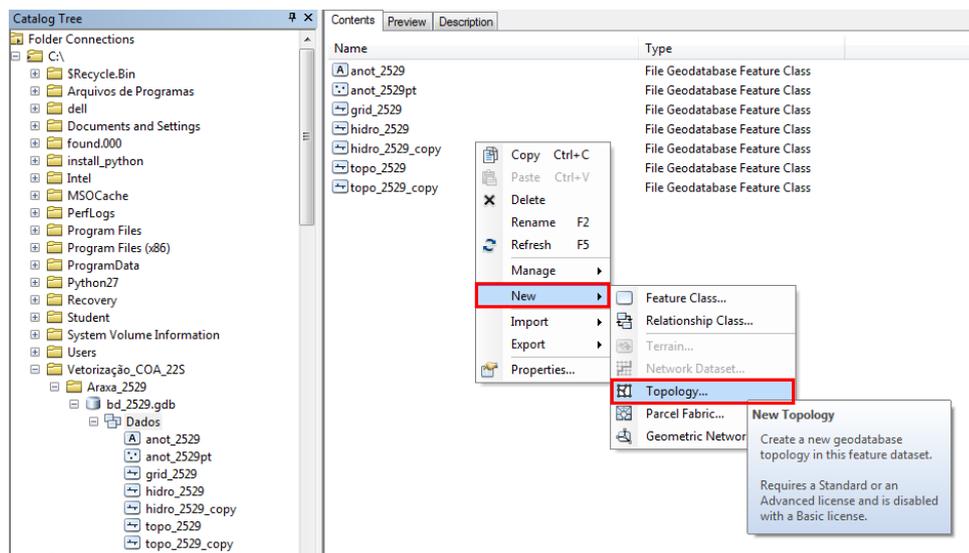
- **Must not Self-Overlap e Must not Self-Intersect:**

Regra para corrigir um segmento de linha que sobrepõe em si mesmo e que se cruza em algum ponto, respectivamente. São regras geralmente complementares, pois uma situação leva à outra, e ainda sim, relacionam-se com as regras anteriores: **Must not Overlap e Must not Intersect**.

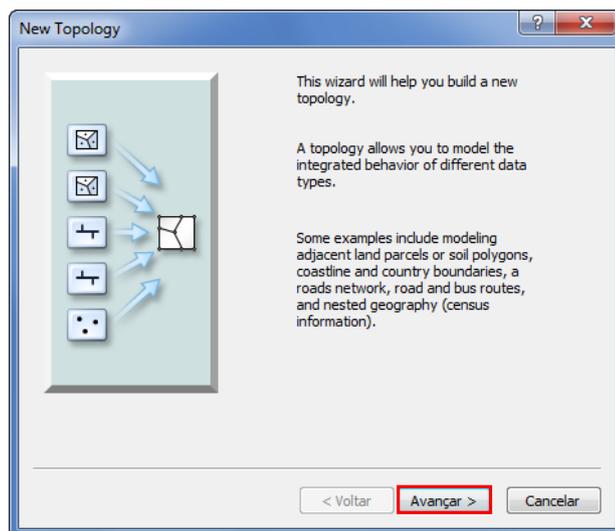


Após esta explicação resumida, aplicaremos as regras de topologia para iniciarmos as correções em nosso mapa vetorizado.

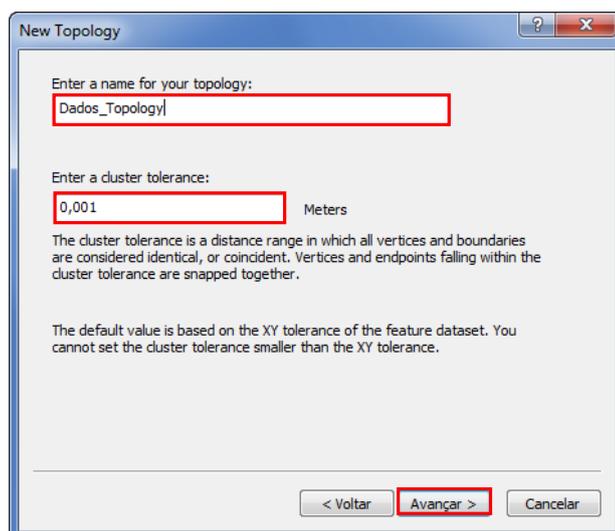
7. Clique com o **botão direito do mouse** fora das classes de feições e, na janela de menu rápido, clique em **New** e, posteriormente, em **Topology**.



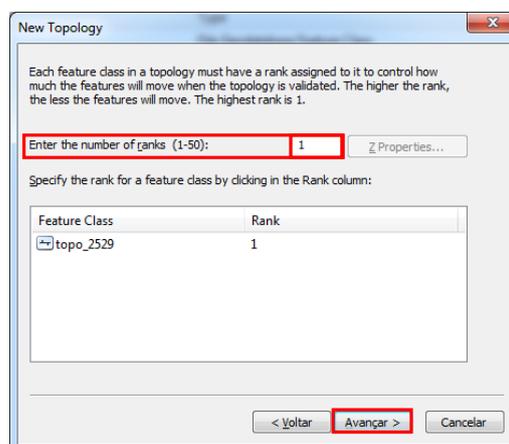
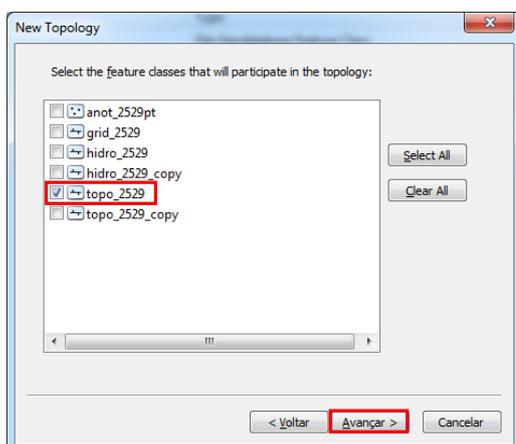
8. Na caixa de diálogo **New Topology**, clique no botão **Avançar**.



9. Como o ambiente de topologia será temporário apenas para a edição da carta, na caixa de entrada da opção **Enter a name for your topology**, digite **Dados\_Topology**.
10. Mantenha o **valor padrão (0,001)** da tolerância na caixa de entrada da opção **Enter a cluster tolerance**.
11. Clique em no botão **Avançar**.



12. Na próxima caixa de diálogo, selecione a classe de feição **topo\_2529**.
13. Clique no botão **Avançar**.
14. Na próxima caixa de diálogo, na caixa de entrada da opção **Enter a number of ranks**, digite **1**.
15. Clique no botão **Avançar**.



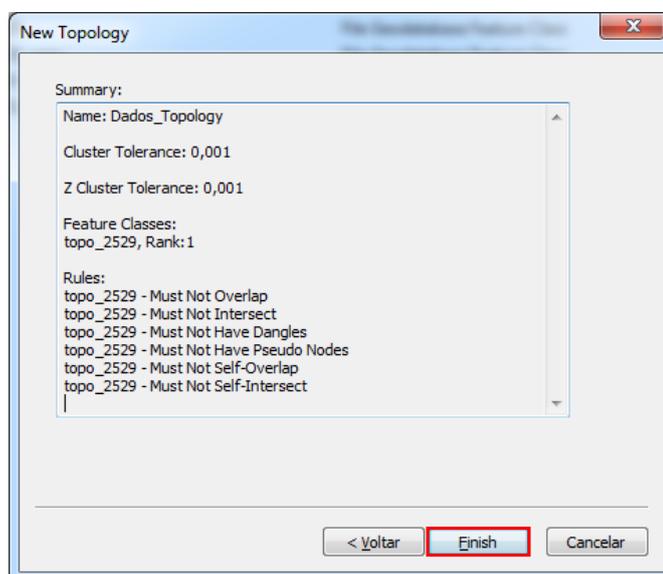
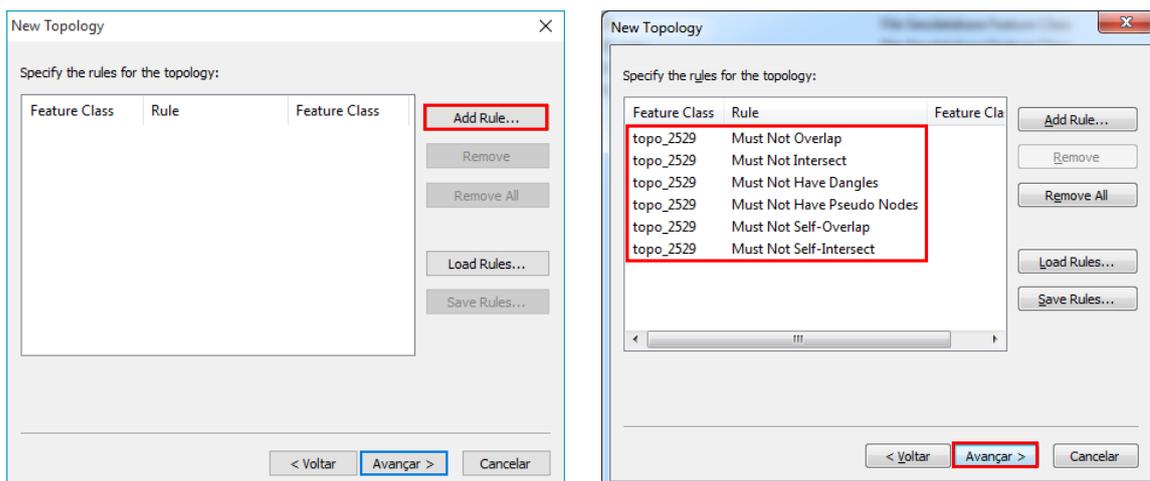
Esta próxima seção visa escolher as regras de topologia pelas quais os vetores de curvas de nível serão corrigidos.

16. Clique no botão **Add Rule** e adicione as regras apresentadas abaixo:

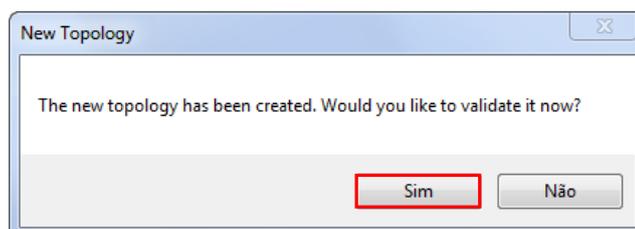
**Add Rule** → Rule: **Must not Overlap** → **OK**.  
**Add Rule** → Rule: **Must not Intersect** → **OK**.  
**Add Rule** → Rule: **Must not Have Dangles** → **OK**.  
**Add Rule** → Rule: **Must not Have Pseudo Nodes** → **OK**.  
**Add Rule** → Rule: **Must not Self-Overlap** → **OK**.  
**Add Rule** → Rule: **Must not Self-Intersect** → **OK**.

17. Clique no botão **Avançar**.

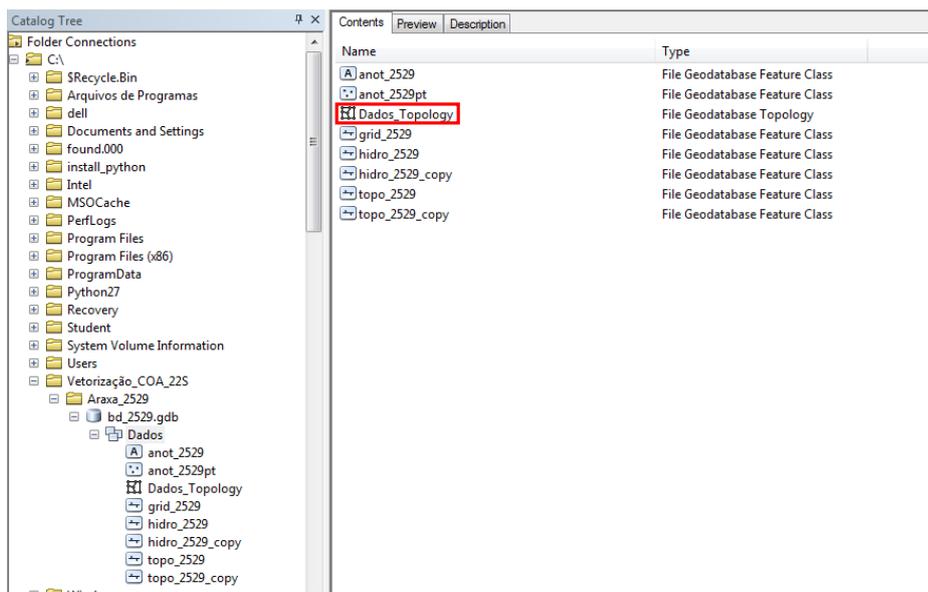
18. Clique no botão **Finish**.



19. Após a criação da topologia, clique no botão **Sim** para validar a topologia.

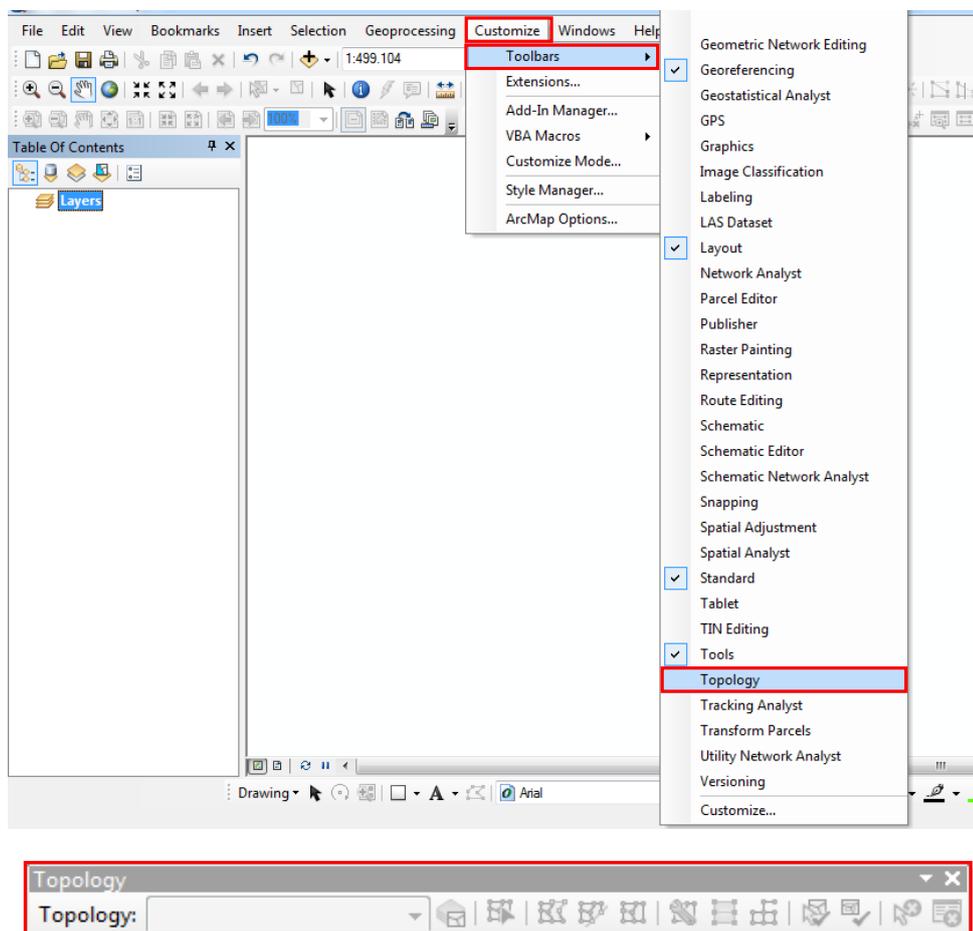


Abaixo é apresentada a topologia recém criada:

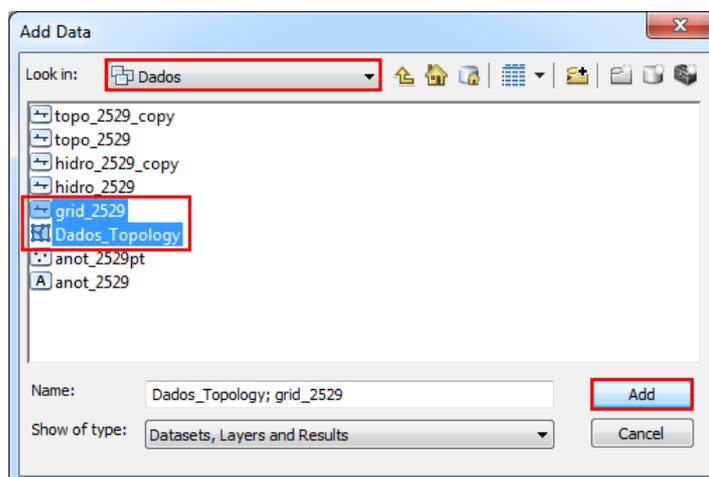


Voltando para o ArcMap, abriremos as cartas de trabalho para que as curvas de nível sejam editadas no ambiente de topologia.

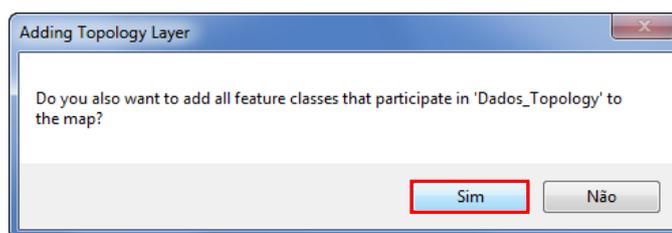
20. No **ArcMap**, no menu **Customize**, clique em **Toolbars** e, posteriormente, na barra de ferramentas **Topology**.



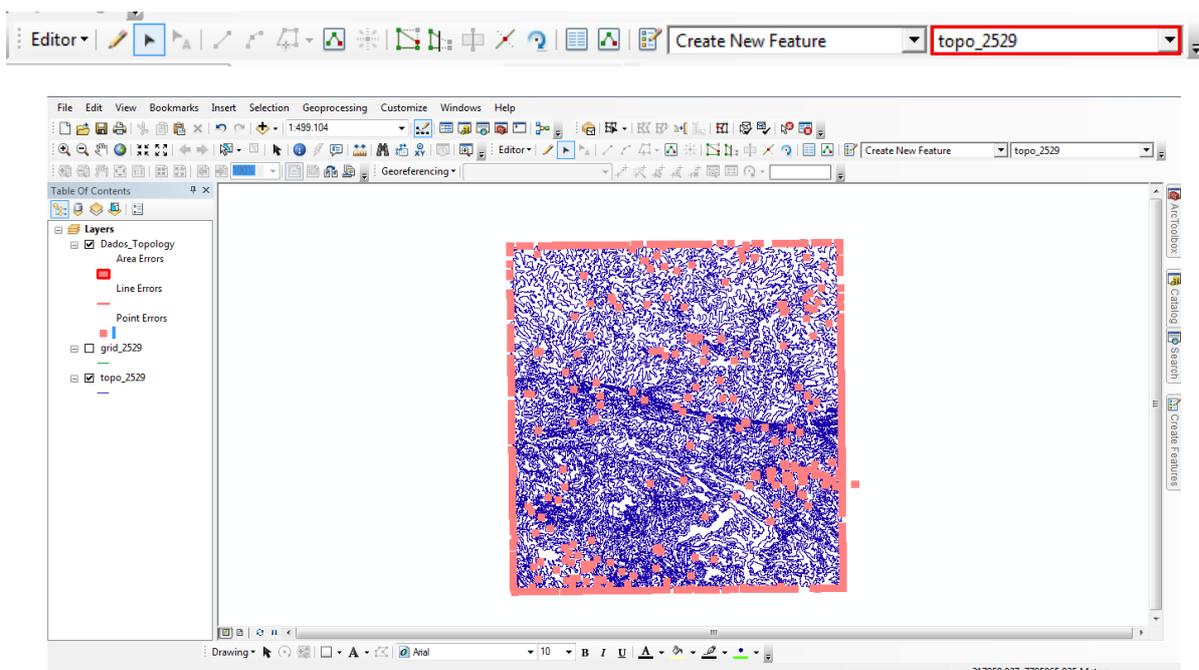
21. Clique sobre o botão **Add Data** na barra de ferramentas **Standard**.
22. Clique na **seta amarela** e vá para o sub-diretório **C:\Vetorização\_COA\_22S\Araxa\_2529\bd\_2529.gdb**.
23. Na caixa de diálogo **Add Data**, selecione as classes de feições **grid\_2529** e **Dados\_Topology**.
24. Clique no botão **Add**.



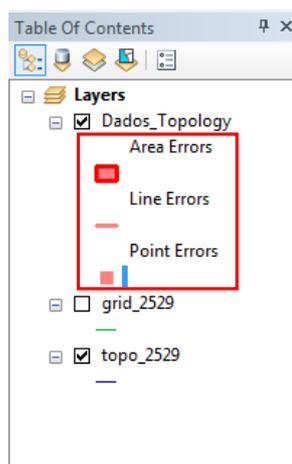
25. Na caixa de mensagem **Adding Topology Layer**, clique no botão **Sim**.



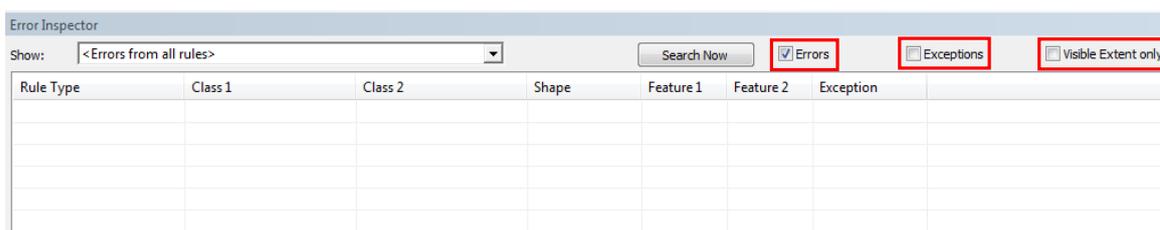
26. Na barra de ferramentas **Editor**, no menu **Editor**, clique na opção **Start Editing**.
27. No dropdown da opção **Target Layer**, selecione a classe de feição **topo\_2529**.



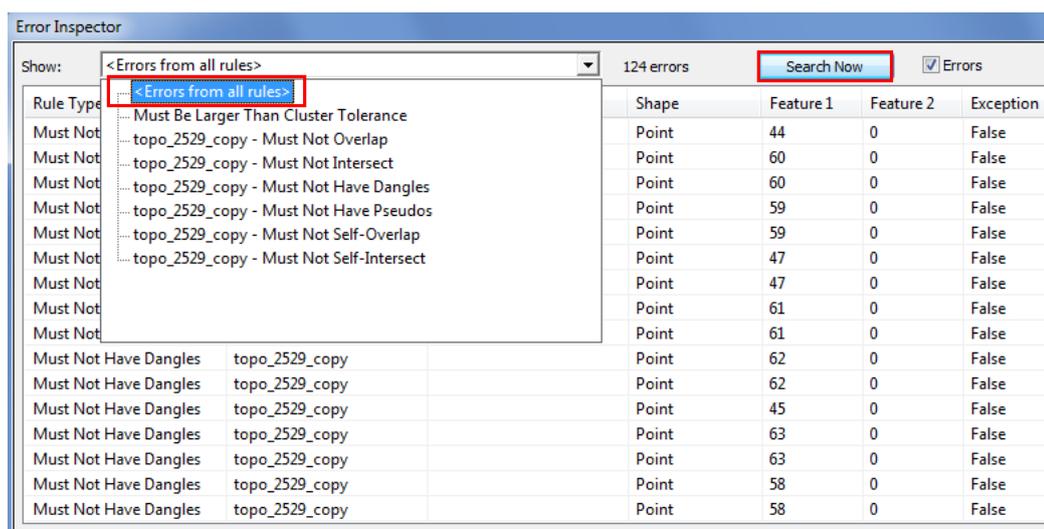
Na **Tabela de Conteúdos**, em **Dados\_Topology**, aparecem ícones na **cor rosa** identificando os tipos de erros possíveis nos dados de curva de nível: **Area**, **Line** e **Point Errors**. Estes ícones estão representados nas curvas de nível na área de visualização do ArcMap.



28. Ative apenas as layers **Dados\_topology** e **topo\_2529** para visualizar os possíveis erros detectados pelas regras automáticas.
29. Na barra de ferramentas em **Topology**, clique em **Error Inspector** . Esta caixa de diálogo permite visualizarmos todos os erros encontrados nos dados de **topo\_2529** referentes a cada uma das regras aplicadas.
30. Desmarque a opção **Visible Extent only**, deixando somente a caixa **Errors** selecionada, visando exibir apenas os erros do mapa.



31. No dropdown da opção **Show**, selecione a opção **Erros from all rules**.
32. Clique no botão **Search Now**.



Todos os erros serão listados na caixa de diálogo **Error inspector**.

**33. APLICANDO A PRIMEIRA REGRA: MUST NOT OVERLAP.**

- a) **Error Inspector** → **Show** → **Must not Overlap** → **Search now**.
- b) Pressionando a tecla **Ctrl**, selecione uma das opções de erro desta regra → clique com o botão direito do mouse por cima desta seleção → **Subtract** → **OK**.
- c) Siga este procedimento até corrigir todos os erros destacados.

**34. APLICANDO A SEGUNDA REGRA: MUST NOT INTERSECT.**

- a) **Error Inspector** → **Show** → **Must not Intersect** → **Search now**.
- b) Pressionando o botão **Ctrl**, selecione uma das opções de erro desta regra → clique com o botão direito do mouse por cima desta seleção → **Subtract** → **OK**.
- c) Siga este procedimento até corrigir todos os erros destacados.

**35. APLICANDO A TERCEIRA REGRA: MUST NOT HAVE PSEUDOS NODES.**

- a) **Error Inspector** → **Show** → **Must not Have Pseudos Nodes** → **Search now**.
- b) Pressionando **Shift+Ctrl**, selecione a primeira linha com os erros e desça pela barra lateral desta caixa de diálogo e clique na última linha.
- c) Assim todos os itens com erros de falsos nós foram selecionados → **clique com o botão direito do mouse** por cima desta seleção → **Merge to Largest** → **OK**.
- d) Salve a edição em **Editor** → **Save Edits**.

**36. APLICANDO A QUARTA REGRA: MUST NOT SELF-OVERLAP.**

- a) **Error Inspector** → **Show** → **Must not Self-Overlap** → **Search now**.
- b) Pressionando **Shift+Ctrl**, selecione a primeira linha com os erros e desça pela barra lateral desta caixa de diálogo e clique na última linha.
- c) Assim todos os itens com erros de auto-sobreposição de segmentos serão selecionados → clique com o botão direito do mouse por cima desta seleção → **Simplify** → **OK**.
- d) Salve a edição em **Editor** → **Save Edits**.

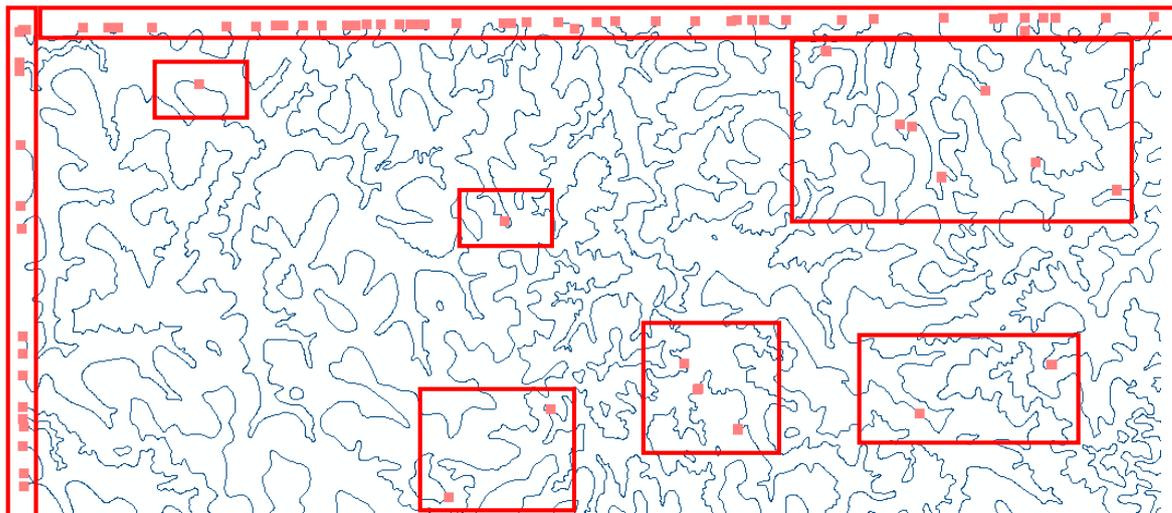
**37. APLICANDO A QUINTA REGRA: MUST NOT SELF-INTERSECT.**

- a) **Error Inspector** → **Show** → **Must not Self- Intersect** → **Search now**.
- b) Pressionando **Shift+Ctrl**, selecione a primeira linha com os erros e desça pela barra lateral desta caixa de diálogo e clique na última linha.
- c) Assim todos os itens com erros de auto-sobreposição de segmentos serão selecionados → clique com o botão direito do mouse por cima desta seleção → **Simplify** → **OK**.
- d) Salve a edição em **Editor** → **Save Edits**.

### 38. APLICANDO A SEXTA REGRA: MUST NOT HAVE DANGLES.

Nesta etapa da edição, é preciso ter o cuidado para não excluir os nós soltos referentes às bordas da carta. Para garantir um melhor controle nesta fase do trabalho, procederemos de forma a editar manualmente cada nó solto do interior da carta:

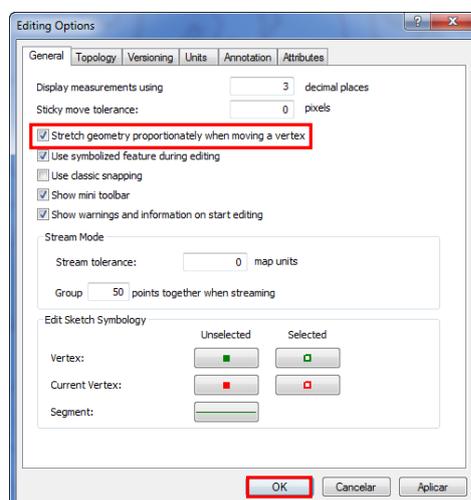
- Error Inspector** → **Show** → **Must not Have Dangles** → **Search now**.
- Com o auxílio do grid como referência, estabeleça um sentido de caminamento na carta e faça uma varredura para encontrar os nós soltos internos identificados por um quadrado rosa.
- Se observarmos a figura abaixo, identificamos a sequência de quadrados rosa marcados como erro. Devemos editar os nós internos e não os nós das bordas da carta.



- No interior da carta identifique um nó solto, dê um zoom nesta região e **desative** a opção de visualização da layer **Dados\_Topology**.
- Configure o ambiente de edição, **Editor** → **Snapping** → **Snapping toolbar**. Este comando abrirá a caixa **Snapping**. Ative o botão **End Snapping**. Assim, quando o mouse se aproximar de um nó solto, este será aproximado com maior precisão.



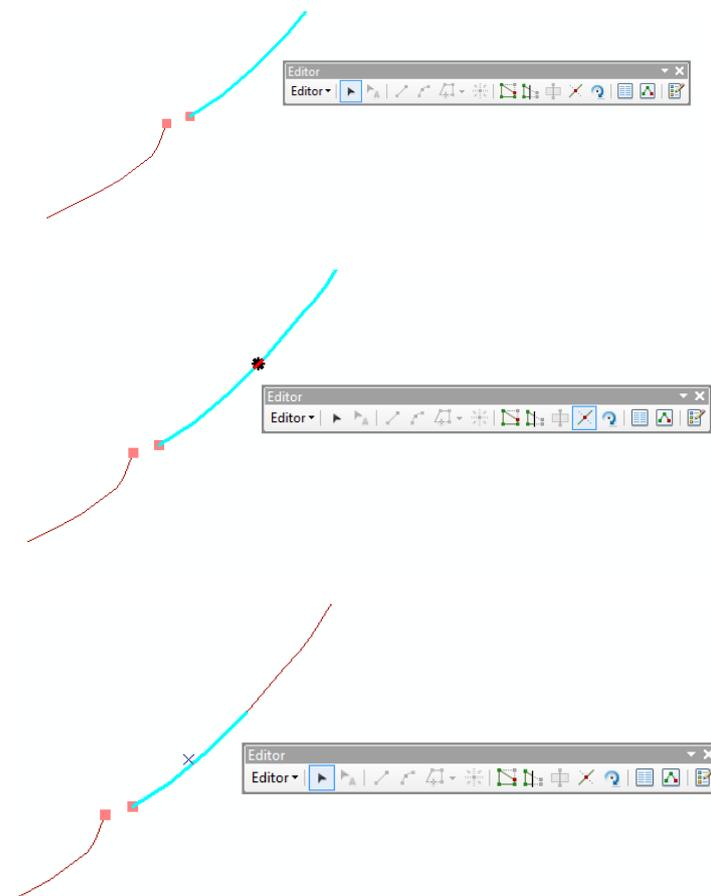
- Abra a caixa de edição da layer **topo\_2529**, **Editor** → **Options** → na aba **General** → habilite **"Stretch geometry proportionately when moving a vertex"** → **OK**.



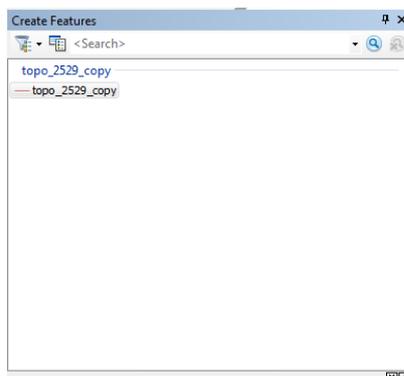
- g) Confira na barra de edição se no campo **Task** está selecionado “**Create new feature**” e em **Target, topo\_2529**. Caso o campo **Target** ou **Task** não esteja aparecendo na barra de ferramentas Editor, você deve adiciona-la para facilitar o trabalho.
- h) Observe o exemplo a seguir e opte por uma das sugestões para a edição destes segmentos. A escolha de qual será a melhor delas depende da facilidade de manuseio das ferramentas de edição pelo usuário e de qual caminho proporcionará a melhor união para o tipo de nós soltos.

### Opção 1:

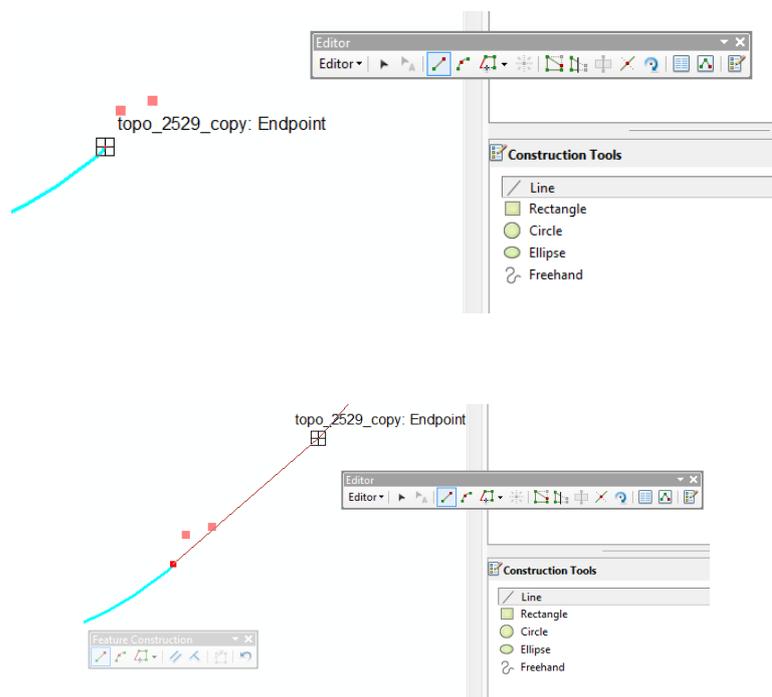
**Edit Tool**  → Clique sobre o segmento com desvio → **Split Tool**  → Corte o segmento → Em seguida apague o segmento cortado.



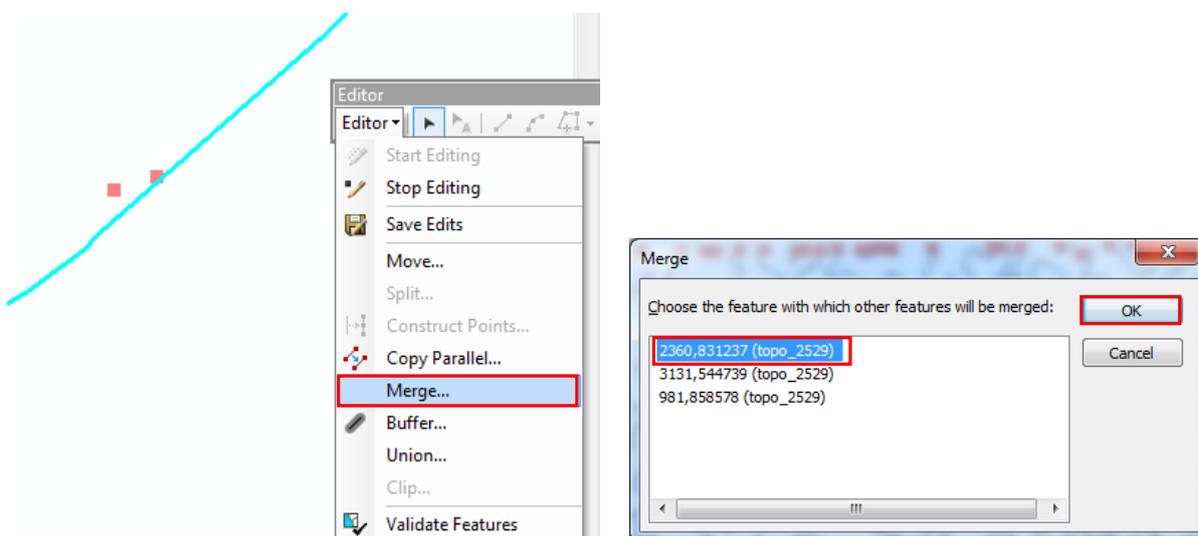
Agora, habilite a janela **Sketch properties**  e **Create features** .



Na janela **Construction tools**, marque **Line**. Clique sobre a extremidade do segmento e leve-o até a outra ponta fechando o polígono. Dê duplo clique para fechar a linha.



Para finalizar a edição, selecione os 3 segmentos, clique em **Editor** → **Merge** → **OK**.

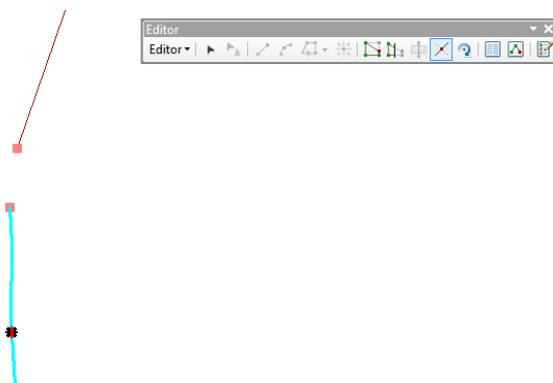


Se todos os segmentos tiverem se tornado apenas um, com um único clique sobre qualquer parte dos segmentos, toda a feição será selecionada. Salve a edição em **Editor** → **Save Edits**.

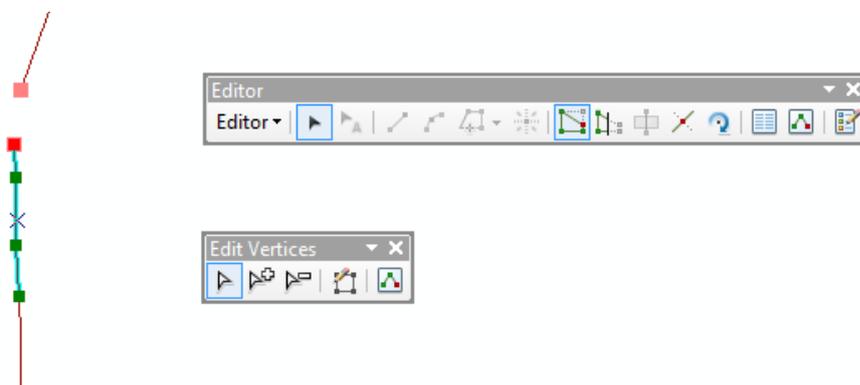
Refaça esse procedimento para os demais nós soltos no interior da carta.

**Opcão 2:**

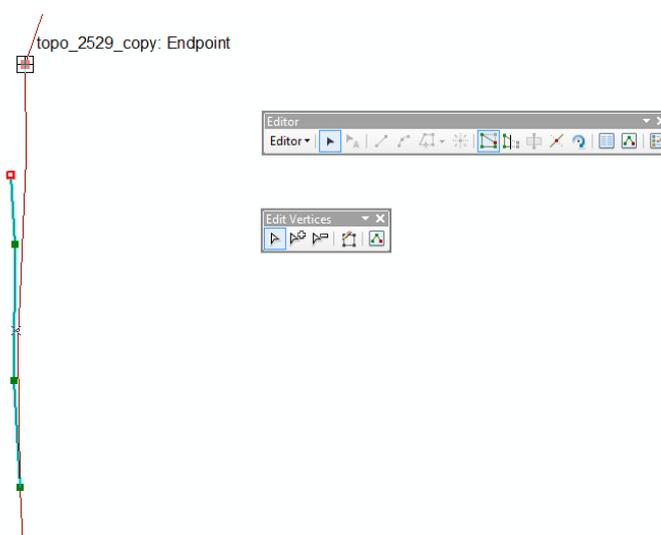
**Edit Tool** → Clique sobre o segmento com desvio → **Split Tool** → Corte o segmento, mas não o apague.



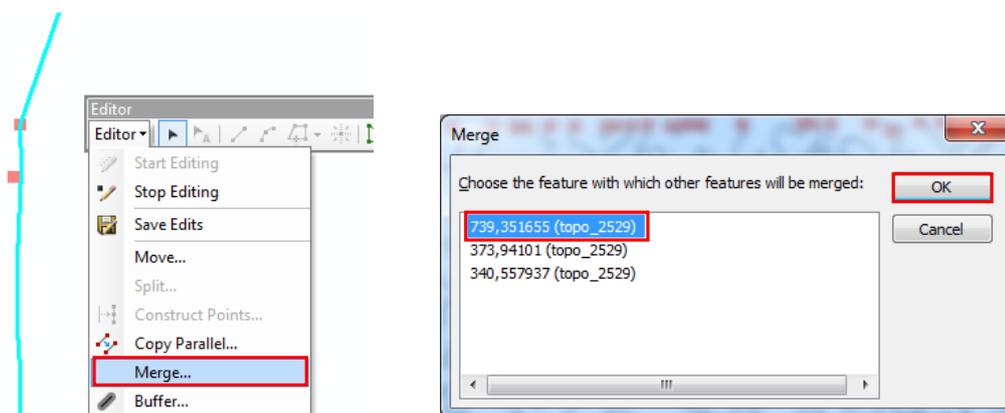
Com as ferramentas **Edit Tool** → Duplo clique no segmento cortado, até aparecer subdivisões dos vértices que o compõe. Ou use o comando **Edit vértices**.



Este trecho de segmento cortado será aproveitado para ligar as duas extremidades. Desta forma, leve o cursor até o quadrado vermelho da extremidade do segmento até ele se transformar num quadrado com uma seta em cada lado → com um clique, arraste todo o segmento até a extremidade do outro segmento até que apareça a mensagem **topo\_2529\_copy: Endpoint** → dê um duplo clique para finalizar o segmento.



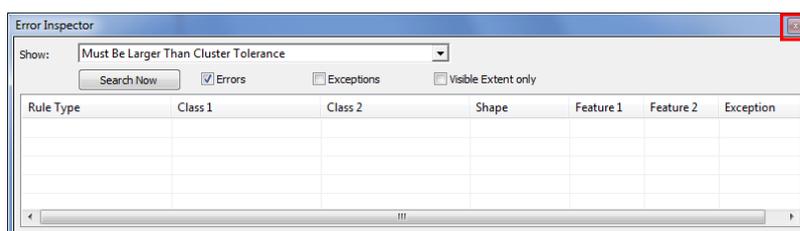
Agora, vamos juntar os três segmentos, usando o comando **Merge**. Com o **Edit Tool** → Selecione estes três segmentos → **Editor** → **Merge** → **OK**.



Se todos os segmentos tiverem se tornado apenas um, com um único clique sobre qualquer parte dos segmentos, toda a feição será selecionada. Salve a edição em **Editor** → **Save Edits**.

Edite todos os segmentos que estiverem indicados como nós soltos na regra **Must not Have Dangles**. Escolha o melhor método dos apresentados para executar estas correções. Outras instruções de edição que podem ser consultadas no **Help do ArcGIS**.

39. Após realizar todas verificações e corrigir os erros encontrados pelas regras aplicadas, pode-se fechar a janela **Error Inspector**.



Para conferir se todos os erros foram corrigidos, vamos revalidar a topografia com as novas alterações.

40. Na barra de ferramentas **Editor**, clique na opção **Start Editing**.
41. Na barra de ferramentas **Topology**, clique na ferramenta **Validate Topology In Specified Area** .
42. Novamente na barra de ferramentas **Topology**, clique na ferramenta **Validate Topology In Current Extent** .
43. Refaça todo o processo de inspeção dos erros em **Error Inspector**. Edite os erros que permanecerem e salve as alterações.

Execute esse processo de revalidação da topologia e inspeção das regras até verificar que não há mais erros a serem corrigidos. É necessário repetir esta etapa porque pode haver erros que não foram identificados na primeira inspeção.



Visto que não há mais erros a serem corrigidos nas curvas de nível vetorizadas, é preciso salvar todas as alterações de edição.

44. Na barra de ferramentas **Editor**, no menu **Editor**, clique na opção **Stop Editing**.
45. Na caixa de mensagem **Save** clique no botão **Sim**.
46. Feche o documento do ArcMap.

A topologia criada não será mais necessária podendo ser apagada da geodatabase.

47. No ArcCatalog siga os procedimentos abaixo:

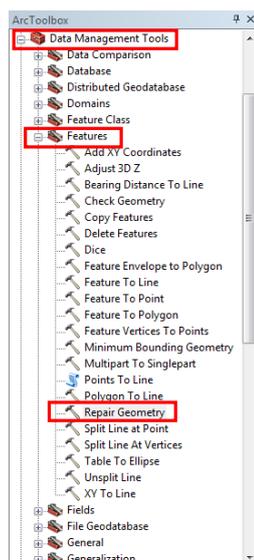
**bd\_2529.gdb → Dados → Clique com o botão direito do mouse em  
Dados\_Topology → Delete → Sim**

Observe que este procedimento exclui a topologia gerada, mas não os dados que a geraram. Deste modo, todas as alterações feitas em **topo\_2529** foram salvas e mantidas.

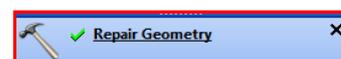
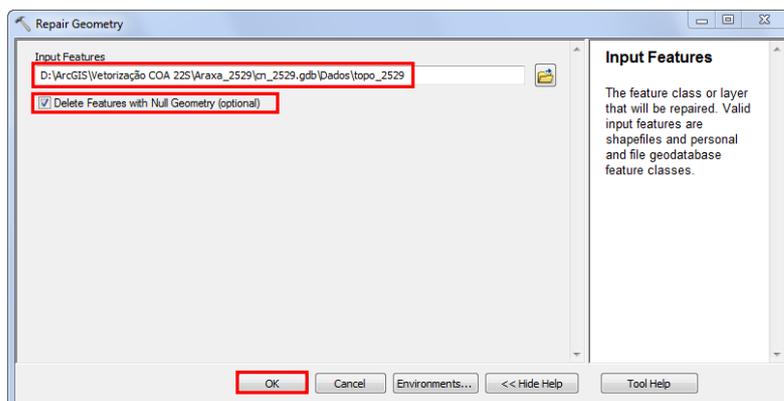
Mesmo com estas edições, podem restar segmentos indesejáveis que não tenham sido detectados pelo processo de edição no modo de topologia. Para refinar a edição, vamos optar pelo comando que apaga as feições indesejadas na geometria dos dados.

48. Dentro do ArcMap ou ArcCatalog, executar:

**ArcToolbox → Data Management Tools → Features → Repair Geometry**



49. No campo **Input Features** → adicionar **topo\_2529** → Marque a caixa **Delete features with null geometry** → **OK**.



# Capítulo 9

## Adicionando os Valores das Cotas às Curvas de Nível

## ADICIONANDO OS VALORES DAS COTAS ÀS CURVAS DE NÍVEL

Para adicionar o valor das cotas às curvas de nível, com o método manual, é preciso adicionar os valores referentes a cada curva na Tabela de Atributos em uma coluna específica para as cotas. Para isto, podemos assinalar cada curva de nível individualmente utilizando as ferramentas existentes no ArcMap.

### OBSERVAÇÕES IMPORTANTES

Devemos observar a situação das linhas de curva de nível. Podemos observar que uma curva de nível pode se estender por um caminho longo ou curto ao longo da malha.



Para que não ocorram erros no assinalamento das cotas, ao seleccionar uma curva de nível na malha, devemos verificar a continuidade da linha.



Nas figuras apresentadas anteriormente, temos uma malha com uma curva de nível descontínua.

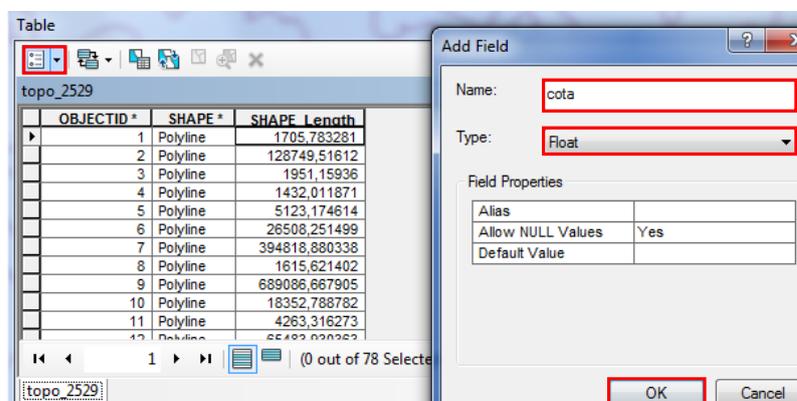
Estes erros são decorrentes de alguma falha na vetorização automática e posteriormente de alguma linha que não foi corrigida durante o processo de edição das linhas vetorizadas mencionados no capítulo anterior.

No caso, se assinalarmos uma linha desconectada, apenas o trecho selecionado e devidamente cotado receberá o valor, deixando o restante da linha que não foi selecionada, sem valores de cota.

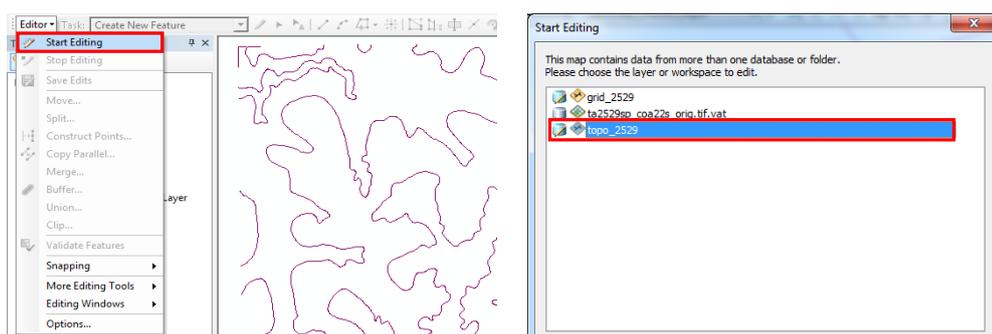
Desta forma, durante o processo de assinalamento manual, devemos observar a continuidade da linha e corrigir os erros ligando as pontas dos vetores, conforme descrito no capítulo anterior, a fim de evitar erros.

## ASSINALAMENTO INDIVIDUALIZADO DE COTAS ÀS CURVAS DE NÍVEL

1. Clique sobre o botão **Add Data** na barra de ferramentas **Standard**.
2. Clique na **seta amarela** e vá para o sub-diretório **C:\BD\_ArcScan\laraxa\_2529\_cap09\bd\_2529.gdb\dados**.
3. Na caixa de diálogo **Add Data**, selecione os arquivos **grid** e **topo\_2529**.
4. Clique no botão **Add**.
5. Novamente, clique na **seta amarela** e vá para o sub-diretório **C:\BD\_ArcScan\laraxa\_2529\_cap09\raster**.
6. Na caixa de diálogo **Add Data**, selecione o arquivo **ta2529sp\_coa22s\_orig.tif**.
7. Clique no botão **Add**.
8. Na **Tabela de Atributos**, clique com o **botão direito do mouse** sobre a classe de feição **topo\_2529** e, na janela de menu rápido, clique na opção **Open Attribute Table**.
9. Na janela **Table**, clique sobre o dropdown **Table Options** e, na janela de menu rápido, clique na opção **Add Field**.
10. Na caixa de diálogo **Add Field**, na caixa de entrada da opção **Name**, digite **Cota**.
11. No dropdown da opção **Type**, escolha **Float**.
12. Clique no botão **OK**.



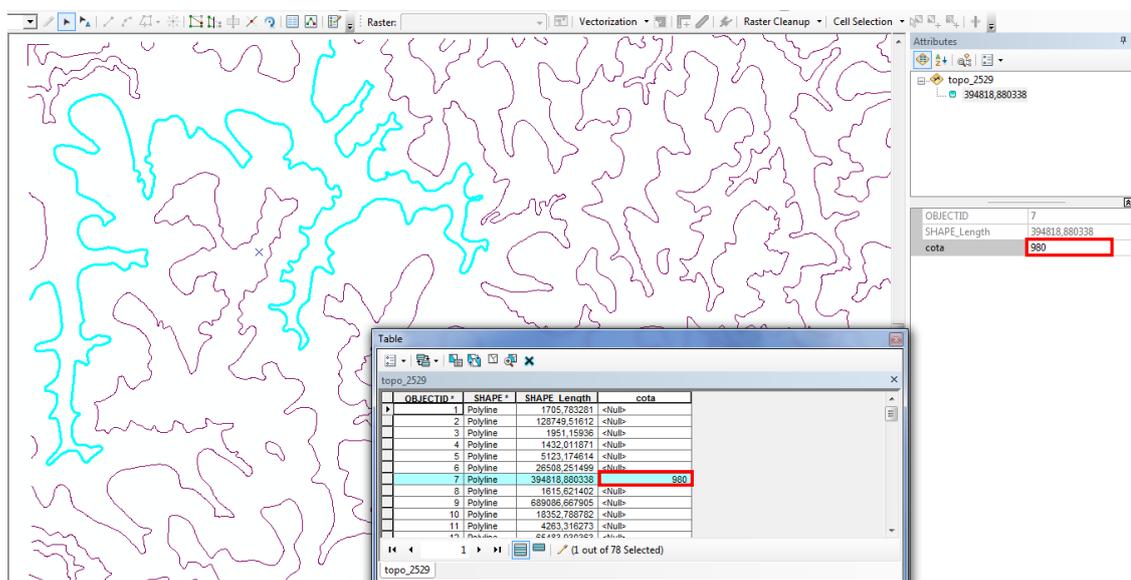
13. Na barra de ferramentas **Editor**, no menu **Editor**, clique na opção **Start Editing**.
14. Na caixa de diálogo **Start Editing**, selecione a layer **topo\_2529**.
15. Clique no botão **OK**.



16. Na barra de ferramentas **Editor**, clique na opção **Snapping** e, posteriormente, na opção **Snapping toolbar**.
17. Na barra de ferramentas **Snapping**, ative as ferramentas **End Snapping** e **Edge Snapping**.



18. Agora, observando o valor da cota presente no raster **ta2529sp\_coa22s\_orig.tif**, marcar a linha referente ao valor da cota e assinalar o mesmo dentro dos atributos. Para isso, selecionaremos a linha referente a cota em questão com a ferramenta **Edit tool**, e na janela **Attributes** adicionar o valor na linha cota. Este valor também pode ser adicionado diretamente na Tabela de Atributos.



Este procedimento deve ser repetido para todas as linhas.

# **Referências Bibliográficas**

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARONOFF, S. **Geographical information system: a management perspective**. Ottawa: WDL Publications, 1991.
- ASPIAZÚ, C.; BRITES, R. S. SIGs. **Sistemas de informações geográficas: conceituação e importância**. Viçosa: UFV/SIF. 29p. 1989. (Boletim técnico, 2).
- ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistema de informações geográficas. Aplicações na agricultura**. Brasília, DF: Embrapa – SPI, 2 ed. 1998.
- CHILDS, C.; KABOT, G.; MURAD-AL-SHAikh, M. **Working with ArcGIS Spatial Analyst**. ESRI 2004.
- ESRI. **Arquitetura do ArcGIS® 10.3.1**. Disponível em: <http://www.esri.com> . Acesso em: 15 Set. de 2015.
- FELGUEIRAS, C. A. **Desenvolvimento de um sistema de modelagem digital de terreno para microcomputadores**. São José dos Campos: INPE, 1987. 243P. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 1987.
- FERREIRA, C. C. M. **Zoneamento agroclimático para implantação de sistemas agroflorestais com eucaliptos, em Minas Gerais**. Viçosa: UVF. 158p. 1997.
- FISHER, P. F.; LINDENBERG, R. On distinctions among Cartography, Remote Sensing, and Geographic Information Systems. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, 55 (10): p. 1431-1434. Reviews definitions of each of the three and shows how the disciplines are interrelated. 1989.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Governo Brasileiro. 2014. Disponível em: [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br). Acesso em outubro de 2015.
- MENDES, C. A. B. **Planejamento nacional de recursos hídricos baseado no uso de técnicas de geoprocessamento**. Porto Alegre: [s.n]. 9p. 1997.
- MENEGUETTE, A. A. C. **Curso Virtual de Cartografia e SIG**. Presidente Prudente: Unesp. 2001. Disponível em: <<http://www.multimidia.prudente.unesp.br/cartosig/index.html>>. Acesso em Julho de 2007.
- MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Comissão de Cartografia**. Ministério de Ciência e Tecnologia. Brasília, DF. 1986.
- RHIND, D. W. **Personality as a factor in the development of a discipline: the example of computer-assisted cartography**. *American Cartographer* 15: 277 – 90.
- SILVA, A. B. **Sistemas de Informações Geo-referenciadas: conceitos e fundamentos**. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 1999.
- SINTON, D. **The inherent structure of information as a constraint to analysis: mapped thematic data as a case study**. *Havard Papers on Geographic Information Systems*, vol. 7, G. Dutton (ed.), Addison Wesley, Reading, MA, 1978.
- STAR, J. L.; ESTES, J. E. **Geographic information systems: An introduction, Prentice Hall. A comprehensive text on GIS, with excellent treatment of raster systems**. 1990.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS COMPLEMENTARES DE LIVROS DISPONIBILIZADAS NO PORTAL MUNDO DA GEOMÁTICA

- LOUZADA, F. L. R. O.; SANTOS, A. R.; SILVA, A. G.; COELHO, A. L. N.; EUGENIO, F. C.; SAITO, N. S.; PELUZIO, T. M. O.; TULER, T. O.; TEBALDI, A. L. C.; GARCIA, G. O. **Delimitação de Corredores Ecológicos no ArcGIS 9.3**. 1. ed. Alegre, ES: CAUFES, 2010. v. 1. 50p.
- PELUZIO, T. M. O.; SANTOS, A. R.; FIEDLER, N. C.; COELHO, A. L. N.; EUGENIO, F. C.; LOUZADA, F. L. R. O.; SAITO, N. S.; FERRARI, J. L.; QUARTO JUNIOR, P. **Mapeamento de Áreas de Preservação Permanente no ArcGIS 9.3**. 1. ed. Alegre: CAUFES, 2010. v. 1. 58p.
- RIBEIRO, C. A. A. S. et al. **ArcGIS 10.3.1: ArcScan e Aplicações na Preparação de Base de Dados: Manual Técnico Passo a Passo**. – 1. ed. Alegre, ES: CAUFES, 2015. v. 1. 110p.

- SANTOS, A. R. (Org.); PELUZIO, J. B. E. (Org.); PELUZIO, T. M. O. (Org.); SANTOS, G. M. A. D. A. (Org.). **Geotecnologias Aplicadas aos Recursos Florestais**. 1. ed. Alegre, ES: CAUFES, 2012. v. 1. 249p.
- SANTOS, A. R. **ArcGIS 9.1 Total: Aplicações Para Dados Espaciais**. Vitória: FUNDAGRES, 2007. v. 01. 226p.
- SANTOS, A. R.; EUGENIO, F. C.; RIBEIRO, C. A. A. S.; SOARES, V. P.; MOREIRA, M. A.; SANTOS, G. M. A. D. A. **ARCGIS 10.2.2 Passo a Passo: Elaborando Meu Primeiro Mapeamento - Volume 1**. 1. ed. Alegre: CAUFES, 2014. v. 1. 53p.
- SANTOS, A. R.; EUGENIO, F. C.; SOARES, V. P.; MOREIRA, M. A.; RIBEIRO, C. A. A. S.; BARROS, K. O. **Sensoriamento Remoto no ArcGIS 10.2.2 Passo a Passo: Processamento de Imagens Orbitais Volume 1**. 1. ed. Alegre, ES: CAUFES, 2014. v. 1. 107p.
- SANTOS, A. R.; LOUZADA, F. L. R. O.; EUGENIO, F. C. **ArcGIS 9.3 Total: Aplicações para Dados Espaciais**. 2. ed. Alegre, ES: CAUFES, 2010. v. 1. 184p.
- SANTOS, A. R.; MORAIS, A. C. **Geomática & Análise Ambiental: Aplicações Práticas**. 1. ed. Vitória: EDUFES, 2007. v. 500. 182p.
- SANTOS, A. R.; PELUZIO, T. M. O.; EUGENIO, F. C.; RIBEIRO, C. A. A. S.; SOARES, V. P.; MOREIRA, M. A.; SANTOS, G. M. A. D. A. **ARCGIS 10.2.2 Passo a Passo: Fotointerpretação e Edição de Dados Espaciais -Volume 2**. 1. ed. Alegre: CAUFES, 2014. v. 1. 84p.
- SANTOS, A. R.; PELUZIO, T. M. O.; SAITO, N. S. **Spring 5.1.2 Passo a Passo: Aplicações Práticas**. 1. ed. Alegre, ES: CAUFES, 2010. v. 1. 153p.
- SANTOS, A. R.; PELUZIO, T. M. O.; SAITO, N. S.; SILVA, K. G.; TULER, T. O.; GARCIA, G. O.; SEDIYAMA, G. C.; MATTOS, A. T.; OLIVEIRA, P. T. A. **Ad'água 2.0 Sistema Para Simulação da Autodepuração de Cursos D'água: Manual do Usuário**. 1. ed. Alegre, ES: CAUFES, 2010. v. 1. 31p.
- SANTOS, A. R.; TULLI, L. A.; ALMEIDA, A. Q. **Atlas das áreas com potencial de riscos do Estado do Espírito Santo - ARES**. Vitória: BIOS, 2006. v. 01. 125p.
- SANTOS, A. R. et al. **Geotecnologias & análise ambiental: aplicações práticas**. – 1. ed. Alegre, ES: CAUFES, 2015. v. 1. 230p.
- SANTOS, A. R. et al. **Geotecnologias & análise ambiental: aplicações práticas**. – 1. ed. Alegre, ES: CAUFES, 2015. v. 1. 230p.
- SANTOS, A. R. et al. **Zoneamento Agroclimático no ArcGIS 10.3.1 Passo a Passo**. – 1. ed. Alegre, ES: CAUFES, 2015. v. 1. 58p.

# Anexos

# **Anexo A**

## **Erro RMS – Root Mean Square**

## ERRO RMS – ROOT MEAN SQUARE

A quantificação do erro operacional é feita utilizando o erro médio quadrático (*Root Mean Square – RMS*) no eixo das ordenadas e das abscissas e, por fim, o cálculo do RMS total será representado graficamente como a hipotenusa de um triângulo retângulo. A Figura 1A apresenta um polígono capturado, a representação gráfica do RMS e suas expressões matemáticas. O RMS permitido pode ser calculado segundo três perspectivas diferentes:

- Escala do mapa;
- Probabilidade de erro de um objetivo a ser alcançado; e
- Produto final esperado.

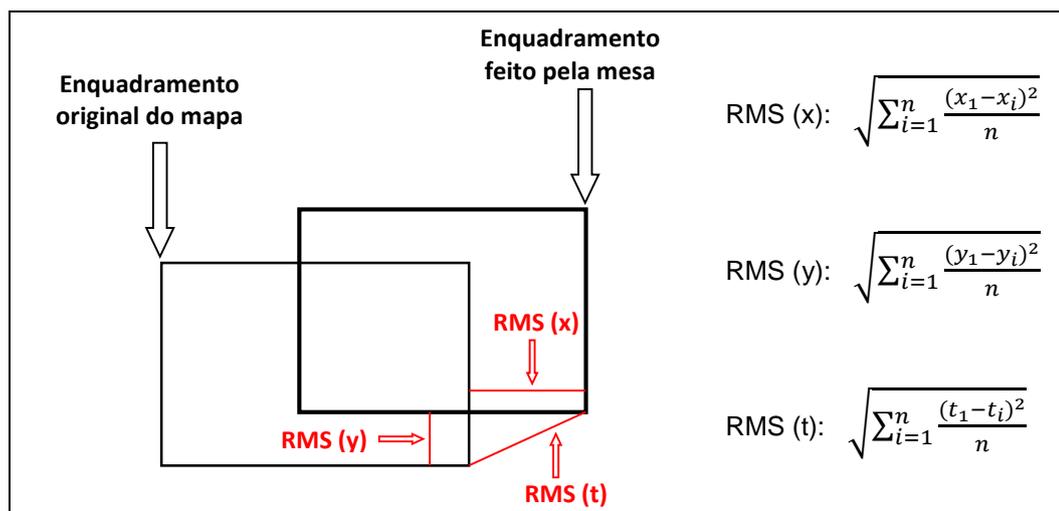


Figura 1A. Representação gráfica do RMS e suas expressões matemáticas.

Com relação à escala do mapa, em 1947, a *United States National Map Accuracy Standards (USNMAS)* – Padrões de acurácia em mapas nacionais dos Estados Unidos – determinou que os mapas não deverão ter mais do que 10% de pontos testados, ou de verificação, com erros em faixas maiores que 1/30 polegadas em torno dos pontos verdadeiros, para mapas com escalas 1:20.000 ou menores (1:25.000), e em mapas com escalas maiores do que 1:20.000, por exemplo, 1:50.000, não deverão ter mais do que 10% de pontos testados com erros em faixas maiores que 1/50 polegadas em torno dos pontos verdadeiros.

Atualmente, em virtude da formidável mudança nas técnicas de coleta de dados, é aqui sugerido que as faixas correspondam a 1/50 polegadas para mapas com escalas 1:20.000 ou menores e 1/60 polegadas para mapas com escalas maiores que 1:20.000. A conversão para padrões de acurácia é feita baseada em estatística. O RMS permitido requer que 90% de erros acidentais não devem ser maiores que 1,64% do RMS calculado, isto é, 1,64 desvios padrões, assumindo uma distribuição normal dos erros.

Por exemplo, se nós tivermos um mapa com escala de 1:15.000, o erro aceitável ou RMS permitido será o erro aceitável multiplicado pela conversão da escala, multiplicado pela conversão da unidade, dividido por 1,64, ou seja:

$$\frac{\frac{1}{50} \text{ pol} * 15.000 * 0.0254 \frac{\text{m}}{\text{pol}}}{1.64} = 4.64 \text{ m}$$

Para mapa com escala de 1:25.000, o RMS permitido ou o erro aceitável será:

$$\frac{\frac{1}{60} \text{ pol} * 25.000 * 0.0254 \frac{\text{m}}{\text{pol}}}{1.64} = 6.45 \text{ m}$$

Mais informações podem ser obtidas através do decreto-lei “PEC – Padrão de Exatidão Cartográfica”, nº 89.817 de 20 de junho de 1984 que estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Brasileira através de procedimentos e padrões a serem obedecidos na elaboração e apresentação de documentos cartográficos no Território Brasileiro. Um dos procedimentos a ser seguido é em relação à exatidão: as cartas devem obedecer ao Padrão de Exatidão Cartográfico - PEC, segundo o critério abaixo indicado:

- 1) Noventa por cento dos pontos bem definidos numa carta, quando testados no terreno, não deverão apresentar erro superior ao Padrão de Exatidão Cartográfico - Planimétrico, estabelecido; e
- 2) Noventa por cento dos pontos isolados de altitude, obtidos por interpolação de curvas de nível, quando testados no terreno, não deverão apresentar erro superior ao Padrão de Exatidão Cartográfico - Altimétrico, estabelecido.

Padrão de Exatidão Cartográfico é um indicador estatístico de dispersão, relativo a 90% de probabilidade, que define a exatidão de trabalhos cartográficos. A probabilidade de 90% corresponde a 1,6449 vezes o Erro Padrão - PEC. O Erro-Padrão isolado num trabalho cartográfico, não ultrapassará 60,8% do Padrão de Exatidão Cartográfico. As cartas, segundo sua exatidão, são classificadas nas Classes A, B e C, segundo os critérios apresentados no Quadro 1A:

Quadro 1A. Classificação das cartas segundo sua exatidão

Carta	PEC Planimétrico	Erro Padrão	PEC Altimétrico	Erro Padrão
<b>Classe A</b>	0,5 mm x Escala	0,3 mm x Escala	1/2 equidistância	1/3 da equidistância
<b>Classe B</b>	0,8 mm x Escala	0,5 mm x Escala	3/5 equidistância	2/5 da equidistância
<b>Classe C</b>	1,0 mm x Escala	0,6 mm x Escala	3/4 equidistância	1/2 da equidistância

Fonte: Decreto Lei 89.817, 1984.

# **Anexo B**

## **Conceitos: Topografia e Linha Mestra**

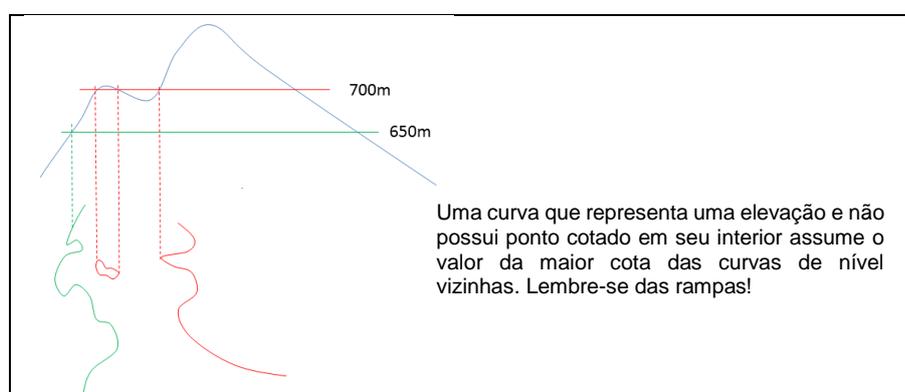
## CONCEITOS: TOPOGRAFIA E LINHA MESTRA

Neste ponto, daremos alguns conceitos para que não ocorram erros no processo de adição de cotas nas curvas de nível.

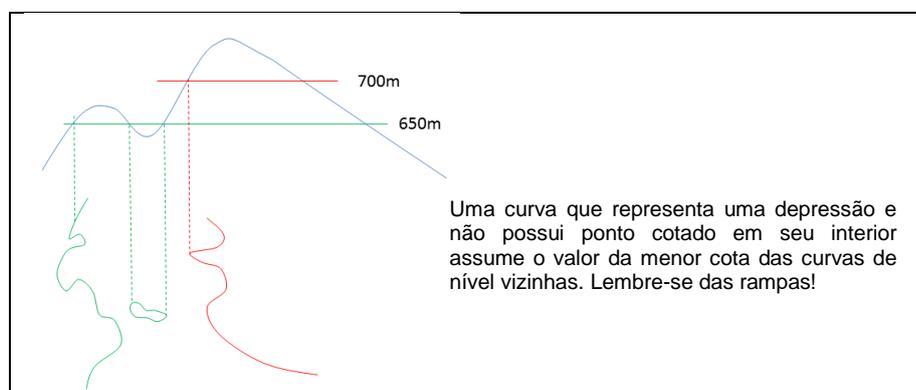
Para adicionar os valores correspondentes às curvas de nível, alguns procedimentos são importantes e auxiliam no correto assinalamento das cotas. Ademais, trabalhar com curvas de nível é um trabalho que exige atenção e concentração por parte do operador. Uma forma de tornar esta etapa menos automatizada e compreender corretamente como as curvas representam um relevo é tentar interpretá-las considerando que entre duas curvas de nível é representada uma rampa.

Abaixo seguem algumas observações que podem otimizar o processo, principalmente para os usuários que não estejam familiarizados a interpretar curvas de nível.

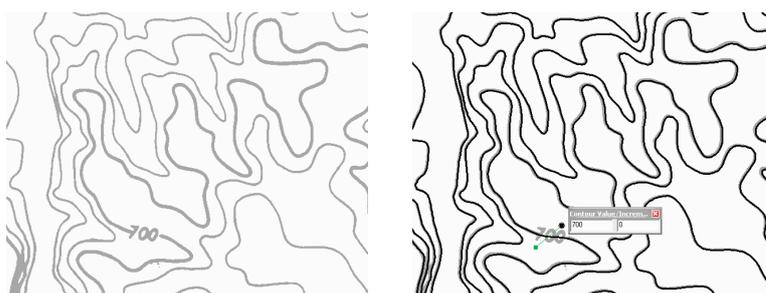
### a) Representação de uma elevação:



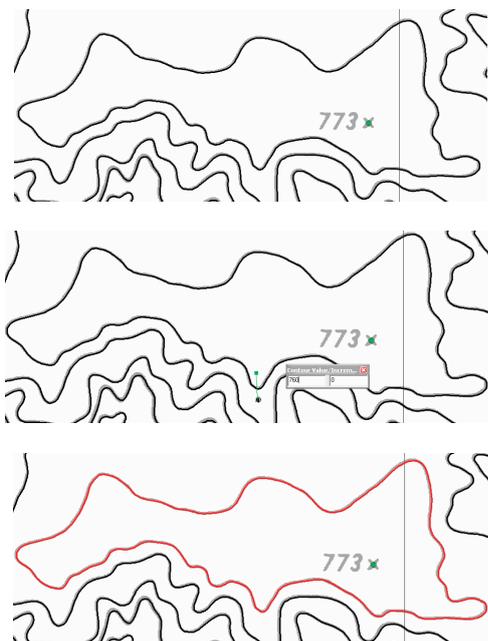
### b) Representação de uma depressão:



- c) As curvas mestras apresentam os valores das suas respectivas cotas. Observe no raster que elas são representadas por linhas mais espessas. Comece a edição assinalando as cotas destas curvas antes de editar as demais.

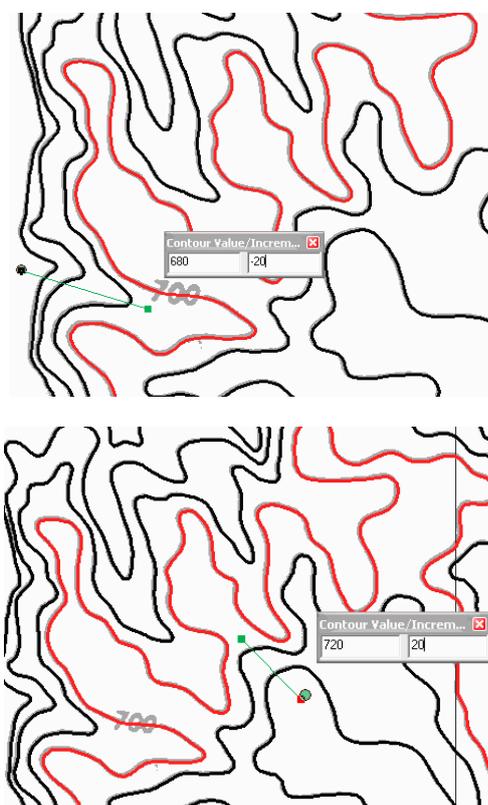


- d) Após assinalar os valores das curvas mestras, assinale os valores das curvas de nível que contém um ponto cotado em seu interior. O valor destas curvas é primeiro múltiplo inferior ao valor do ponto cotado. Por exemplo: se uma carta tem a equidistância de 20 m para suas curvas e um ponto cotado tem o valor 734, a curva que o circunda tem o valor 720.



- e) Lembre-se que as curvas de nível mais fechadas representam pontos mais elevados no relevo e, quanto mais “externa” a curva, menor o valor da sua cota. Assinalados os valores das cotas das curvas mestras e das curvas que circundam pontos cotados, use-os como referência para assinalar as demais cotas das curvas internas ou externas a estas, respeitando sua equidistância.

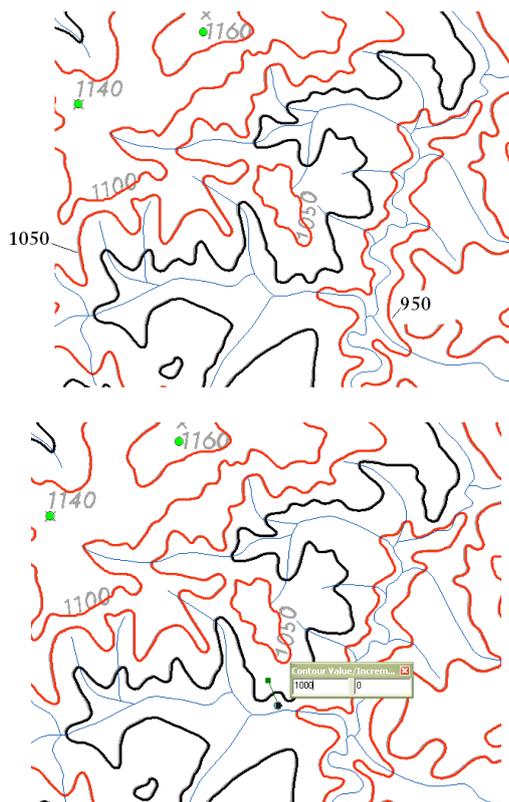
Curvas externas à curva mestra:



- f) A atribuição das cotas não representadas no raster das curvas de nível torna-se mais fácil quando adicionamos a hidrografia.

Observe a situação abaixo. A curva em preto não possui cota atribuída no raster. Entretanto, sabemos que a hidrografia respeita o sentido de declividade do relevo, dos pontos mais elevados para os menos elevados. A curva externa a ela possui cota 1050, pois havia sido atribuída anteriormente em outro ponto da carta onde ela estava identificada como tal. Semelhantemente, a curva interior a ela possui cota 950.

Se o rio corre do ponto mais alto para o mais baixo e a curva preta situa-se entre um ponto mais alto e um mais baixo na rampa e, considerando-se também a equidistância de 50m entre as curvas, logo ela possui um múltiplo que é ao mesmo tempo inferior a 1050 e superior a 950. Logo, ela equivale a 1000. Faz sentido o rio escoar da rampa de 1050, passando pela de 1000 e chegando ao nível de 950!



# **Anexo C**

## **Especificações Técnicas do IBGE**

## ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DO IBGE

- 1) **Objeto:** vetorização de cartas do mapeamento topográfico sistemático, nas escalas 1:25.000, 1:50.000, 1:100.000 e/ou 1:250.000.
- 2) **Fonte de dados:** arquivos raster editados e georreferenciados conforme o sistema de projeção e o datum horizontal de cada carta topográfica, correspondentes aos fotolitos (ou originais de restituição/compilação/gravação) das cartas do mapeamento topográfico sistemático, nas escalas 1:25.000, 1:50.000, 1:100.000 e/ou 1:250.000.
- 3) **Georreferenciamento dos arquivos:** o processo de vetorização não pode alterar os parâmetros relativos ao sistema de projeção e ao datum horizontal do sistema geodésico utilizados no georreferenciamento dos arquivos raster, executado pelo IBGE.
- 4) **Processo de vetorização:** pode ser utilizado o processo automático, bem como o processo semi-automático.
- 5) **Arquivos vetoriais:** as unidades de trabalho devem ser as seguintes:
  - master units = km
  - sub units = m
  - m por km = 1.000
  - positional units por m = 10
- 6) **Categorias de informação:** para cada carta topográfica, devem ser gerados 8 arquivos vetoriais, correspondendo às seguintes categorias de informação:
  - hidrografia (hd)
  - hipsografia (hp)
  - sistema viário (sv).
  - localidade (lc).
  - obra e edificação (oe).
  - ponto de referência (pr).
  - limite (lm).
  - vegetação (vg).
  - topografia (sp)
- 7) **Elementos cartográficos:** cada arquivo vetorial deve armazenar os elementos cartográficos, conforme as especificações relacionadas na Tabela de Elementos, da Mapoteca Topográfica Digital (MTD), do IBGE.
- 8) **Nome dos arquivos:** cada arquivo raster deve ter como nome o número no Mapa Índice do IBGE, seguido da combinação de letras que definem a cor que o original recebe no processo de impressão da carta topográfica. Consultar o documento "Organização e Estruturação de Arquivos".
- 9) **Separação de cores dos elementos:** Na face fosca do fotoplástico, isto é, a que recebeu uma camada apropriada, os elementos do original cartográfico transportados são abertos ou gravados através dos carrinhos de gravação. Retirada essa camada, os elementos gravados permitirão a passagem de luz, funcionando como um negativo.

Para as folhas topográficas são produzidos três fotoplásticos, um para cada tipo de representação correspondentes às cores:

- Azul - elementos hidrográficos
- Preto - moldura, quadriculados, sistemas viários, limites, etc.
- Sépia - curvas de nível

No fotoplástico (scribe-coat) são executadas as representações com traço, isto é, somente linhas são gravadas. Para representação de áreas é usado um outro tipo de plástico estável no qual se acha aderida uma leve película opaca, facilmente removível, conhecido como peel-coat.

A película, ao redor dos elementos, é cortada e levantada, ficando transparente.

Azul - para representar as massas d'água;  
 Vermelho - para representar estradas e áreas edificadas; e  
 Verde - Para representar a vegetação.

Com os fotoplásticos (scribe-coats) e peel-coats é gerada em laboratório, a chamada primeira prova química, que reproduz todos os elementos já em sua cor definitiva.

- 10) **Estrutura dos projetos:** cada projeto está relacionado a uma escala do mapeamento topográfico sistemático. Consultar o documento "Organização e Estruturação de Arquivos".
- 11) **Organização dos diretórios:** consultar o documento "Organização e Estruturação de Arquivos - IBGE".
- 12) **Biblioteca de fontes:** toda a toponímia deve estar referenciada ao arquivo fornecido pelo IBGE.
- 13) **Parâmetros de vetorização - filtro:** não deve ser utilizado nenhum valor para filtro de suavização (simplificação) de linhas. Selecionar a opção "None", para "Smooth Filter", no I/Geovec. Para outro programa de vetorização ou para eventual vetorização na tela do monitor (processo manual quando o I/Geovec não vetoriza automaticamente a linha), a distância máxima entre os vértices não deve exceder a metade do erro gráfico da carta topo-gráfica, exceto nos trechos retos que podem ser definidos por vértices espaçados por distâncias maiores. A tabela abaixo define as distâncias máximas toleradas para espaçamento entre os vértices das linhas.

ESCALAS TOLERÂNCIA	
1:25.000	2,5 metros
1:50.000	5 metros
1:100.000	10 metros
1:250.000	25 metros

- 14) **Conectividade:** todos os elementos do tipo linha que se interceptam no mesmo nível e na mesma categoria devem ser conectados através de nós. Para cada interseção de linhas deve ser inserido um nó para finalizar as linhas e conectá-las.
- 15) **Integridade dos elementos:** todos os elementos do tipo linha devem estar completos no arquivo vetorial, sem falhas, interrupções ou descontinuidades, mesmo que, no arquivo raster, estas linhas apareçam interrompidas, como é o caso, por exemplo, de algumas curvas de nível que, por impossibilidade de representação (relevo acentuado) ou para colocação de cotas, aparecem interrompidas na carta topográfica.
- 16) **Fechamento de polígonos:** todos os elementos do tipo área devem estar fechados, isto é, o nó final da linha que delimita cada polígono deve coincidir com o nó inicial. No caso de polígonos seccionados pela articulação de folhas do mapeamento topográfico sistemático, os mesmos deverão ter seus limites fechados por um tipo de linha especial denominado delimitador, existente em cada categoria de informação, o qual será coincidente com a linha de borda correspondente.
- 17) **Ligações externas:** todos os elementos do tipo linha que têm continuidade nas folhas adjacentes devem ser "ligados" (alinhados) aos elementos correspondentes nas folhas vizinhas, sem deslocamentos na junção das cartas. Os elementos do tipo área devem ser fechados na mesma folha por intermédio do elemento delimitador. No caso dos originais fonte da vetorização apresentarem descontinuidades ou deslocamentos superiores às tolerâncias, estas ocorrências deverão ser documentadas no formulário de controle da vetorização.
- 18) **Deslocamento dos elementos:** o deslocamento dos elementos do tipo linha e do tipo área em cada arquivo vetorial só é aceito quando não ultrapassa a largura (espessura) da linha raster. Este deslocamento é aferido pela superposição do arquivo vetorial com o correspondente raster.
- 19) **Elementos representados por "patterns" (adornos):** todos os elementos do tipo área que aparecem nos arquivos raster por meio de "patterns" (padrões de desenho ou adornos), devem ser vetorizados através de linhas fechadas que delimitam estes polígonos. Exemplo de áreas

representadas por "patterns": terrenos sujeitos à inundação, áreas de brejo ou pântano, áreas de mangue, etc..

- 20) **Elementos representados por 2 linhas paralelas:** todos os elementos representados por 2 linhas paralelas, como é o caso de algumas rodovias ou rios, devem ser vetorizados por uma única linha (linha de centro), seguindo a linha média, equidistante às 2 linhas paralelas do arquivo raster.
- 21) **Reticulado da projeção:** não deve ser vetorizado o reticulado da projeção UTM. Também não devem ser vetorizadas as cruzetas e/ou "tick marks" que possam constar nos arquivos raster.
- 22) **Cantos de folha:** não devem ser vetorizadas as linhas que representam as latitudes e longitudes. Apenas os 4 cantos que delimitam a área mapeada na carta topográfica devem ser vetorizados.

#### OUTROS COMENTÁRIOS:

É importante que o canto de folha seja vetorizado segundo um ângulo de 90°, já que serão associadas a cada canto de folha da carta topográfica, coordenadas E e N (sistema UTM), para efeito de georeferenciamento do arquivo vetorial, que será feito posteriormente pelo IBGE.

- 1) **Fundo de cor:** os elementos cartográficos do tipo área que aparecem nas cartas com fundo colorido não devem ser vetorizados com preenchimento de cor no seu interior. Os elementos do tipo área são definidos por linhas fechadas que delimitam o perímetro de cada área.
- 2) **Elementos do tipo texto:** as informações textuais (toponímia da carta) devem ser convertidas, de acordo com especificações fornecidas pelo IBGE, em níveis específicos definidos para cada categoria. Na tabela que especifica estes níveis, estes elementos estão classificados como Toponímia, seguido da abreviatura da categoria.

#### Exemplo:

Categoria Hidrografia -- Elemento: Toponímia-Hd;  
Categoria Hipsografia -- Elemento: Toponímia-Hp.

- 3) **Dados marginais:** nenhuma informação marginal deve ser vetorizada. Cada arquivo vetorial só armazena a informação constante no interior da área mapeada pela carta topográfica.
- 4) **Coincidência de elementos:** todos os elementos do tipo linha e do tipo área que coincidem total ou parcialmente devem ser tratados de acordo com as normas descritas no documento "Edição Vetorial para Superposição de Elementos - IBGE".

# **Anexo D**

## **Organização e Estruturação de Arquivos do IBGE**

## ORGANIZAÇÃO E ESTRUTURAÇÃO DE ARQUIVOS DO IBGE

- 1) Este documento orienta como devem ser identificados, organizados e estruturados os arquivos vetoriais relativos às cartas do Mapeamento Topográfico Sistemático, nas escalas 1:25.000, 1:50.000, 1:100.000 e 1:250.000.

ORGANIZAÇÃO DE DIRETÓRIOS	
1 <sup>o</sup>	= raiz
2 <sup>o</sup>	= diretório do mapeamento ( <b>escala da carta</b> ).
3 <sup>o</sup>	= diretório da carta ( <b>nome da carta</b> ).
4 <sup>o</sup>	= diretório da estrutura do dado ( <b>raster ou vetor</b> ).
5 <sup>o</sup>	= diretório dos arquivos de dados ( <b>nome dos arquivos</b> ).

ESTRUTURA DO MAPEAMENTO	
<b>Topo25</b>	cartas <b>topográficas</b> do mapeamento sistemático na escala 1:25.000
<b>Topo50</b>	cartas <b>topográficas</b> do mapeamento sistemático na escala 1:50.000
<b>Topo100</b>	cartas <b>topográficas</b> do mapeamento sistemático na escala 1:100.000
<b>Topo250</b>	cartas <b>topográficas</b> do mapeamento sistemático na escala 1:250.000

ESCALAS	MAPEAMENTO	DIRETÓRIOS
1:25.000	Topo25	c:\Topo25\
1:50.000	Topo50	c:\Topo50\
1:100.000	Topo100	c:\Topo100\
1:250.000	Topo250	c:\Topo250\

NOME DO DIRETÓRIO DA CARTA (NOME DA CARTA)
Não usar acentos agudos ou circunflexos.
Não usar til.
Não usar cedilha.
Não usar barras (/) (\).
Não usar espaços em branco.
Não abreviar o nome da carta topográfica.
Separar nomes por “_”.
Não usar outros símbolos para separar nomes.
Para as primeiras letras de cada nome usar MAIÚSCULAS.
Para as demais letras do nome usar MINÚSCULAS.

**NOTA:** Ao lado do nome da carta, sem espaços, deve ser colocado o número da carta no Mapa Índice. Desta forma, as cartas de mesmo nome, ficam identificadas pelo MI.

NOME DOS ARQUIVOS VETORIAIS				
VERSÃO DA MTD (1) + MI ou MIR (2) + CATEGORIA (3) + EXTENSÃO (4)				
(1)	(2)	(3)	.	(4)
COMPOSIÇÃO DO NOME DOS ARQUIVOS VETORIAIS				
(1)	Versão da MTD (IBGE)			2 dígitos
(2)	Número da carta no Mapa Índice			até 6 dígitos
(3)	Categoria da MTD			2 dígitos
(4)	Extensão			3 dígitos

**Nota:** Mapoteca Topográfica Digital – MTD

(1)	(2)	(3)	.	(4)
<b>(1) VERSÃO DA MTD</b>				
01	Desenvolvimento da MTD			
02	Desenvolvimento da MTD			
03	Versão de 1996 a 1998			
04	Versão Atual - a partir de agosto de 1999			

(1)	(2)	(3)	.	(4)
<b>(2) NÚMERO DA CARTA NO MAPA ÍNDICE (MI ou MIR)</b>				
ESCALA	QUANTIDADE DE DIGITOS			
1:250.000	3 dígitos (MIR)			
1:100.000	4 dígitos (MI)			
1:50.000	5 dígitos (MI)			
1:25.000	7 dígitos (MI)			

**NOTAS:**

MI = Mapa Índice. MIR = Mapa Índice Reduzido.

Preencher com zeros à esquerda até completar a quantidade de dígitos da escala.

Não utilizar o hífen como separador no MI das cartas 1:25.000 e 1:50.000.

Para representar os quadrantes NO, NE, SO e SE, das cartas 1:25.000, serão utilizadas as mesmas letras maiúsculas que identificam os quadrantes.

(1)	(2)	(3)	.	(4)
<b>(3) ABREVIATURAS DAS 10 CATEGORIAS DA MTD - VERSÃO 4</b>				
hd	Hidrografia			
hp	Hipsografia			
lm	Limite			
lc	Localidade			
o1	Obra e Edificação 1			
o2	Obra e Edificação 2			
o3	Obra e Edificação 3			
pr	Ponto de Referência			
st	Sistema de Transporte			
vg	Vegetação			

**NOTA:** No caso da rede cartográfica da projeção, a abreviatura utilizada será **rd** = rede.

(1)	(2)	(3)	.	(4)
<b>(4) EXTENSÃO DOS ARQUIVOS</b>				

<b>EXEMPLO 1</b>				
Escala = 1:250.000				
Nome da carta = Jataí				
Estrutura dos dados = Vetorial				
Versão da MTD = 03				
MIR = 421				
Categoria da MTD = Hidrografia				
Organização do diretório = d:\Topo250\Jatai421\vetor\03421hd.dgn				

**NOTA FINAL:**

Para aplicar os critérios definidos neste documento para as cartas **CIM** (**C**arta **I**nternacional do Mundo ao **M**ilionésimo), apenas uma alteração deve ser feita: substituir o **MI** pelo **Índice de Nomenclatura** da carta CIM. Todos os arquivos raster relativos aos fotolitos das cartas do Mapeamento Topográfico Sistemático são georreferenciados para vetorização segundo o Datum Horizontal do mapeamento original.

# **Anexo E**

**Livros Gratuitos para Download no  
Portal Mundo da Geomática**

## **LIVROS GRATUITOS PARA DOWNLOAD NO PORTAL MUNDO DA GEOMÁTICA**

É com grande satisfação que agradecemos seu interesse em ter adquirido este material bibliográfico. O propósito da equipe de pesquisa orientada pelo professor Dr. Alexandre Rosa dos Santos (coordenador do portal **MUNDO DA GEOMÁTICA**: [www.mundogeomatica.com.br](http://www.mundogeomatica.com.br)) é desenvolver livros e *softwares* com o objetivo de contribuir com o desenvolvimento acadêmico e profissional dos usuários de diferentes áreas do conhecimento, reforçando suas habilidades e competências.

Continuem acompanhando o portal **MUNDO DA GEOMÁTICA** diariamente com o propósito de adquirir novos lançamentos sempre de forma **GRATUITA** e obter novos conhecimentos no universo dos Sistemas de Informações Geográficas e Sensoriamento Remoto.

No Quadro 1E são apresentados os livros que podem ser obtidos gratuitamente no portal **MUNDO DA GEOMÁTICA**.

Quadro 1E. Livros gratuitos para *download* no portal MUNDO DA GEOMÁTICA

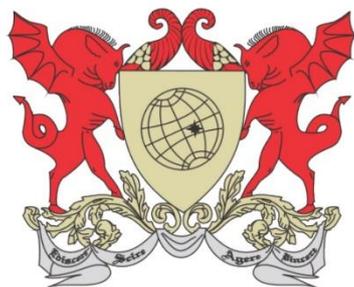
The grid contains the following book covers:

- ArcGIS 10**: ArcScan e aplicações na preparação de base de dados. Manual Técnico Passo a Passo.
- Geotecnologias & Análise Ambiental**: Aplicações Práticas.
- Zoneamento Agrolimítico**: Agrolimítico. Passo a Passo.
- Espacialização de Dados Meteorológicos**: no ArcGIS 10.3.
- Sensoriamento Remoto no ArcGIS 10.2.2**: PASSO A PASSO. 1. Processamento de Imagens Orbitais.
- ArcGIS 10.2.2**: PASSO A PASSO. 1. Elaborando Meu Primeiro Mapeamento.
- ArcGIS 10.2.2**: PASSO A PASSO. 2. Fotointerpretação e Edição de Dados Espaciais.
- GEOTECNOLOGIAS APLICADAS AOS RECURSOS FLORESTAIS**.
- ArcGIS 9.3**: TOTAL. Aplicação para Dados Espaciais.
- MAPEAMENTO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE** NO ARCGIS 9.3.
- DELIMITAÇÃO DE CORREDORES ECOLÓGICOS NO ARCGIS 9.3**.
- SPRING 5.1.2**: PASSO A PASSO. Aplicações práticas.
- AD'ÁGUA 2.0**: MANUAL DO USUÁRIO.
- ARES**: ATLAS DAS ÁREAS COM POTENCIAL DE RISCOS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO.
- GEOMÁTICA & ANÁLISE AMBIENTAL**: APLICAÇÕES PRÁTICAS.
- ArcGIS 9.1**: TOTAL. Aplicação para Dados Espaciais.

**PORTAL MUNDO DA GEOMÁTICA**  
<http://www.mundogeomatica.com.br>

# AUTORES

Carlos Antonio Alvares Soares Ribeiro (Autor principal)  
Cleverson Alves de Lima (Autor principal)  
Getulio Fonseca Domingues (Autor principal)  
Vanessa Mendes Lana (Autor principal)  
Sady Júnior Martins da Costa de Menezes (Autor principal)  
Alexandre Rosa dos Santos (Autor principal)  
Alexandre Simões Lorenzon  
Gleissy Mary Amaral Dino Alves dos Santos  
Gustavo Eduardo Marcatti  
Lucas Barbosa Poeiras Santos  
Nero Lemos Martins de Castro  
Thaísa Ribeiro Teixeira  
Vicente Paulo Soares



UFV



UFRRJ



UFES

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-856189074-2

