



Geoprocessamento para Estudos Ambientais com QGIS e ArcGIS

FERNANDO BASQUIROTO DE SOUZA

ENGENHEIRO AMBIENTAL

INSTITUTO ATTA DE INOVAÇÃO AMBIENTAL (ATTA.ENG.BR)

BLOG 2 ENGENHEIROS (2ENGENHEIROS.COM)

Introdução

Abra qualquer estudo de impacto ambiental e você encontrará um mapa. Mapas são utilizados para representar dados espaciais e são essenciais em Estudos de Impacto Ambiental (EIA), Estudos Ambientais Simplificados (EAS) e até mesmo em Relatórios Ambientais Prévios (RAP).

Primeiramente, você vai querer saber onde fica o empreendimento e quais são as suas dimensões. Passar essa informação somente com texto é difícil, cabendo aos mapas a tarefa de comunicar quem será impactado pela nova atividade. Você já teve ter visto em matrículas de terrenos a descrição dos limites com ruas, rios, ou até mesmo com vértices e coordenadas e deve ter encontrado dificuldade em estabelecer as confrontantes sem o auxílio de um desenho.

Com um mapa, seria tudo mais fácil.

Conhecendo onde esta o empreendimento, você vai querer saber se há outros processos ocorrendo no local, para que não ocorra conflitos futuros. E estamos só no começo.

Alternativas locacionais serão propostas, descrição do clima, geologia, geoformologia, pedologia, recursos hídricos, flora, fauna, socioeconômico, tudo isso pode ser facilmente obtido e representado usando mapas. Note que descrevemos quase todo um EIA.

Diante de tudo isso, montamos o curso de Geoprocessamento para Estudos Ambientais para que os profissionais que atuam na área de meio ambiente possam aprimorar seus trabalhos usando os principais softwares de geoprocessamento existentes, o QGIS e o ArcGIS.

Aproveite.

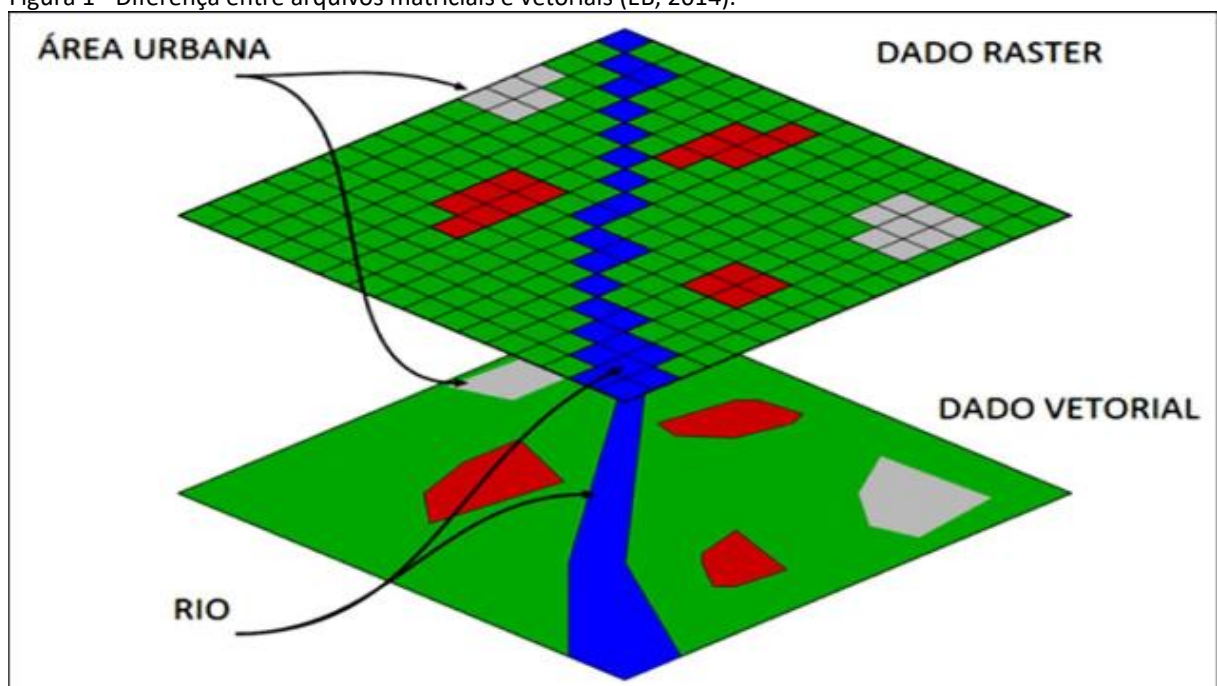
Fernando Basquiroto de Souza

Conceitos Basicos

Antes de usarmos os softwares como QGIS e o ArcGIS, precisamos ter claro as principais definições de alguns termos aplicados no geoprocessamento. Abaixo temos uma lista destes termos.

- **Geoinformação:** Informação geográfica, representa qualquer dado que possa ser espacializado (EB, 2014).
- **Geoprocessamento:** Disciplina que usa técnicas computacionais e matemáticas para o tratamento de dados espaciais (EB, 2014).
- **Cartografia:** Conjunto de estudos que visam representar dados espaciais para elaboração de mapas (EB, 2014).
- **Geodésia:** Ciência que estuda a forma e as dimensões da Terra (EB, 2014).
- **Sistema de Informação Geográfica (SIG):** Ferramenta para análise, manipulação, produção, consultas, visualização e arquivamento de dados geoespaciais vetoriais e seus atributos. Pode trabalhar com dados matriciais, porém, há limitações (EB, 2014).
- **Processamento Digital de Imagens (PDI):** Ferramenta para manipulação de dados geoespaciais matriciais, de forma a extrair informações destes (EB, 2014).
- **Arquivo Vetorial (Shapefile):** Representação computacional de dados espaciais por meio de pontos, linhas ou polígonos, possibilitando associar atributos à essas feições (EB, 2014) (Figura 1). Os tipos de dados que podem ser associados aos atributos podem ser:
 - Inteiro (Integer): Números inteiros, podendo ser curtos (pequenos valores) ou longos (grandes valores);
 - Flutuante (Float): Números decimais curtos;
 - Duplo (Double): Números decimais longos;
 - Texto (Text): Qualquer tipo de caracter;
 - Data (Date): Datas.
- **Arquivo Matricial (Raster):** Representação computacional de dados espaciais por meio de uma malha quadriculada (ou matriz), onde à cada célula (pixel) é associado um valor ou código (EB, 2014) (Figura 1).

Figura 1 - Diferença entre arquivos matriciais e vetoriais (EB, 2014).



- **Produto Geoespacial Básico:** Produtos com dados básicos, tais como imagem georreferenciada; modelo digital do terreno (MDT) ou de elevação (MDE), ou ainda, de superfície (MDS); e imagem ortorretificada (ortoimagem)¹ (EB, 2014).
- **Produto Geoespacial Temático:** Produtos desenvolvidos com dados específicos para um determinado tema, tais como mapa hipsométrico; mapa de risco de inundação; e mapa de uso e cobertura do solo (EB, 2014).
- **Dados Geoespaciais Básicos:** Representam informações genéricas, tais como imagem georreferenciada e modelo digital do terreno (EB, 2014).
- **Dados Geoespaciais Temáticos:** Representam conjunto de dados que descrevem um determinado fenômeno ou grandeza física, tais como vegetação ou classe do solo (EB, 2014).
- **Sensoriamento Remoto:** Conjunto de técnicas para obtenção de informações referente à um objeto sem tocá-lo (EB, 2014).
 - Resolução Espectral: Quantidade e largura das bandas que o sensor consegue definir. As bandas se referem à intervalos de comprimento de ondas no espectro eletromagnético (LGA/UFJF, 2011).
 - Resolução Espacial: Tamanho dos pixels nas imagens matriciais. Quanto menor o pixel, maior detalhamento há na imagem (LGA/UFJF, 2011).
 - Resolução Radiométrica: Os sensores têm um limite de armazenamento para diferentes graus de cinza em cada pixel, e isto é mensurado em bits. Por exemplo, sensores de 8 bits têm resolução radiométrica de 2^8 , correspondendo à 256 níveis de cinza (LGA/UFJF, 2011).
 - Resolução Temporal: Intervalo de tempo para que o satélite passe na mesma área novamente (LGA/UFJF, 2011).
- **Elementos Cartográficos:**
 - Título: Identifica, em poucas palavras, o fenômeno ou fenômenos que o mapa representa (ex. Mapa de Localização dos Focos de Incêndio; Mapa de Distribuição dos Pontos Amostrados);
 - Orientação: Representado pela rosa dos ventos (Norte) ou pela grade de coordenadas, visa demonstrando onde o mapa esta localizado dentro de um sistema maior (isto é, o planeta Terra);
 - Legenda: Representação gráfica dos elementos apresentados no mapa, de forma a deixar claro para o leitor seu significado (é aplicado ao fenômeno estudado);
 - Convenções Cartográficas: Similar a legenda, é utilizada para representação de componentes gerais do mapa (que não fazem parte do fenômeno estudado, mas auxilia na interpretação do mapa);
 - Escala (Gráfica ou numérica): Relação matemática existente entre as dimensões (tamanho) verdadeiras de um objeto e sua representação (mapa).
 - Selo: Espaço no mapa para detalhar informações como contratante, contratada, nome do projeto, profissional responsável pelo desenho, número da revisão, e outras informações.
- **Coordenadas:** Par de pontos (x, y) no espaço, podendo ser geográficas (onde a Terra é considerada uma esfera e unidade das coordenadas é expressa em graus, minutos e segundos ou em graus decimais) ou projetadas (onde a Terra é considerada um elipsoide de revolução, sendo criados modelos para sua representação em um plano, tendo como a projeção UTM a mais comum) (SADLER, 2018; SAMPAIO E BRANDALIZE, 2018).

¹ Toda ortoimagem é uma imagem georreferenciada, mas o inverso não é verdadeiro (EB, 2014, pg. 5-5).

Produção de Mapas

Antes de começar...

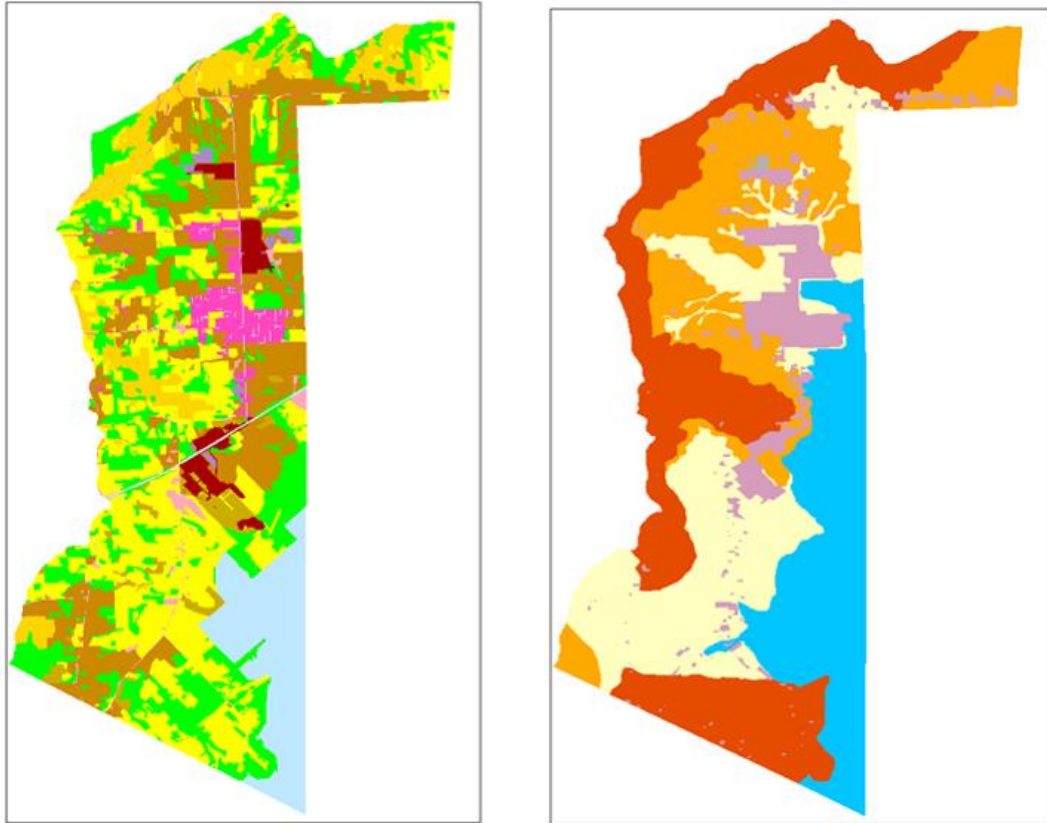
Antes de iniciar o seu mapa, pergunte a você mesmo: "O que irei representar?", "Qual escala irei adotar?". Essas perguntas te ajudam a definir quais elementos deverão constar no seu mapa e irão auxiliar na forma de representá-los.

Confira os mapas apresentados na Figura 2 e veja se você consegue identificar o que eles estão representando?

Os elementos cartográficos como legenda, escala e norte estão faltando, por isso, não é possível tirar conclusões sobre esses mapas, tornando eles inúteis.

Agora confira o mapa na Figura 3, nele, nós temos a legenda, norte e título. Já esta mais completo que o anterior, mesmo assim, poderíamos inserir ainda a escala (numérica ou gráfica). Note que as cores também auxiliam na noção de quem é maior e quem é menor².

Figura 2 - Mapas sem elementos cartográficos (ATTA, 2020).

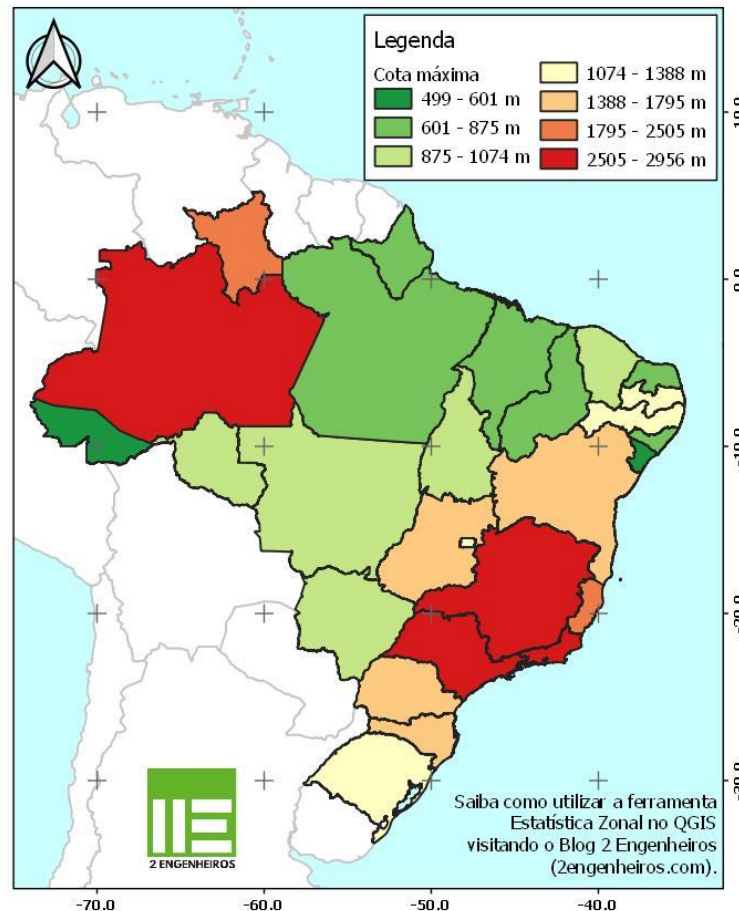


² O site Color Brewer 2.0 (<http://colorbrewer2.org>) fornece vários conjuntos de cores que podem ser adotados para os seus mapas, dando opções para pessoas que têm dificuldade em diferenciar cores e para ter uma impressão ou cópia com melhores resultados.

Figura 3 - Mapas com elementos cartográficos (ATTA, 2020).

Cotas Máximas no Brasil por Estado

Quais são as cotas máximas nos estados brasileiros? Usando Modelo Digital do Terreno GLOBE e a ferramenta Estatística Zonal é possível descobrir. O mapa abaixo mostra o resultado.



Outro fator importante de se definir antes de iniciar seus mapas é estabelecer o sistema de referência³. Sabemos que as coordenadas representam um par de pontos no espaço (x, y), representando locais reais na superfície da Terra.

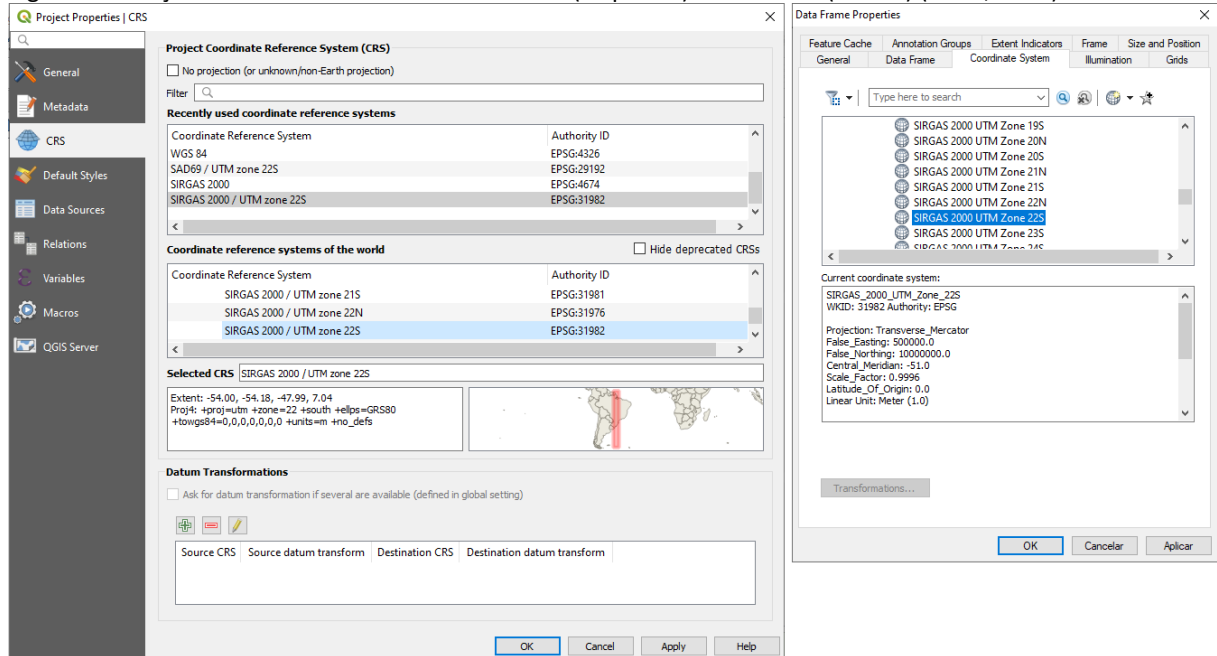
Entretanto, existem vários modelos de representação da superfície terrestre (e.g. elipsóide e geóide), sendo necessário estabelecer, por meio do sistema de referência, qual é este modelo e qual o seu datum (o qual identifica a origem, orientação das coordenadas e unidade de medida) (SADLER, 2018). Alguns exemplos de sistemas de referência são: SAD 69, WGS 82 e SIRGAS 2000 22 UTM.

Há ainda duas formas de representar os sistemas de referência, podemos representá-los como coordenadas geográficas ou projetadas.

³ No QGIS, você pode definir o sistema de coordenadas clicando em EPSG (no canto inferior direito), na aba CRS; E no ArcGIS, clique com o botão direito sobre Layers (localizado na tabela de conteúdo, onde estão as camadas), selecione propriedades e vá na aba Coordinate System.

Lembre-se que no Brasil, desde de 2015, o sistema de referência oficial é o SIRGAS 2000 (IBGE, 2015). A Figura 4 mostra as janelas dos softwares QGIS e ArcGIS onde é selecionado o sistema de coordenadas de referências.

Figura 4 - Seleção do sistema de referência no QGIS (esquerda) e no ArcGIS (direita) (ATTA, 2020).

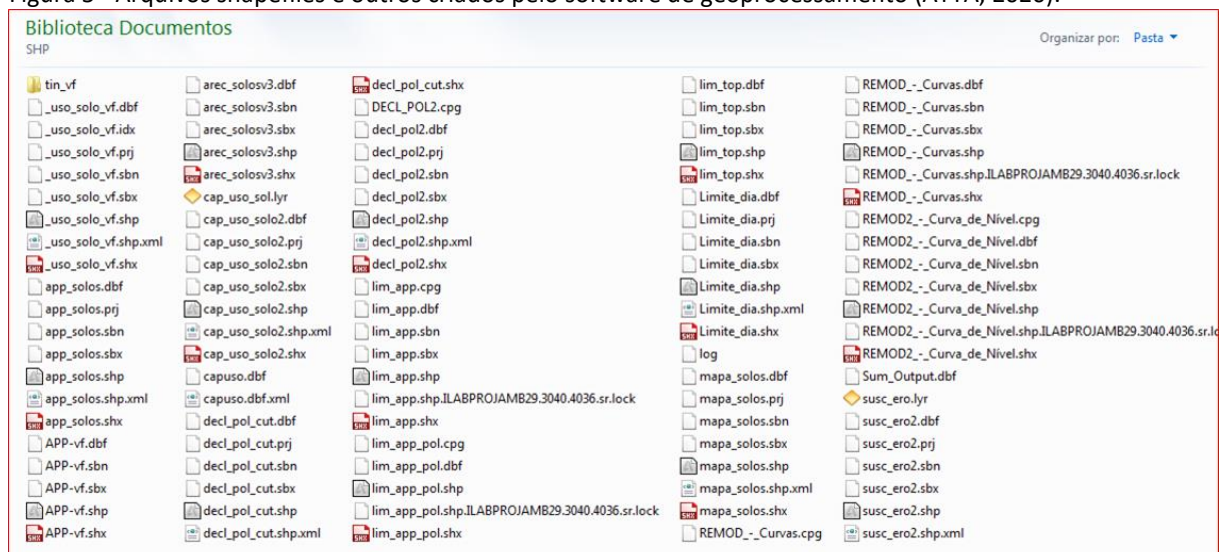


Organização dos seus dados

Ao criar seu projeto, tanto no QGIS quanto no ArcGIS, salve ele para poder futuramente retomar o seu trabalho. Diferente de outros softwares, onde tudo que é salvo dentro dele permanece no arquivo salvo, nos softwares de geoprocessamento isso não ocorre - Ele apenas cria uma conexão com o arquivo adicionado ao projeto, portanto, a organização dos seus arquivos no seu computador é fundamental.

Na Figura 5 é possível visualizar a quantidade de arquivos gerados, demonstrando a importância da organização.

Figura 5 - Arquivos shapefiles e outros criados pelo software de geoprocessamento (ATTA, 2020).



Há várias formas de organizar seus dados, porém, sugerimos algumas nos itens abaixo:

- Criar diferentes pastas para cada tipo de dado dentro da pasta do projeto, sendo usado em projetos pequenos. Exemplo de nome das pastas: CAD, IMG, SHP, TEMP, FINAL.
- Criar diferentes pastas para cada área temática, sendo usado em projetos médios. Exemplo de nome das pastas: Geologia, Hidrologia, Fauna.
- Criar diferentes pastas para cada mapa gerado, sendo usado em projetos médios e grandes. Exemplo de nome das pastas: Fig01-Localização; Fig02-Lavra; Anexo20-Declividade.

Essas formas de organização irão facilitar seu trabalho, especialmente em situações onde você deverá atualizar mapas ou precisará corrigir algum dado do mapa.

Interface do Software SIG

Embora sejam diferentes softwares, as interfaces adotadas tanto no QGIS e no ArcGIS são semelhantes, salvo alguns softwares como o GRASS GIS, muitos dos softwares de geoprocessamento são similares. Basicamente, eles são constituídos pelos seguintes componentes:

1. Barra de menu: Localizada no topo da janela do programa, disponibiliza acesso aos menus relacionados ao projeto, edição, visualização, camadas, configurações e outros;
2. Barra de ferramentas (Toolbars): Normalmente encontra-se abaixo da barra de menu, facilitando acesso à ferramentas usadas com maior frequência, por meio de ícones e botões;
3. Painéis: Apresentam dados específicos do software ou do mapa, tais como tabela de conteúdo, lista de camadas, ferramentas de geoprocessamento ou catálogo de arquivos.
4. Visualização do mapa: Janela onde é apresentado os dados espaciais carregados.
5. Barra de Status: Disponibiliza várias informações, tais como seu sistema de coordenadas, coordenadas do ponteiro e se o software está processando algo.

A Figura 6 e Figura 7 mostram as interfaces do QGIS e do ArcGIS, respectivamente.

Figura 6 - Interface do software QGIS 3.4 (ATTA,2020).

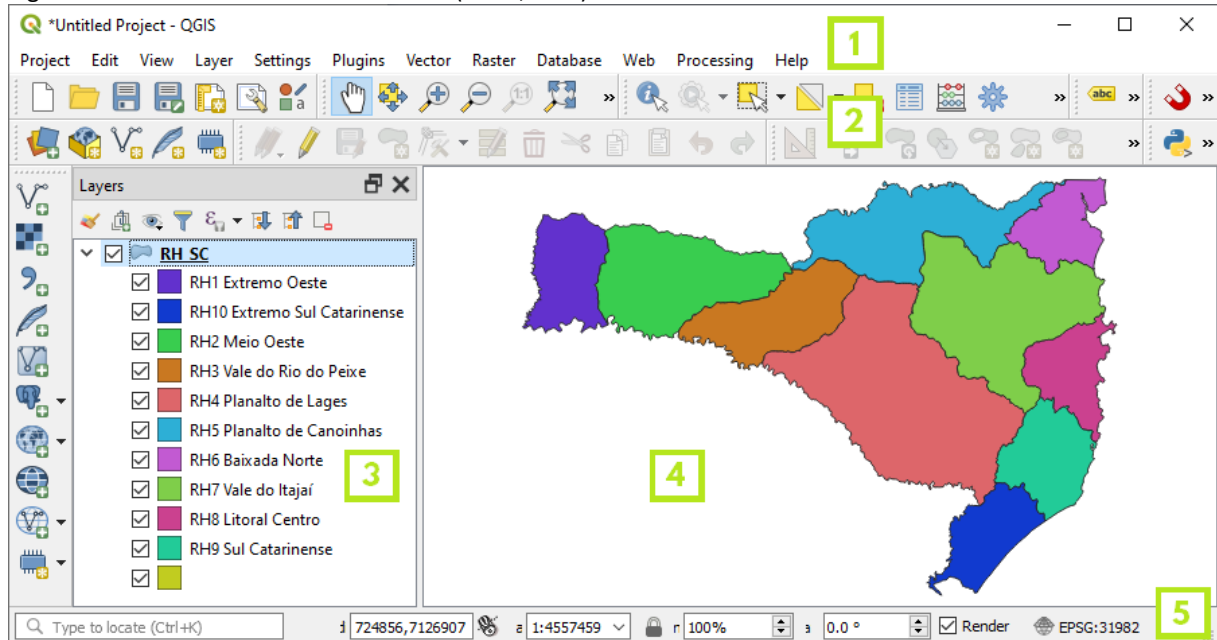
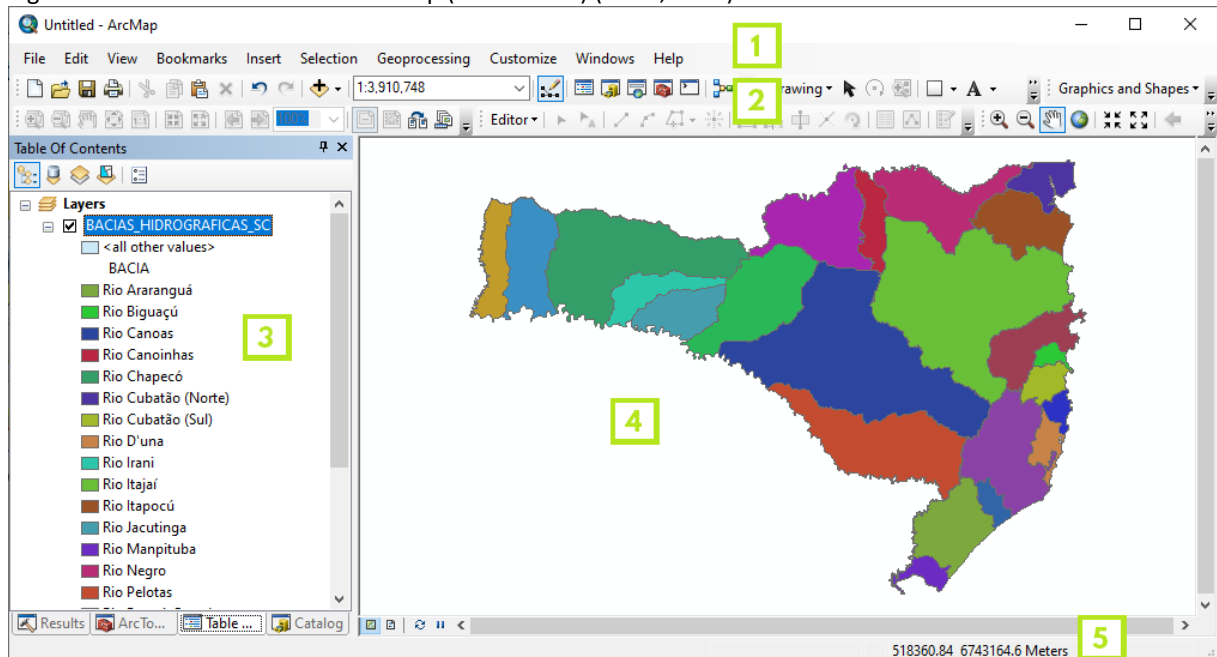


Figura 7 - Interface do software ArcMap (ArcGIS 10.1) (ATTA, 2020).



Mapas de Localização

Toda área de estudo localiza-se em algum lugar. E para identificar esse lugar para o órgão ambiental ou outros profissionais, os mapas de localização são de grande ajuda. Para elaborar um, você precisará dos seguintes arquivos:

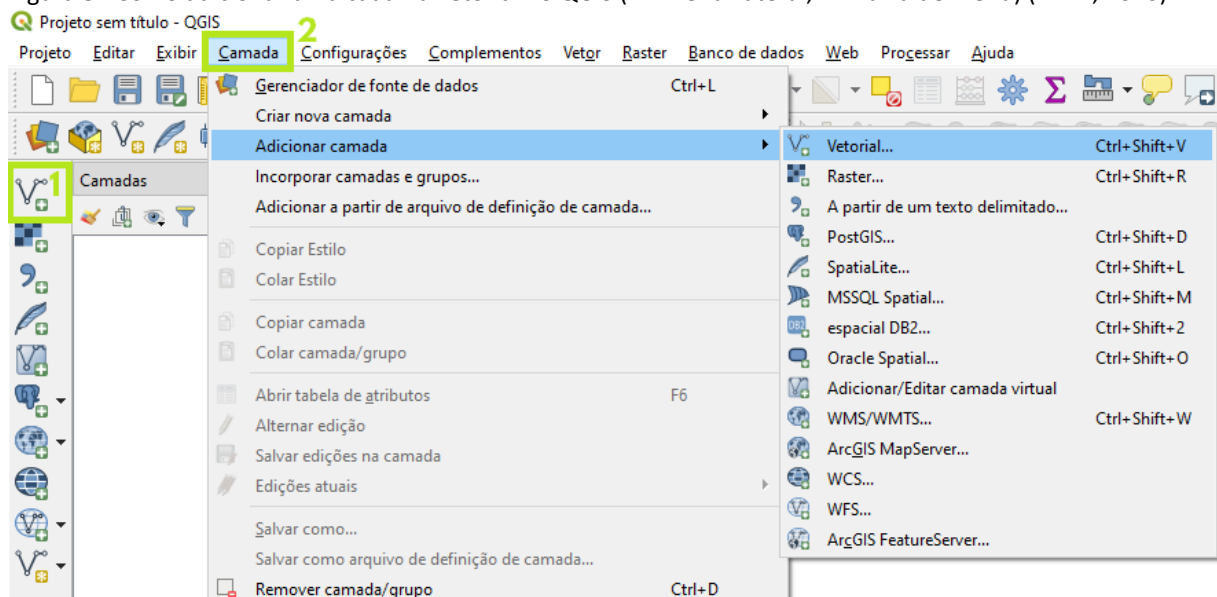
- Shapefile com a localização da sua área de estudo;
- Shapefile dos limites políticos municipais e estaduais;
- Shapefile dos limites dos países (opcional);
- Imagem aérea do município (opcional).

Com estes arquivos em mãos, você conseguirá facilmente criar um mapa de localização. Lembre-se que tais arquivos podem ser obtidos em sites como IBGE - Malhas Digitais⁴, Natural Earth⁵ e Thematic Mapping⁶.

QGIS

No QGIS, inicie a montagem do seu mapa de localização inserindo os shapefiles da localização da sua área de estudo, dos limites municipais e estaduais. Para isso, utilize o menu lateral à lista de camada ou vá na barra de menu em *Camada, Adicionar Camada* e clique em *Vetorial*. A Figura 8 mostra esses dois processos.

Figura 8 - Como adicionar uma camada vetorial no QGIS (1 - Menu Lateral; 2 - Barra de menu) (ATTA, 2020).



Em seguida, uma janela será aberta solicitando a localização do arquivo que você deseja adicionar. Basta buscar eles e adicione-os.

Antes de criar um novo layout de mapa, vamos configurar as cores (Simbologia) dos nossos shapefiles. Para editá-la, clique com o botão direito sobre o shapefile na lista de camadas e depois

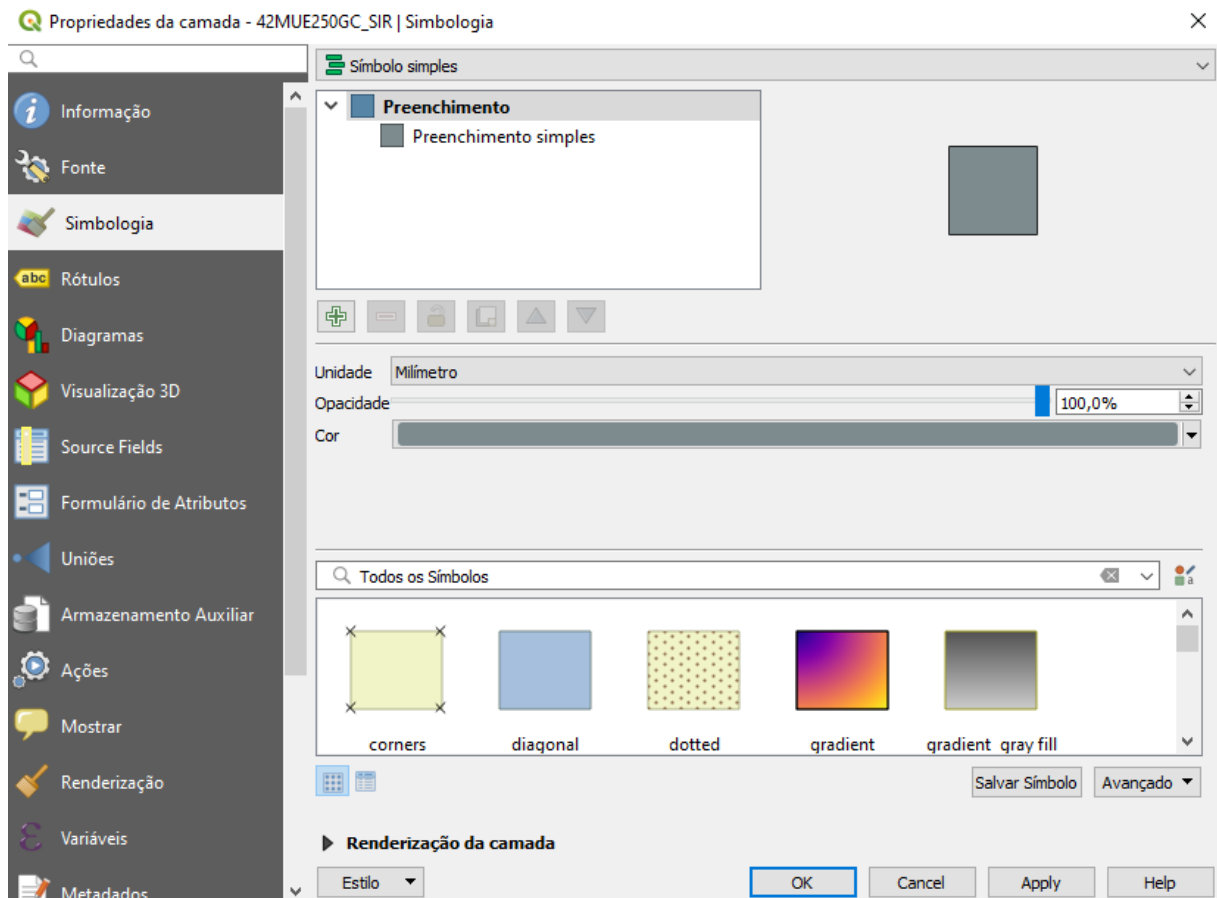
⁴ <https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais>

⁵ <https://www.naturalearthdata.com/downloads/50m-cultural-vectors/50m-admin-0-countries-2/>

⁶ http://thematicmapping.org/downloads/world_borders.php

clique em *Propriedades*. Na janela que irá abrir, clique em *Simbologia*. Você terá algo semelhante ao apresentado na Figura 9.

Figura 9 - Aba Simbologia de um shapefile no QGIS (ATTA, 2020).

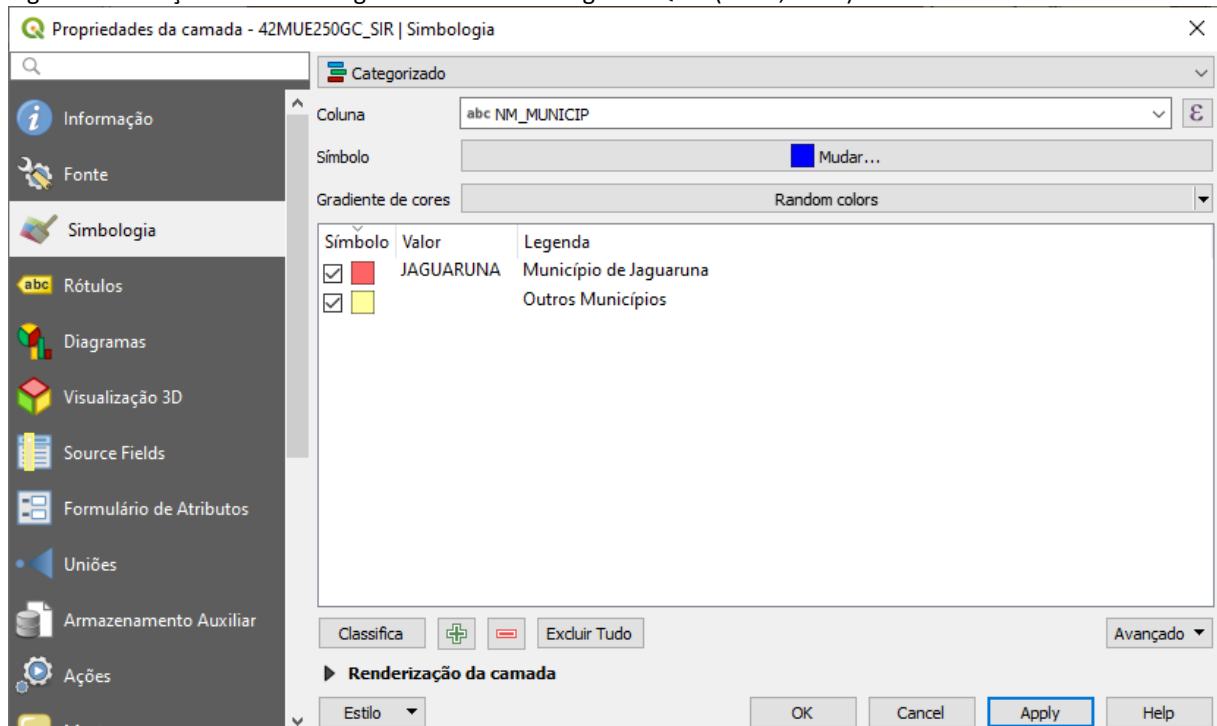


Neste menu, podemos selecionar como iremos representar nossos dados (sejam eles vetoriais ou matriciais). Para os shapefiles, podemos ter símbolos simples (onde todos os itens são representados de igual forma), categorizado (para representação de dados como nomes ou no formato de texto), graduado (para representação de dados numéricos), baseado em regra (onde utilizamos fórmulas para representar nossos dados), polígonos invertidos (para inverter o preenchimento dos polígonos existentes) e 2,5D (para representação de dados como colunas em 3D).

Para os mapas de localização, iremos utilizar a representação categorizada, pois nossos dados são os nomes dos municípios. O nome dos municípios está na *Tabela de Atributos*, a qual guarda para cada feição (ponto, linha ou polígono) uma informação inserida pelo usuário.

Na Simbologia, ao mudarmos o item Símbolos Simples para Categorizado, um novo conjunto de opções será liberado e um deles permite selecionar qual coluna da tabela de atributos queremos selecionar para criar nossas categorias (para o shapefile disponibilizado pelo IBGE, essa coluna é chamada de NM_MUNICIP). Abaixo da lista de categorias, temos 4 botões (Classifica, +, - e Excluir Tudo), clique duas vezes no + para criar duas categorias vazias (dois quadrados irão aparecer na lista). Agora, dê dois clique no primeiro item em Valor e digite o nome do município que se encontra a sua área de estudo (neste caso, JAGUARUNA). Você ainda pode clicar duas vezes sobre os quadrados para alterar a sua cor e na coluna da legenda para definir o que irá aparecer na legenda quando essa camada for inserida nela. A Figura 10 mostra esse procedimento finalizado.

Figura 10 - Criação de itens categorizados na simbologia do QGIS (ATTA, 2020).



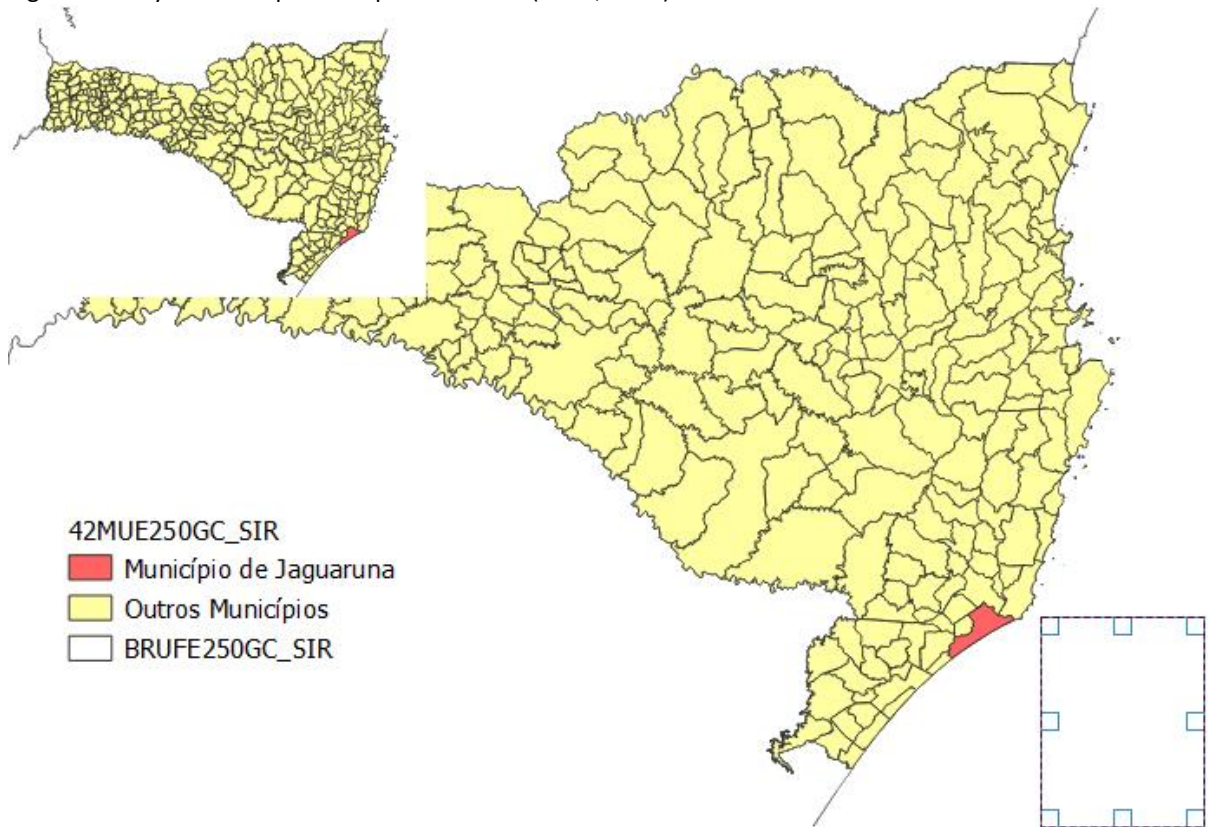
Para o shapefile dos limites estaduais, você pode manter sua representação como símbolos simples, bastando apenas que você modifique a sua coloração para que o visual do seu mapa de localização fique agradável.

Agora que já temos nossas camadas adicionadas e com suas simbologias definidas, vamos criar um layout de um mapa. Para isso, na barra de menu clique em *Projeto* e vá em *Novo Layout de Impressão*. Ao clicar neste item, o QGIS irá solicitar o nome deste layout e irá abrir uma nova janela para editarmos nosso layout. É nessa janela podemos inserir legendas, escalas, grade, entre outros itens. Lembre-se que tudo que você adicionar ao layout pode ser editado, basta você clicar sobre o item e as suas propriedades aparecerão na aba Propriedades do Item.

Para o nosso mapa de localização, vamos começar editando a nossa folha. Isso é realizado clicando com o botão direito do mouse sobre a folha e selecionando propriedades da página. As propriedades irão aparecer na aba Propriedades do Item. Vamos mudar o tamanho da página para A5 (Paisagem).

Com o tamanho da página definido, vamos adicionar os seguintes itens à folha: Mapa, Legenda e Imagem. Todos esses itens podem ser adicionados pelo menu *Adicionar Item*, disponível na barra de menu (ou pelos botões disponíveis na lateral esquerda desta janela). Como estamos montando um mapa de localização que mostrará o município e outro o estado inteiro, vamos adicionar dois mapas. No final deste processo, você terá algo como a Figura 11.

Figura 11 - Layout de mapa incompleto no QGIS (ATTA, 2020).



Com os itens adicionados ao nosso mapa, vamos começar a editá-los. Vamos começar pela imagem, a qual utilizaremos para inserir nossa seta do Norte (rosa dos ventos).

Ao clicar sobre ela, nas suas propriedades, é possível buscar setas personalizadas de imagens que você baixou da internet (em *fonte da imagem*), mas o QGIS já tem algumas disponíveis em seu banco de dados. Para acessá-las, clique no item *Procurar diretórios*, o qual irá carregar um conjunto de imagens vetoriais que podem ser usadas, algumas delas são rosas do vento. Escolha uma. Também é possível alterar algumas das cores na caixa *Parâmetros SVG*.

O próximo item a ser editado será a nossa legenda. Clique sobre ela e poderemos editar propriedades como: Título, Alinhamento, Mapa, Quebra de texto, Itens da legenda, fontes e outros. O título da nossa legenda é *Legenda*. Desmarque a opção *Atualização Automática* para editarmos e renomearmos os itens da legenda. Adicione também uma *Moldura* e coloque como branco o *Plano de Fundo*, caso ele ainda não esteja como tal.

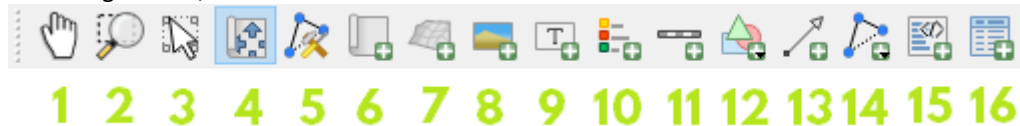
Por fim, vamos editar nossos dois mapas. Ao adicionar dois mapas, faça com que um deles seja pequeno (pois ele vai mostrar o estado inteiro) e outro grande (pois ele vai mostrar, com maior detalhe, o município da nossa área de estudo).

Vamos começar editando o pequeno (Lembre-se de desmarcar na lista de camadas a sua área de estudo, pois para esse mapa pequeno, não iremos mostrar ela).

No layout de mapas, clique sobre o mapa pequeno. Veja que ao selecionar o mapa, algumas propriedades disponíveis são Escala, Grades, Moldura e outros. Vamos começar marcando a caixa do item *Moldura* e em seguida, vamos marcar as caixas *Travar camadas* e *Travar estilos para as camadas*. Esse último passo é importante pois ele congela o mapa, sendo que se fizermos outras modificações nele, esse mapa não irá mudar. Agora vamos ao mapa grande.

Vamos dar um zoom e mover o que esta dentro desse mapa (de forma a destacar nosso município em estudo). Para isso, você pode clicar sobre o botão *Mover o conteúdo do item* (a Figura 12 mostra os botões para esse item e outros) para mover o mapa e o zoom você pode controlar pela escala do mapa (disponível nas propriedades do mapa).

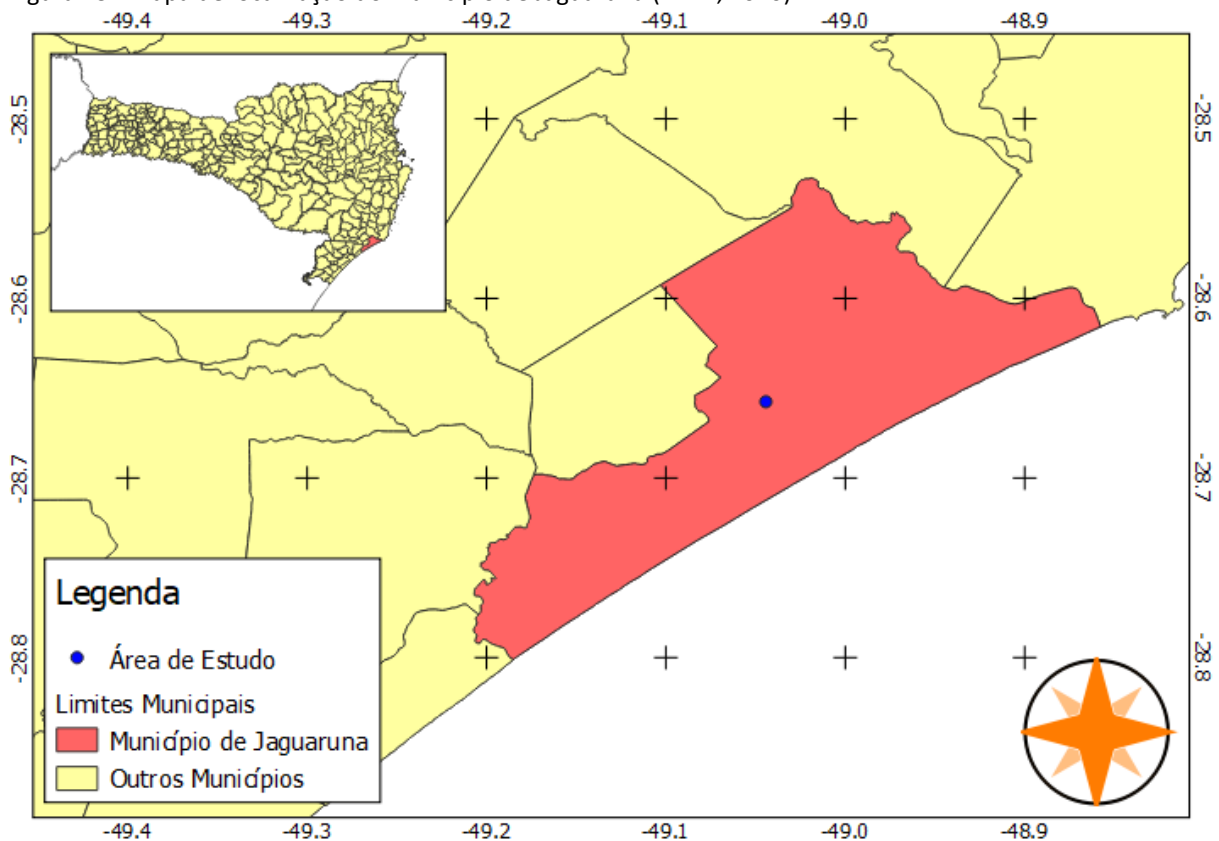
Figura 12 - Botões disponíveis no layout de impressão do QGIS. 1 - Mover Layout/Folha; 2 - Zoom no Layout/Folha; 3 - Selecionar itens; 4 - Mover dentro do Mapa; 5 - Editar os vértices dos itens; 6 - Adicionar novos mapas ao layout; 7 - Adicionar mapa 3D; 8 - Adicionar imagem; 9 - Adiciona texto/rótulo; 10 - Adiciona legenda; 11 - Adiciona escala gráfica ou numérica; 12 - Adiciona forma; 13 - Adiciona seta; 14 - Adiciona linha ou polígono; 15 - Adiciona código HTML; 16 - Adiciona tabela de atributos.



Após enquadrar o município em estudo, vamos adicionar uma grade ao nosso mapa. Nas propriedades do mapa, há o item *Grades*, onde podemos adicionar diferentes grades. Clique no mais (+), selecione a Grade 1 e vá em modificar a grade. Nas opções que aparecerem, você poderá editar o intervalo da grade (lembre-se que, por estarmos trabalhando numa escala de municípios, é primordial usarmos coordenadas geográficas), se as coordenadas devem aparecer (*Desenhar coordenadas*), fonte e precisão das coordenadas.

Depois disso tudo, ligue a camada da sua área de estudo (na lista de camadas) para mostrar a sua área de estudo dentro do município. Após todos esses procedimentos, você terá seu mapa de localização, conforme a Figura 13, o qual é obtido clicando em Compositor e selecionando qual formato você quer exportar o mapa (JPG ou PDF).

Figura 13 - Mapa de localização do município de Jaguaruna (ATTA, 2020).



Podemos ainda acrescentar os nomes dos municípios ao nosso mapa. Para isso, volte ao QGIS e na lista de camadas, clique com o botão direito sobre o shapefile dos limites municipais e selecione *Propriedades*. Vá na aba *Rótulos* e selecione rótulos simples, e em *Rotular com* escolha a coluna com os nomes dos municípios. Nas caixas abaixo, é possível editar a formatação da fonte e como ela será disposta na feição.

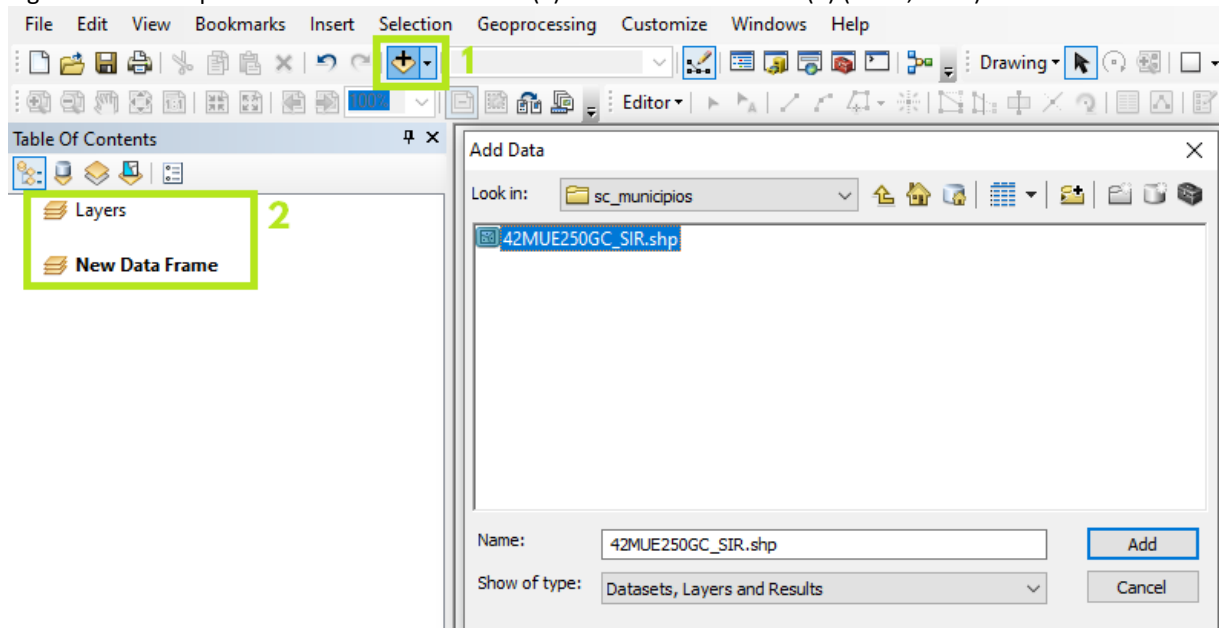
ArcGIS

No ArcGIS, para termos duas janelas mostrando mapas diferentes, precisamos ter dois data frames (um para cada mapa). Assim, para iniciarmos, vá em Inserir (*Insert*) e clique em Data Frame. Isso irá adicionar um novo data frame à nossa lista de camadas.

Agora podemos adicionar nossos shapefiles. Clique sobre o ícone + para adicionar uma nova camada vetorial (ou matricial). Neste passo, há dois fatos que devem ser comentados, 1) Só há um botão para adicionar qualquer item ao seu mapa (ícone +); e 2) Para trocar qual o data frame que você esta trabalhando, clique sobre ele com o botão direito e selecione ativar (*activate*).

A Figura 14 mostra tanto o botão para adicionar novas camadas como também destaca os dois data frames que criamos.

Figura 14 - Botão para adicionar novas camadas (1) e data frames criados (2) (ATTA, 2020).



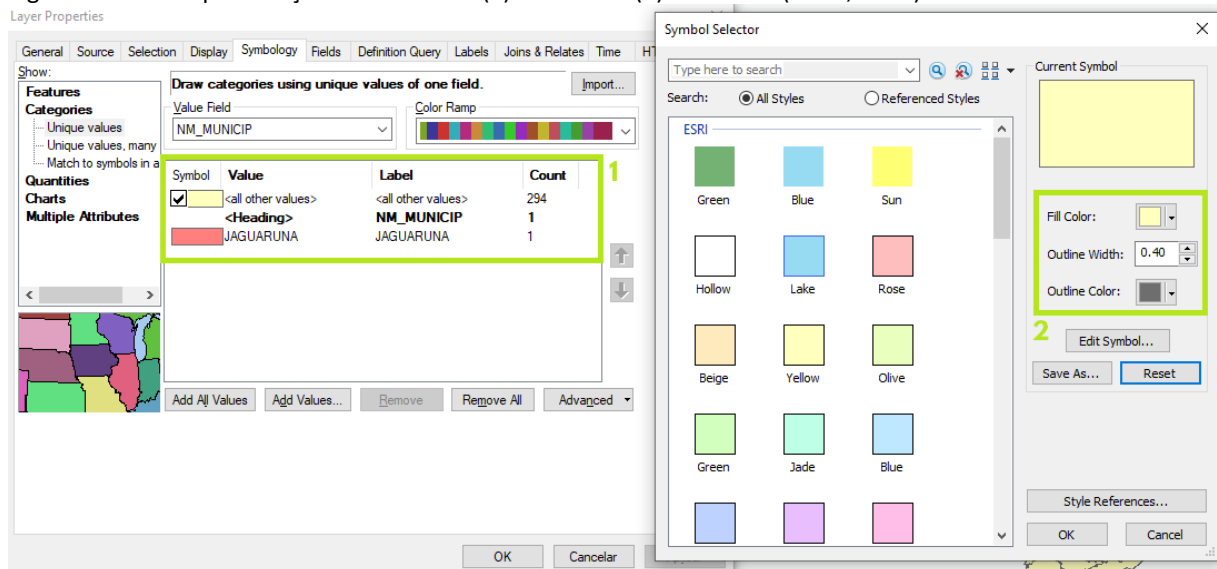
Você pode renomear os data frames para diferenciar qual deles irá mostrar o mapa local, que destacará a área de estudo e qual mostrará o mapa do estado de Santa Catarina. Para isso, clique com o botão direito sobre o data frame e selecione *Propriedades* (*Properties*). A janela com as propriedades do data frame será aberta e você deverá clicar em *Geral* (*General*). Nesta aba, há vários campos para descrever o data frame, sendo o primeiro deles o nome.

Depois de renomear os data frames e adicionar os shapefiles, vamos configurar as cores do segundo. Você deverá clicar sobre o shapefile que você deseja editar, selecionar *Propriedades* (*Properties*) e ir na aba *Simbologia* (*Symbolology*).

Nesta aba, o ArcGIS apresenta várias formas de representarmos nossos dados, sendo elas: Símbolo Simples (*Single symbol*), Categorias (*Categories*), Quantidades (*Quantities*), Gráficos (*Charts*) e Múltiplos Atributos (*Multiple Attributes*). Para nosso mapa de localização, precisamos diferenciar nossas cidades pelos seus nomes, portanto, devemos usar o item categorias e escolher como valor do campo (*Value Field*) a coluna da tabela de atributos que contém essa informação (para o shapefile do IBGE, essa coluna é chamada de NM_MUNICIP).

Para diferenciarmos o município de Jaguaruna, clique em Adicionar Valores (*Add values...*) e busque por Jaguaruna (caso ele não apareça, clique em Lista Completa (*Complete List*)). Depois clique em OK. Agora é só dar dois clique sobre o retângulo ao lado do município adicionado e mudar a cor. A Figura 15 apresenta a janela da simbologia e de modificação das cores.

Figura 15 - Janela para edição dos símbolos (1) e de cores (2) no ArcGIS (ATTA, 2020).



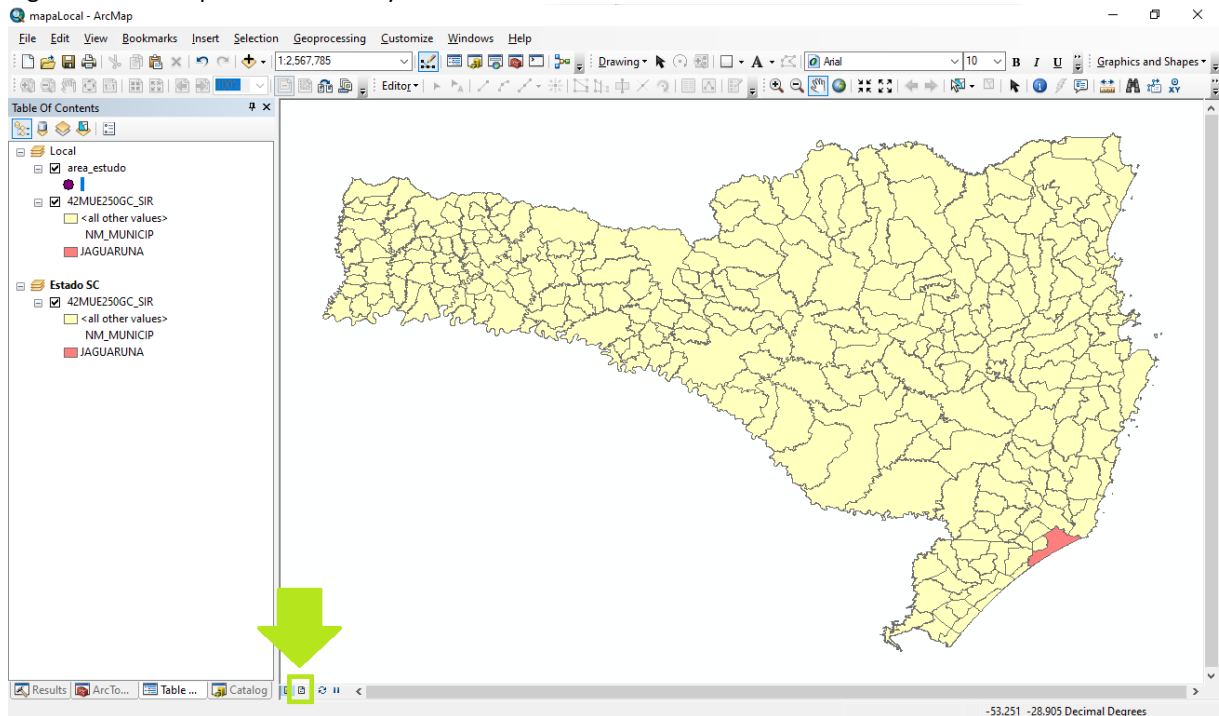
Repita o procedimento acima para os shapefiles dos outros data frames.

Agora que já temos nossos shapefiles personalizados, vamos entrar no modo Layout (*Layout View*) para editarmos a aparência do nosso mapa impresso. Para entrar nesse modo, clique sobre o pequeno ícone no canto inferior esquerdo da janela de visualização de mapa (Figura 16).

Note que quando você entrar nesse modo, haverá dois quadrados com nossos shapefiles dentro deles. Cada quadrado desse é um dos nossos data frames, sendo necessário ajustá-los para que eles não fiquem um prejudicando a visualização do outro. Além disso, para editar, dar zoom ou mover o mapa, é necessário dar dois cliques sobre o “quadrado” e você entrará no modo edição dele.

Você pode configurar o tamanho da folha clicando sobre o fundo com o botão direito e selecionar Configuração da Página e Impressão (*Page and Print Setup*). Lembrando que o tamanho da folha irá depender da impressora que estiver selecionada.

Figura 16 - Botão para entrar no Layout View do ArcGIS.



Após ajustar os quadros de cada data frame, vamos inserir alguns elementos cartográficos ao nosso mapa. Para colocar eles, vá no menu Inserir (*Insert*) e você encontrará itens como Texto (*Text*), Legenda (*Legend*), Orientação (*North Arrow*), Escalas (*Scale*) e imagens (*Pictures*).

Vamos começar inserindo a legenda. Como estamos trabalhando com dois data frames, ao inserir a legenda, é importante frisar que a legenda inserida estará associada com o data frame selecionado (ativo). Portanto, selecione o mapa maior contendo o detalhe da área de estudo.

Muitos dos elementos cartográficos, ao serem adicionados no layout, abrem uma janela para sua configuração. No caso da legenda, quando você adicioná-la, irá inserir informações como: 1) Camadas que serão adicionadas à legenda; 2) Nome da legenda e suas cores; 3) Bordas e fundos da legenda; 4) Estilo dos ícones da legenda; e 5) Espaçamento entre os ícones. No fim, basta clicar em concluir.

Lembre-se que qualquer item adicionado ao layout pode ter suas propriedades alteradas clicando-se em cima dele com o botão direito, e selecionando propriedades. No caso da legenda, alguns itens são alterados na simbologia do shapefile ou renomeando a camada.

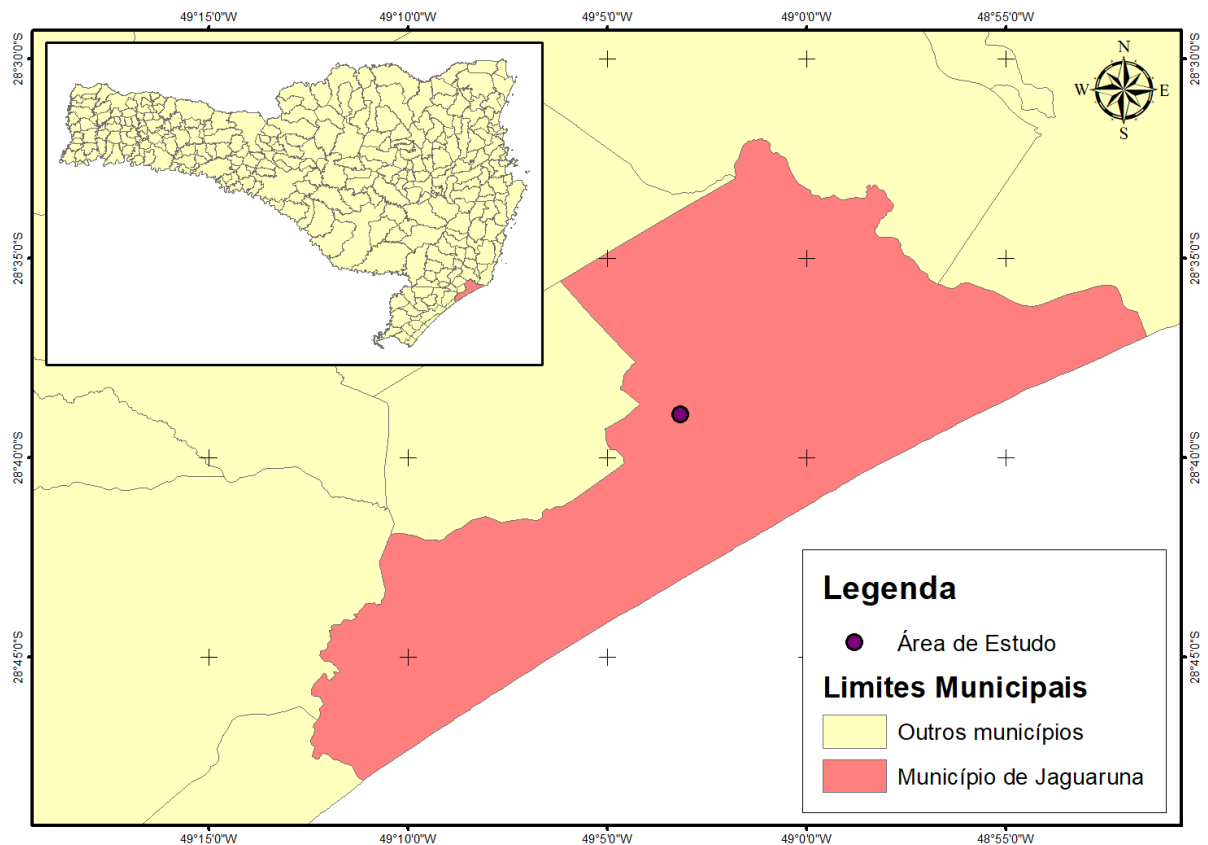
Para inserir a rosa dos ventos (norte), siga o procedimento anterior (*Insert > North Arrow*). Uma nova janela irá abrir com vários estilos de rosa dos ventos. Adicione aquela da sua preferência.

Para adicionar a grade de coordenadas, selecione o data frame que você quer que tenha a grade, clique com o botão direito e vá em propriedades (*Properties*). Em seguida, vá na aba Grade (*Grids*) e clique em Nova Grade (*New Grid*). Uma nova janela será aberta para você configurar a grade gerada, sendo que você irá configurar: 1) Se as coordenadas são geográficas (*graticulate*) ou projetadas (*measure grid*)?; 2) Aparência e intervalo da grade; 3) Aparência das linhas e fonte; e 4) Bordas. Após finalizar a configuração, a nova grade será adicionada à lista de grades, sendo que você pode modificá-la novamente clicando sobre ela e selecionando Propriedades (*Properties*).

Note que as coordenadas da direita e esquerda do mapa não estão na vertical. Para deixá-las dessa forma, clique sobre o data frame, vá em propriedades, aba grade (*grids*), selecione a grade e vá em propriedades. Na nova janela, vá na aba Rótulos (*Labels*) e no final dela, há o item Orientação do Rótulo (*Label Orientation*), marque as caixas de esquerda (*Left*) e direita (*right*).

Após finalizar todos esses procedimentos, você poderá exportar o mapa indo em Arquivo (*File*), Exportar Mapa (*Export Map*). A Figura 17 mostra o resultado do nosso mapa de localização.

Figura 17 - Mapa de localização elaborado no ArcGIS (ATTA, 2020).



O nome dos municípios também pode ser adicionado clicando sobre o shapefile com o botão direito e selecionando-se propriedades. Na janela aberta, vá na aba Rótulos (*Labels*) e marque a caixa Rotular feições nesta camada (*Label features in this layer*). Abaixo, selecione qual será a coluna da tabela de atributos que deverá ser usada como rótulo e configure as cores e estilo da fonte.

Delimitação da Área de Estudo

A área de estudo pode adquirir diferentes significados conforme o projeto. Ela pode ser:

- Ponto: Poço, local de acidente, tanque de combustível;
- Linha: Trecho de um rio, linha de transmissão, gasoduto;
- Polígono: Área a ser minerada, área da empresa, área de preservação.

Dessa forma, vamos aprender neste capítulo como criar um shapefile para conter nossa área de interesse.

Antes de começar a definir nossa área de estudo, é importante saber como criar um novo arquivo do tipo shapefile (vetorial).

No **QGIS**, a criação de um novo shapefile é realizada clicando, na barra de menu, em *Camadas, Criar nova Camada* e em *Shapefile*. Uma janela será aberta, solicitando dados como: Qual é o nome do arquivo e sua codificação? Qual é o tipo de geometria que você quer criar (ponto, linha ou polígono)? Qual é o sistema de coordenadas? E se você quer adicionar novas colunas (campos) na tabela de atributos? (Figura 18).

Figura 18 - Janela para criação de nova camada vetorial no QGIS (ATTA, 2020).

Nova camada shapefile

Nome do arquivo: C:\Users\ferna\Desktop\area_de_estudo.shp

Codificação de arquivo: UTF-8

Tipo de geometria: Ponto

☐ Incluir dimensão Z ☐ Incluir valores M

EPSG:31982 - SIRGAS 2000 / UTM zone 22S

Novo Campo

Nome:

Tipo: abc Dados de texto

Comprimento: 80 Precisão:

Adicionar campos à lista

Lista de Campos

Nome	Tipo	Comprimento	Precisão
id	Integer	10	

Remover Campo

OK Cancel Help

Após clicar em OK, você terá uma nova camada vetorial vazia. Para editá-la e acrescentar um novo ponto, linha ou polígono, clique na barra de ferramentas sobre o lápis amarelo para iniciar a edição da camada⁷ e em seguida, clique sobre adicionar ponto, linha ou polígono para clicar sobre o mapa e criar um novo ponto, em seguida, clique sobre o disquete para salvar a edição e clique novamente sobre o lápis, para fechar a edição (Figura 19).

⁷ Esse procedimento também é válido para camadas que já tenham alguma informação ou mapa desenhado.

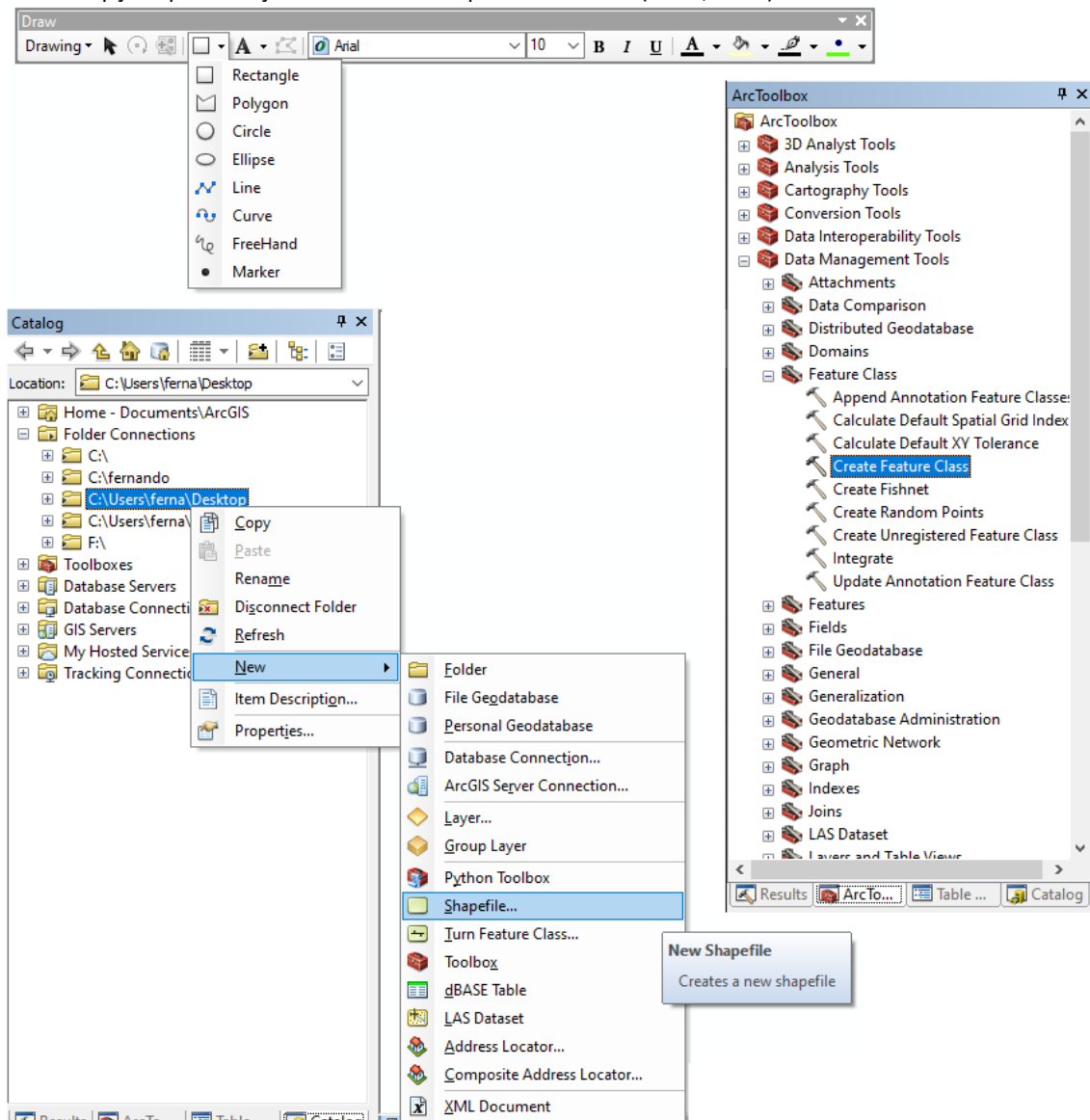
Figura 19 - Barra de edição de shapefiles no QGIS (ATTA, 2020).



No **ArcGIS**, a criação de uma nova camada vetorial pode ser realizada de três formas. A primeira é por meio de gráficos (*graphics*), usando a ferramenta *Draw* (Desenhar), onde você pode desenhar diretamente sobre o mapa e depois converter o desenho para shapefile (*Drawing > Convert graphics to feature*). A segunda forma é por meio das ferramentas do ArcToolbox, usando a ferramenta *Create Feature Class* (Criar feição), disponível em *Data Management Tools, Feature Class*. E a terceira forma é usando o ArcCatalog, onde basta você selecionar a pasta que você irá salvar o shapefile, clicar com o botão direito e selecionar *New*, depois *Shapefile*. A Figura 20 mostra essas três opções no ArcGIS.

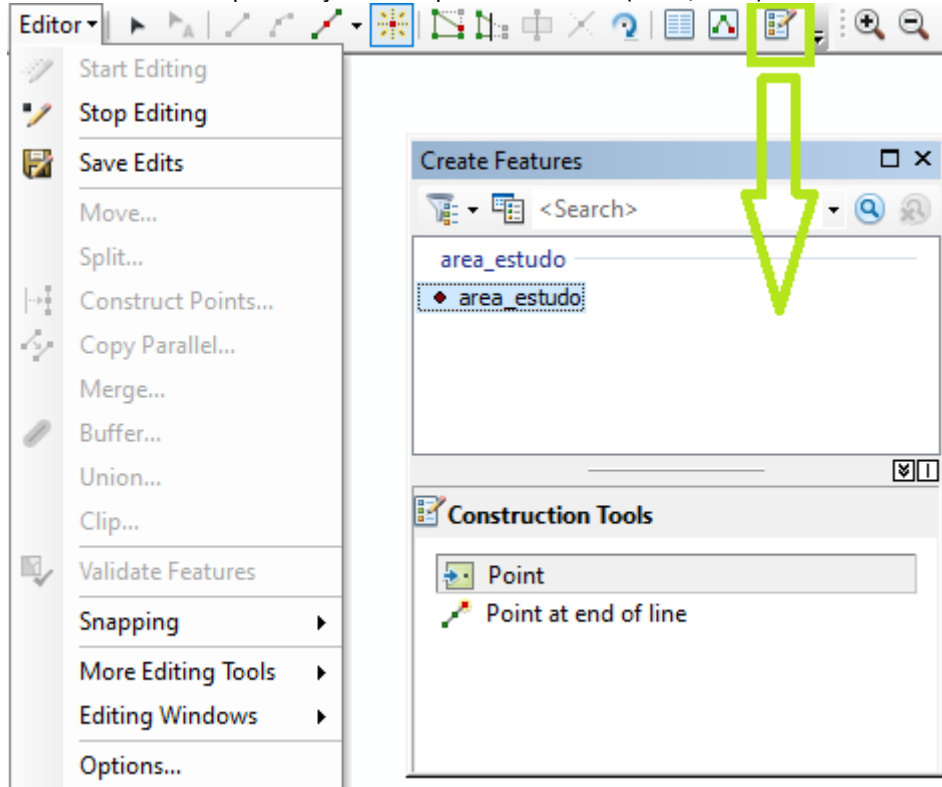
Lembre-se que ao criar um shapefile tanto pelo ArcToolbox quanto pelo ArcCatalog, uma nova janela será aberta solicitando dados como nome do arquivo, local que será salvo e tipo de geometria que será criada.

Figura 20 - Opções para criação de um novo shapefile no ArcGIS (ATTA, 2020).



Após a criação do shapefile, você terá uma camada vazia que poderá ser usada para definir a localização da área de estudo. Para editá-la, na barra de ferramentas procure pela barra de edição (*editor*), clicando em *Editor*, vá em *Start Editing* para começar a edição. Em seguida, clique no botão *Create Feature* e selecione a camada a ser editada e selecione o tipo de feição que você quer criar. Desenhe no mapa a sua feição e depois salve ela (*Editor > Save Edits*) e clique em *Stop Editing* para finalizar as edições. A Figura 21 mostra essas etapas.

Figura 21 - Barra de ferramentas para edição de shapefiles no ArcGIS (ATTA, 2020).



Buffer, ou raio do empreendimento

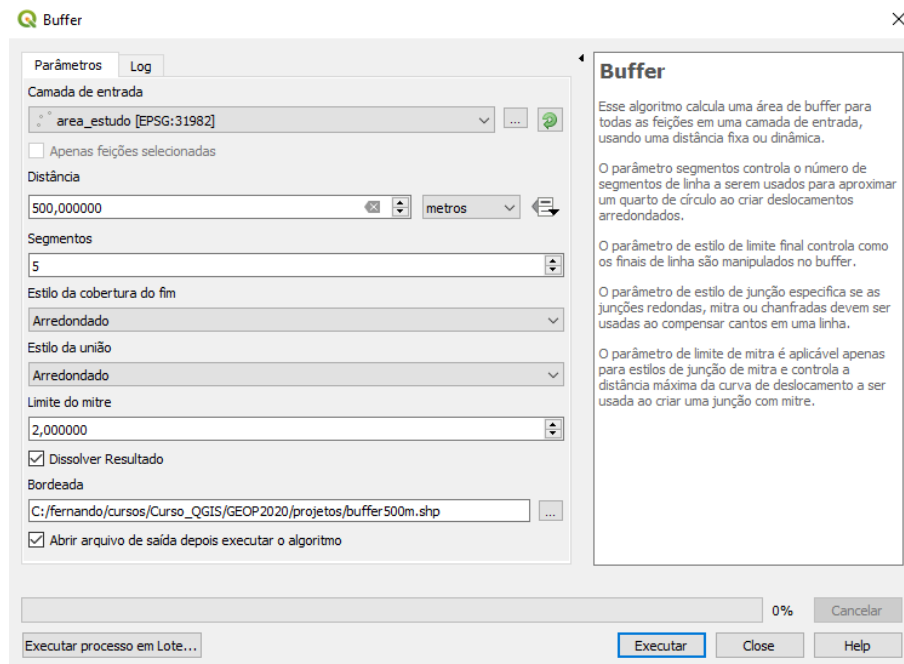
Uma forma bem comum de estabelecimento de área de estudo (tal como uma Área de Influência Direta – AID) é a definição de um raio a partir da área do empreendimento (ou Área Diretamente Afetada – ADA). Essa distância irá depender do tipo de empreendimento e da experiência do profissional que está realizando o diagnóstico ambiental.

No **QGIS**, a ferramenta Buffer é usada para criarmos um polígono a partir de uma distância do empreendimento. Você pode encontrar ela clicando (na Barra de menu) em Processar (*Processing*), e em seguida em Caixa de Ferramentas (*Toolbox*). Na caixa de ferramentas, busque por Buffer e escolha a ferramenta da Geometria do Vetor (há outras ferramentas de buffers, cada uma com sua particularidade).

Na janela da ferramenta Buffer (Figura 22), você irá informar o shapefile contendo a área de estudo (Camada de Entrada), a distância do buffer a ser realizado⁸ (Distância) e onde será salvo o resultado (Bordeada).

⁸ Lembre-se de que o arquivo shapefile deverá estar em um sistema de coordenadas UTM (projetado) para que a distância seja em metros, caso contrário, ela será em graus (coordenadas geográficas).

Figura 22 - Janela da ferramenta Buffer do QGIS (ATTA, 2020).

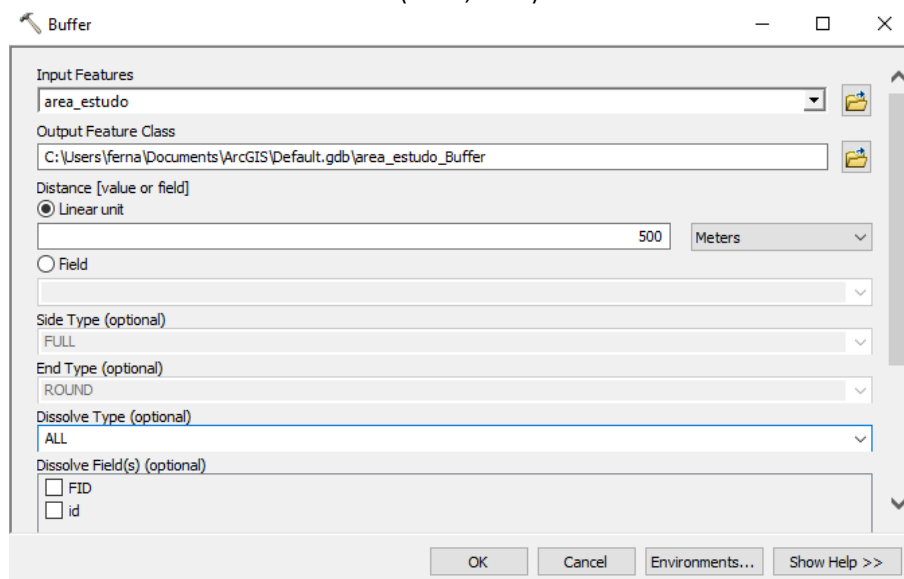


O ajuste de outros parâmetros como segmentos e estilo da união são opcionais. Salienta-se que caso sua área de estudo contenha várias feições, é interessante marcar a caixa Dissolver Resultado para gerar um único polígono no final do processo.

No **ArcGIS**, para criar polígonos com uma distância definida de afastamento, usaremos a ferramenta Buffer. Ela está disponível em ArcToolbox, Analyst Tools, Proximity e Buffer. Ao dar dois cliques nela, uma janela será aberta solicitando a área de estudo (*Input Feature*), saída (*Output Feature Class*), distância (*Distance*) e se o resultado deverá ser dissolvido ou não (*Dissolve Type*) (Figura 23). Outros parâmetros são opcionais.

Para gerar apenas um polígono como resultado do buffer, você deverá marcar o parâmetro Dissolve Type com a opção ALL (ou seja, dissolver tudo).

Figura 23 - Janela da ferramenta Buffer do ArcGIS (ATTA, 2020).



Bacia Hidrográfica

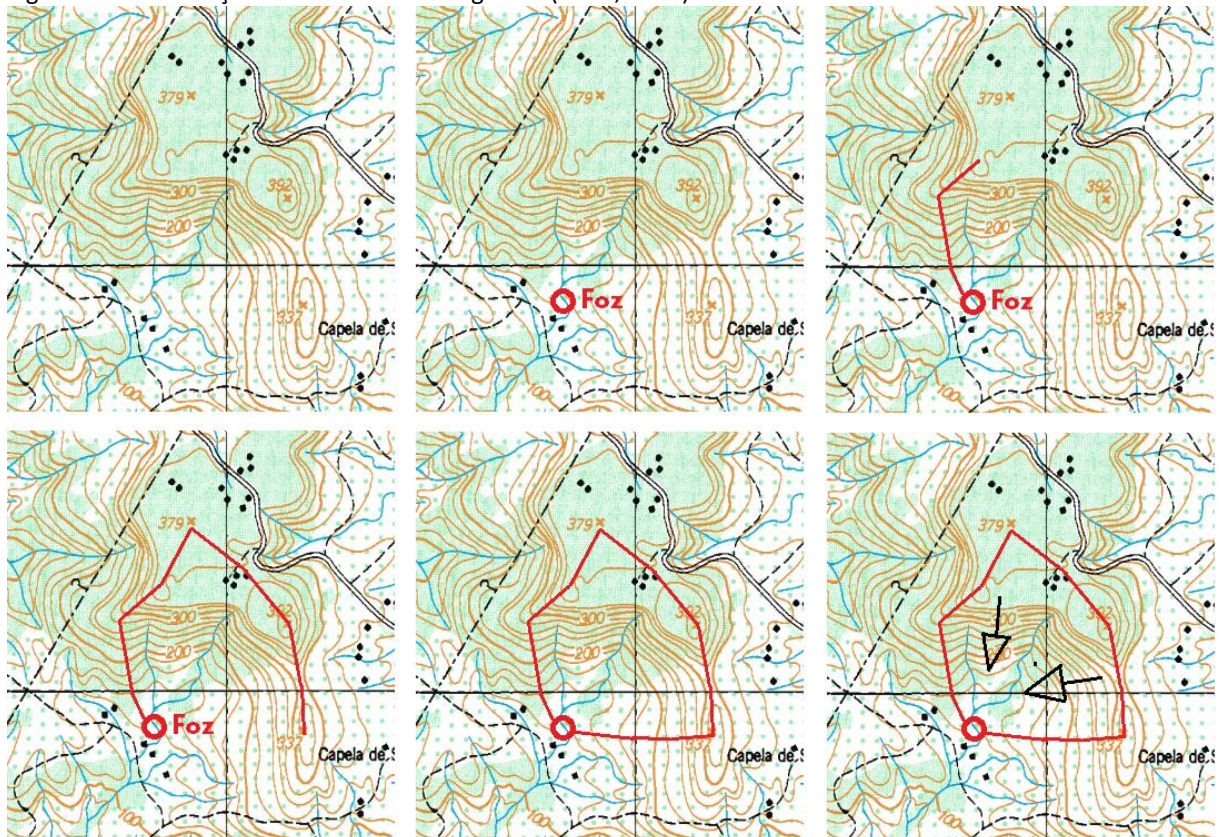
Bacias hidrográficas são definidas como ambientes que drenam todas as suas águas para um único ponto de saída (foz). Considerando que a água é um solvente universal e sua importância para a manutenção da vida de diferentes espécies (incluindo a humana), fica evidente porque a literatura relacionada à avaliação de impactos ambientais sugere o uso das bacias hidrográficas como limites para a definição da área de estudo (especialmente a Área de Influência Direta - AID).

Mas como podemos definir os limites de uma bacia hidrográfica? Podemos adquirir tais limites em órgãos públicos ou podemos, por meio de curvas de nível, desenhar por conta própria os limites da bacia hidrográfica.

Antes de demonstrarmos o procedimento de desenho no QGIS e ArcGIS, é essencial mostrar como realizar esse procedimento manualmente.

Sobre um mapa contendo as curvas de níveis, primeiro vamos definir a nossa foz e em seguida, vamos traçando um linha perpendicular (90º) às curvas de nível e vamos desenhando ela até o topo mais próximo. Verificamos se há outros topos para ligarmos nosso limite, caso contrário, retornamos nosso traçado para a foz. Finalizando assim, o limite da nossa bacia hidrográfica (consequentemente, da nossa área de estudo). Esse procedimento fica mais fácil de ser realizado em áreas montanhosas, pois fica mais evidente para onde a água escorre (diferente de áreas planas). A Figura 24 mostra um passo a passo deste procedimento.

Figura 24 - Delimitação de uma bacia hidrográfica (ATTA, 2020).



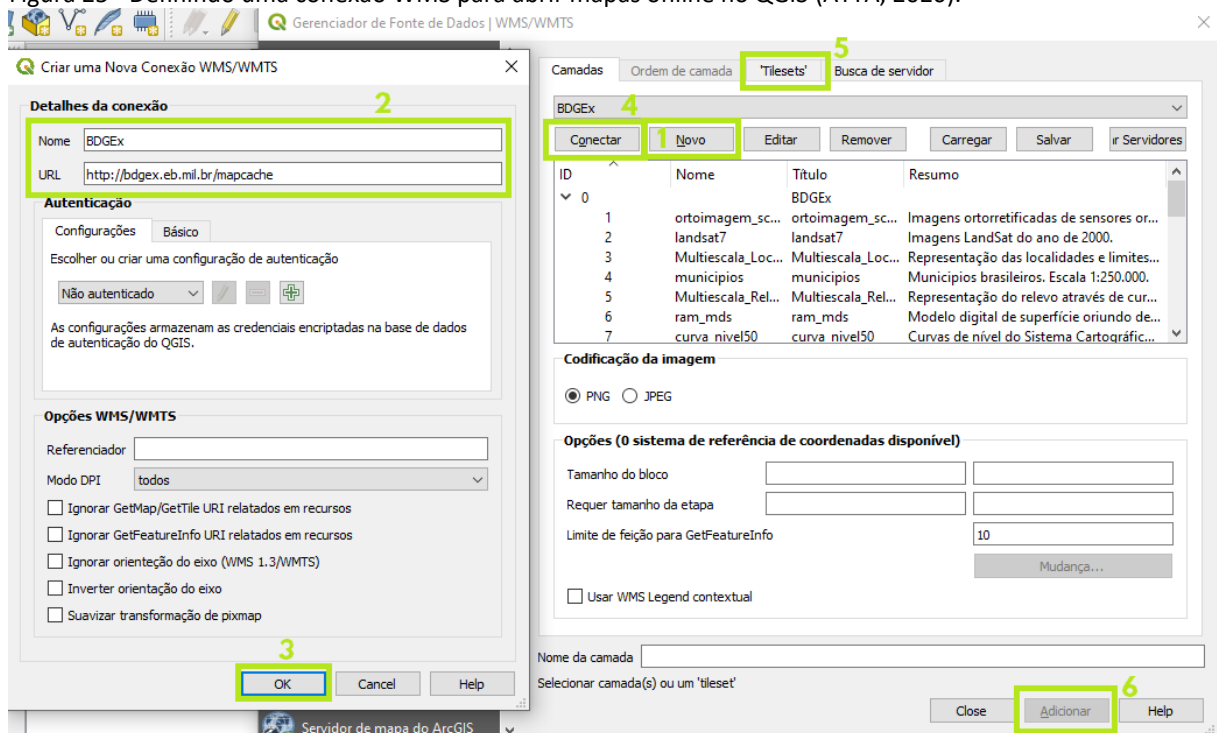
Agora que sabemos como delimitar uma bacia hidrográfica e como criar um novo shapefile (veja no começo deste capítulo), vamos ver como usar as cartas topográficas do Exército Brasileiro para delimitar uma bacia hidrográfica.

No **QGIS**, você pode acessar as cartas topográficas do Exército Brasileira (semelhante à imagem apresentada na Figura 24) adicionando uma camada WMS. Para isso, na barra de menu, vá em Camada, Adicionar Camada e em WMS/WMTS. Na janela que será aberta, clique em Novo e na nova janela aberta, dê um nome à conexão e cole o seguinte link em URL “<http://bdgex.eb.mil.br/mapcache>” (Figura 25). Em seguida, clique em OK e depois em conectar. As cartas topográficas estão nas linhas demarcadas com CTM, seguido da escala dela.

Com esses mapas, você terá acesso às curvas de nível e poderá traçar sua bacia hidrográfica.

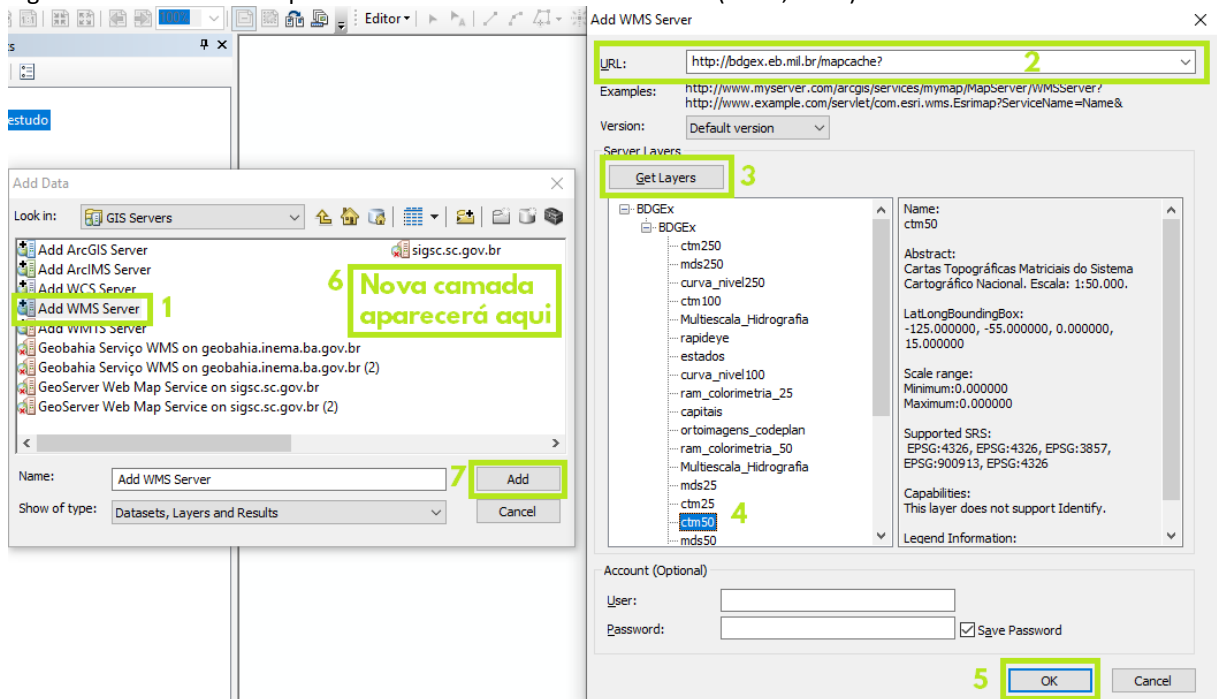
Salienta-se que você pode baixar o MDT (Modelo Digital do Terreno) da sua área de estudo e extrair as curvas de nível usando a ferramenta Contorno (disponível em Processar > Caixa de Ferramentas). Essa ferramenta solicita como entrada o MDT, o intervalo das curvas de nível e o arquivo de saída.

Figura 25 - Definindo uma conexão WMS para abrir mapas online no QGIS (ATTA, 2020).



No **ArcGIS**, o acesso às cartas topográficas do Exército Brasileiro pode ser realizado clicando no botão de adicionar novas camadas e na janela que será aberta, busque por “GIS Servers” e dê dois cliques em “Add WMS Server”. Na nova janela aberta, cole o seguinte link em URL “<http://bdgex.eb.mil.br/mapcache>”. Em seguida, clique em “Get Layers”, selecione a camada desejada, clique OK e adicione a nova camada. A Figura 26 mostra esse procedimento.

Figura 26 - Procedimento para adicionar camada WMS no ArcGIS (ATTA, 2020).



Após adicionar a camada com a carta topográfica, você poderá traçar a bacia hidrográfica da sua área de estudo.

Você também pode criar suas próprias curvas de nível usando MDT (Modelos Digitais do Terreno). Para isso, basta usar a ferramenta Contour, disponível em ArcToolbox, 3D Analyst Tools, Raster Surface, Contour. Essa ferramenta solicita como entrada o MDT, o intervalo das curvas de nível e o arquivo de saída.

APP de Margens de Rios e Nascentes

O Código Florestal Brasileiro (Lei Federal n. 12.651/2012) estabelece diferentes metragens para proteção de margens de rios, nascentes e outros corpos d'água. A proteção dessa vegetação (denominada mata ciliar) para os corpos hídricos garante funções ecológicas como estabilidade para o talude e filtragem de poluentes.

No Blog 2 Engenheiros, há a postagem [*“Por que proteger as margens dos rios? Essa proteção é igual nos outros países?”*](#) que explora mais o tema da preservação de matas ciliares.

No geoprocessamento, utilizamos a função Buffer (tanto no QGIS quanto no ArcGIS) para delimitarmos qual é a Área de Preservação Permanente (APP) a partir dos shapefiles das nascentes, hidrografia (rios sendo representados por linhas) e massa d'água (rios e lagos representados por polígonos).

No **QGIS**, antes de aplicar a função Buffer, é interessante que você recorte a hidrografia com o polígono da sua área de estudo, pois, normalmente, o shapefile da hidrografia representa o município ou estado inteiro.

A ferramenta que realiza o recorte é chamada “Recortar o vetor pela camada de máscara” (*Clip*). Nela você irá inserir o shapefile que você deseja cortar (Camada de Entrada) e a máscara que será utilizada para o recorte (Camada máscara), conforme Figura 27. Ela está disponível em Processar > Caixa de Ferramentas ou Vetor > Geoprocessamento > Recortar.

Após realizar o recorte, aplique a ferramenta Buffer, definindo a distância do raio conforme margem definida pelo Código Florestal (ou legislação em questão). A Figura 28 mostra a janela da ferramenta Buffer, a qual pode ser acessada em Processar > Caixa de Ferramentas ou Vetor > Geoprocessamento > Buffer.

Lembre-se de marcar a opção “Dissolver Resultados” para unir os polígonos resultantes que venham a se sobrepor.

Caso existir mais de um tipo de APP (exemplo, margem de rio e nascente), você pode usar a ferramenta Mesclar Camadas Vetoriais (Processar > Caixa de Ferramentas > Mesclar Camadas Vetoriais) para unir os polígonos gerados em único shapefile e depois usar a ferramenta Dissolver (Vetor > Geoprocessamento > Dissolver) para criar um único polígono.

Você pode facilitar o desenvolvimento de análises com várias ferramentas usando o Modelador Gráfico do QGIS, no qual você cria fluxogramas de trabalho. Você pode conferir mais sobre ele (e como usá-lo) na postagem do Blog 2 Engenheiros [*“Como converter vértices de polígonos em pontos usando Modelador Gráfico no QGIS?”*](#).

Figura 27 - Ferramenta de recorte com máscara de shapefiles no QGIS (ATTA, 2020).

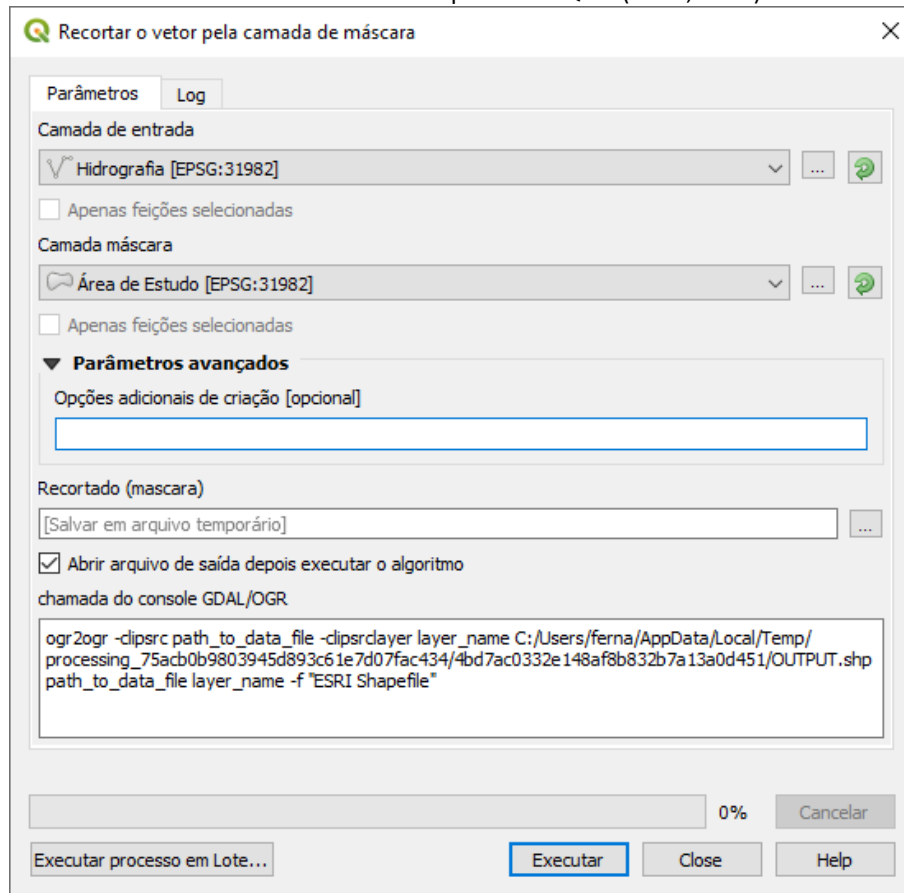
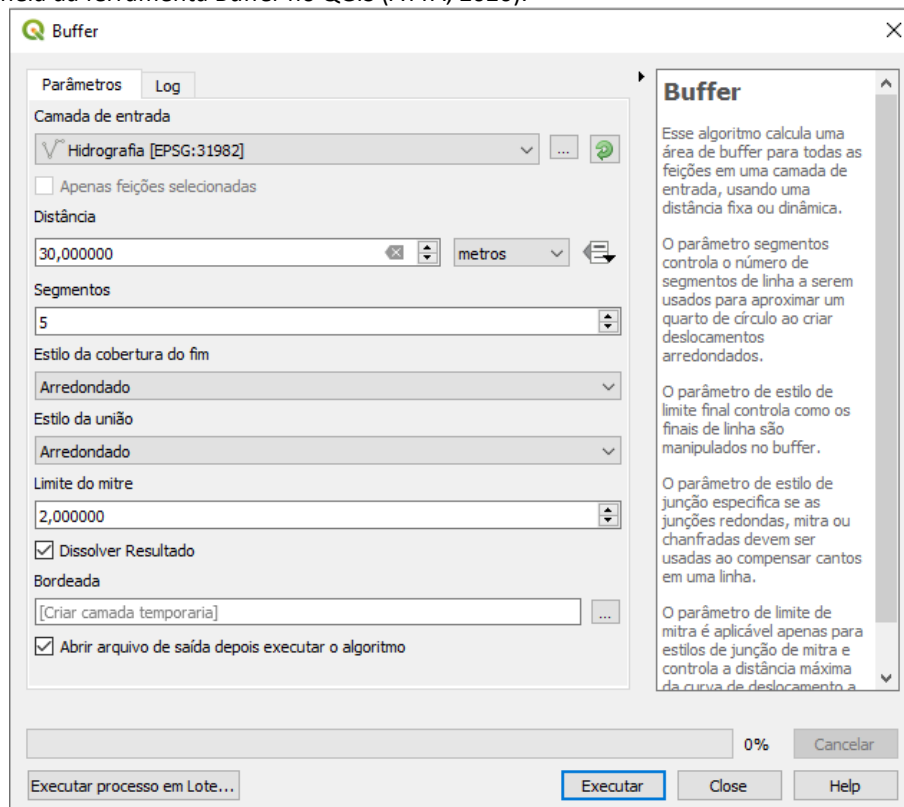


Figura 28 - Janela da ferramenta Buffer no QGIS (ATTA, 2020).



No **ArcGIS**, assim como no QGIS, é necessário realizar o recorte da hidrografia, a qual, muitas vezes, representa os rios de um município ou estado inteiro. Para isso, usaremos a ferramenta *Clip* (Recortar), que está disponível em ArcToolbox > Analysis Tools > Extract > Clip (Figura 29).

Após realizar o recorte, localize a ferramenta *Buffer* (ArcToolbox > Analysis Tools > Proximity > Buffer) e use a hidrografia recortada como entrada. A Figura 30 mostra a janela da ferramenta Buffer, lembrando que você deve mudar a opção “Dissolve Type” para ALL, de forma que, se houver alguma sobreposição dos polígonos gerados, eles serão unidos.

Caso existir mais de um tipo de APP (exemplo, margem de rio e nascente), você pode usar a ferramenta Union (ArcToolbox > Analysis Tools > Overlay > Union) para unir os polígonos gerados em único shapefile e depois usar a ferramenta Dissolve (ArcToolbox > Data Management Tools > Generalization > Dissolve) para criar um único polígono.

Você pode facilitar o desenvolvimento de análises com várias ferramentas usando o Model Builder do ArcGIS, no qual você cria fluxogramas de trabalho. Você pode conferir mais sobre ele (e como usá-lo) na postagem do Blog 2 Engenheiros “[Como suavizar curvas de nível a partir do MDT SRTM no ArcGIS usando Model Builder?](#)”.

Figura 29 - Janela da ferramenta Clip no ArcGIS (ATTA, 2020).

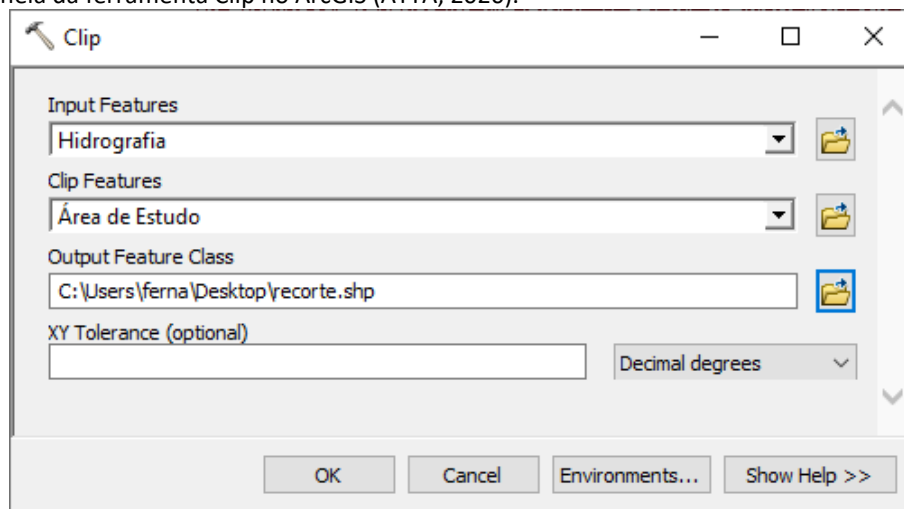
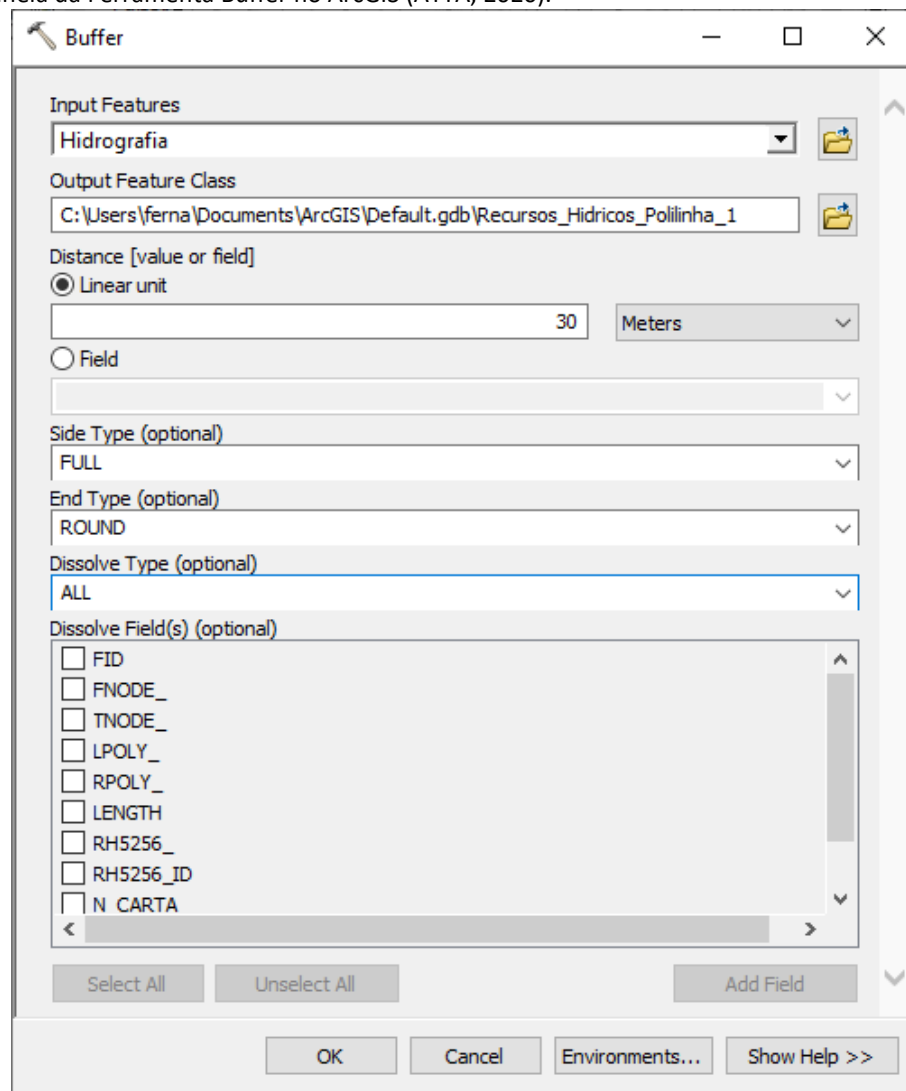


Figura 30 - Janela da Ferramenta Buffer no ArcGIS (ATTA, 2020).



Hipsometria e Declividade

Além das APP de margens de rios, há também APP para preservar áreas de riscos (no Código Florestal, declividade superior à 45º) e de recarga de aquíferos (no Código Florestal, altitudes superiores à 1.800 metros).

Ambas podem ser obtidas a partir de um Modelo Digital do Terreno (MDT), aplicando-se classificação dos dados para hipsometria e as ferramentas de cálculo de declividade disponíveis no QGIS e ArcGIS. Lembre-se que a declividade pode ser expressa em graus (ângulo da inclinação) ou em porcentagem (divisão da altura pelo comprimento, multiplicado por 100).

No **QGIS**, após adicionar o MDT, muitas vezes é necessário recortá-lo para que este limite-se apenas à área de estudo, pois caso você fique aplicando as ferramentas de processamento no MDT inteiro, você poderá estar perdendo tempo. Para recortar um arquivo matricial (MDT) com os limites da sua área de estudo (ou por uma área delimitada por você), vá em Raster > Extrair > Recortar Raster pela Camada Máscara (Recortar Raster pela Extensão). A Figura 31 mostra a ferramenta para recorte usando a nossa área de estudo (Buffer500m).

Agora que temos um MDT de tamanho menor, vamos criar um **mapa hipsométrico**. Clique sobre o MDT recortado na lista de camadas e selecione Propriedades. Uma nova janela será aberta e você deverá clicar em Simbologia.

No item Tipo de Renderização, selecione Banda Simples Falsa-cor, isso permitirá que você atribua diferentes cores para diferentes intervalos de altitude. Sampaio e Brandalize (2018) colocam para representação do relevo por cores, é senso comum atribuir tons de azul ou verde para áreas baixas e tons de marrom para áreas altas.

Dessa forma, vamos manter o valor do campo Interpolar como Linear (para um resultado mais “exato”, troque este valor para Método Discreto); procurar no Gradiente de Cores o gradiente Spectral e inverê-lo. Caso necessário, você pode editar os valores dos intervalos, cores e rótulos no quadro em branco desta janela. Você ainda pode configurar a forma de divisão dos intervalos alterando o Modo (tanto para Intervalo Iguais ou Quartil) ou mudando a quantidade de classes em Classes (Figura 32).

Após clicar em OK, você terá o seu MDT classificado, podendo ser aberto em um layout de impressão para a criação do seu mapa hipsométrico (Veja o capítulo Mapas de Localização para ver como criar um layout de impressão).

Para o **mapa de declividade**, basta aplicar a ferramenta Declividade, disponível em Raster > Análise > Declividade. Nesta ferramenta você só deverá indicar o MDT no qual você deseja calcular a declividade, indicar se você quer o cálculo em graus ou em porcentagem e o local que o raster será salvo (Figura 33).

Figura 31 - Ferramenta de recorte de raster usando uma shapefile como máscara (ATTA, 2020).

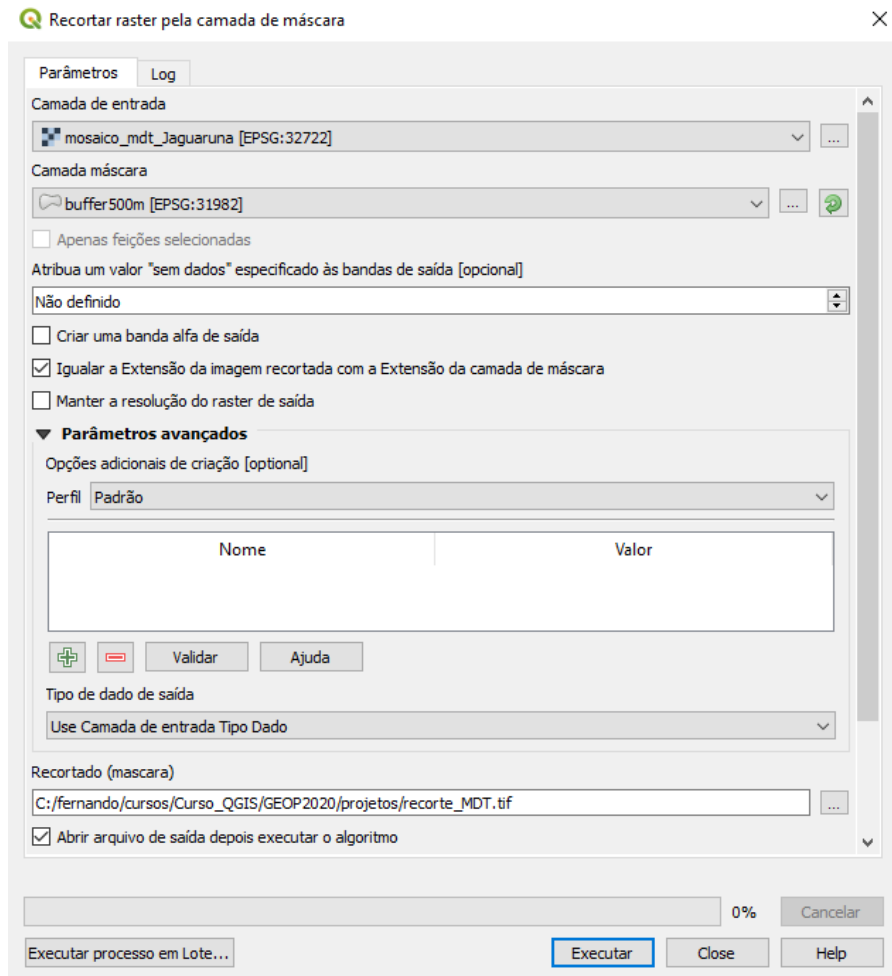


Figura 32 - Janela para edição do MDT e sua simbologia no QGIS (ATTA, 2020).

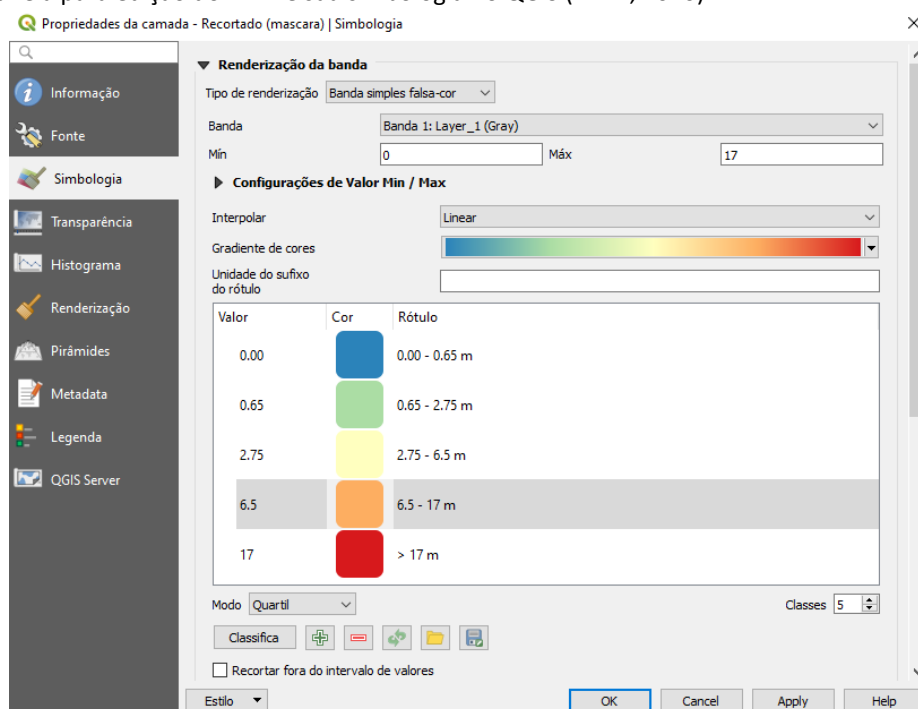
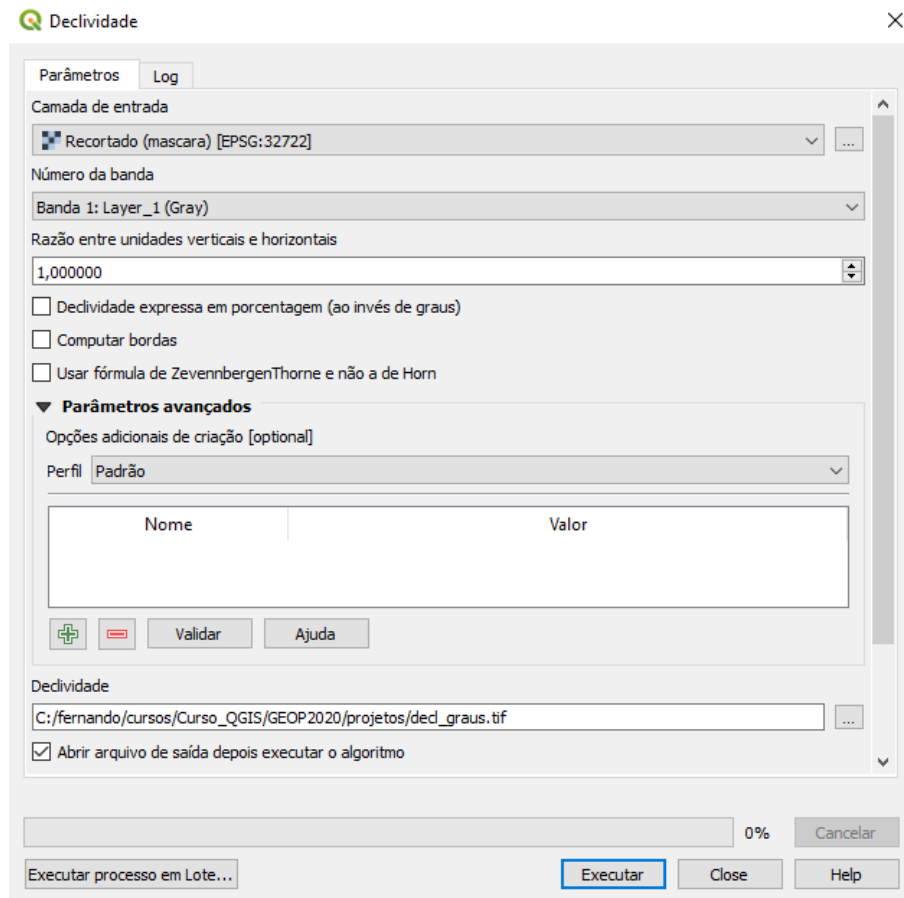


Figura 33 - Ferramenta para cálculo de declividade no QGIS (ATTA, 2020).



No **ArcGIS**, da mesma forma que no QGIS, para não ficar processando MDT grandes demais, vamos recortá-lo nos limites da nossa área de estudo. Para realizar esse procedimento, vá em ArcToolbox > Data Management Tools > Raster > Raster Processing > Clip. A Figura 34 mostra a janela desta ferramenta. Para recortar exatamente nos limites da sua área de estudo, marque a caixa “Use Input Features for Clipping Geometry”.

Após recortar o MDT, para modificar as cores dele e criar um **mapa hipsométrico**, clique sobre o MDT na lista de camadas e selecione Properties. Vá na aba Symbology, e no item Show, troque para Classified. Você pode configurar o número de classes modificando o item “Classes” ou ainda modificando o método como são realizados os intervalos em “Classify”. Caso você queira editar os intervalos, você terá que realizar isso na janela aberta ao clicar em “Classify” e editar os itens em “Break Points”. Em “Color Ramp”, você escolherá o gradiente das cores e no item “Label”, o rótulo de cada intervalo (Figura 36).

Agora com a classificação realizada, você pode criar um layout para o seu mapa de hipsometria (confira o capítulo Mapas de Localização para ver como criar o seu layout).

Por fim, para realizar o cálculo da **declividade**, utilize a ferramenta Slope, disponível em ArcToolbox > 3D Analyst Tools > Raster Surface > Slope. Indique qual será o MDT, o arquivo de saída e se a declividade será calculada em graus ou porcentagem (*Output measurement*) (Figura 35).

Figura 34 - Janela para recorte de arquivo matricial no ArcGIS (ATTA, 2020).

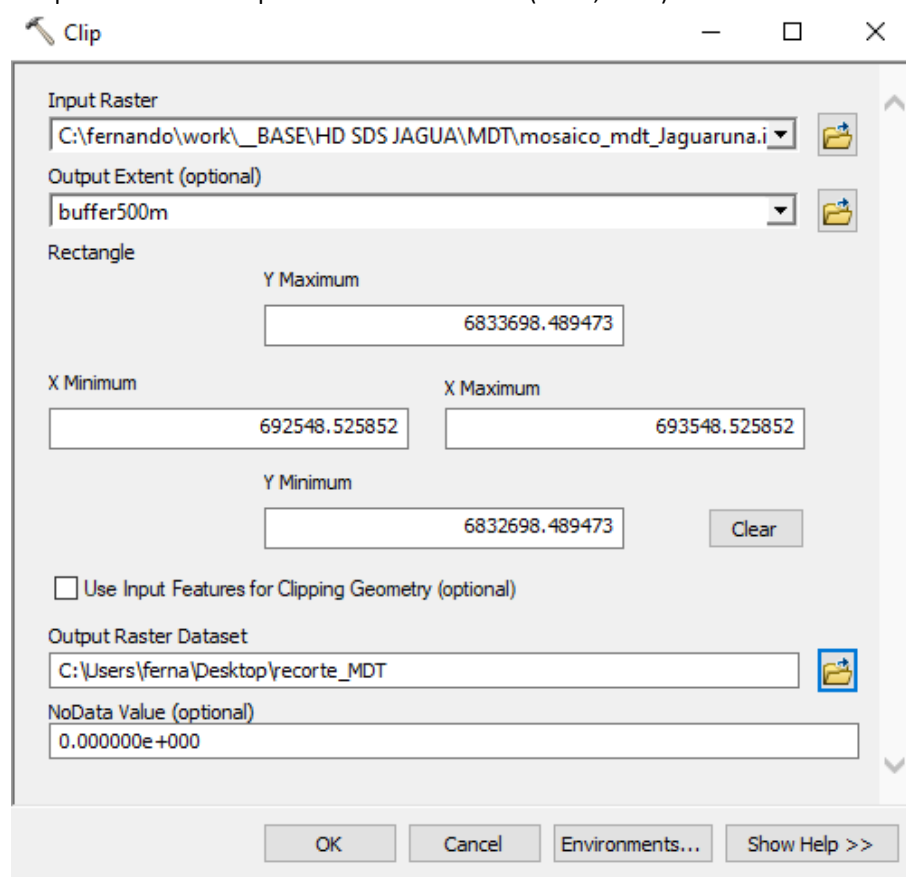


Figura 35 - Janela da ferramenta Slope (Declividade) no ArcGIS (ATTA, 2020).

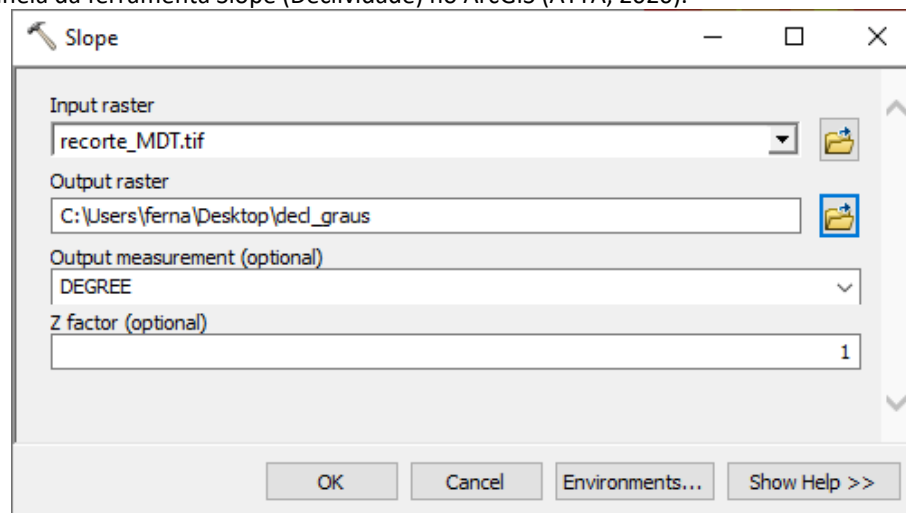
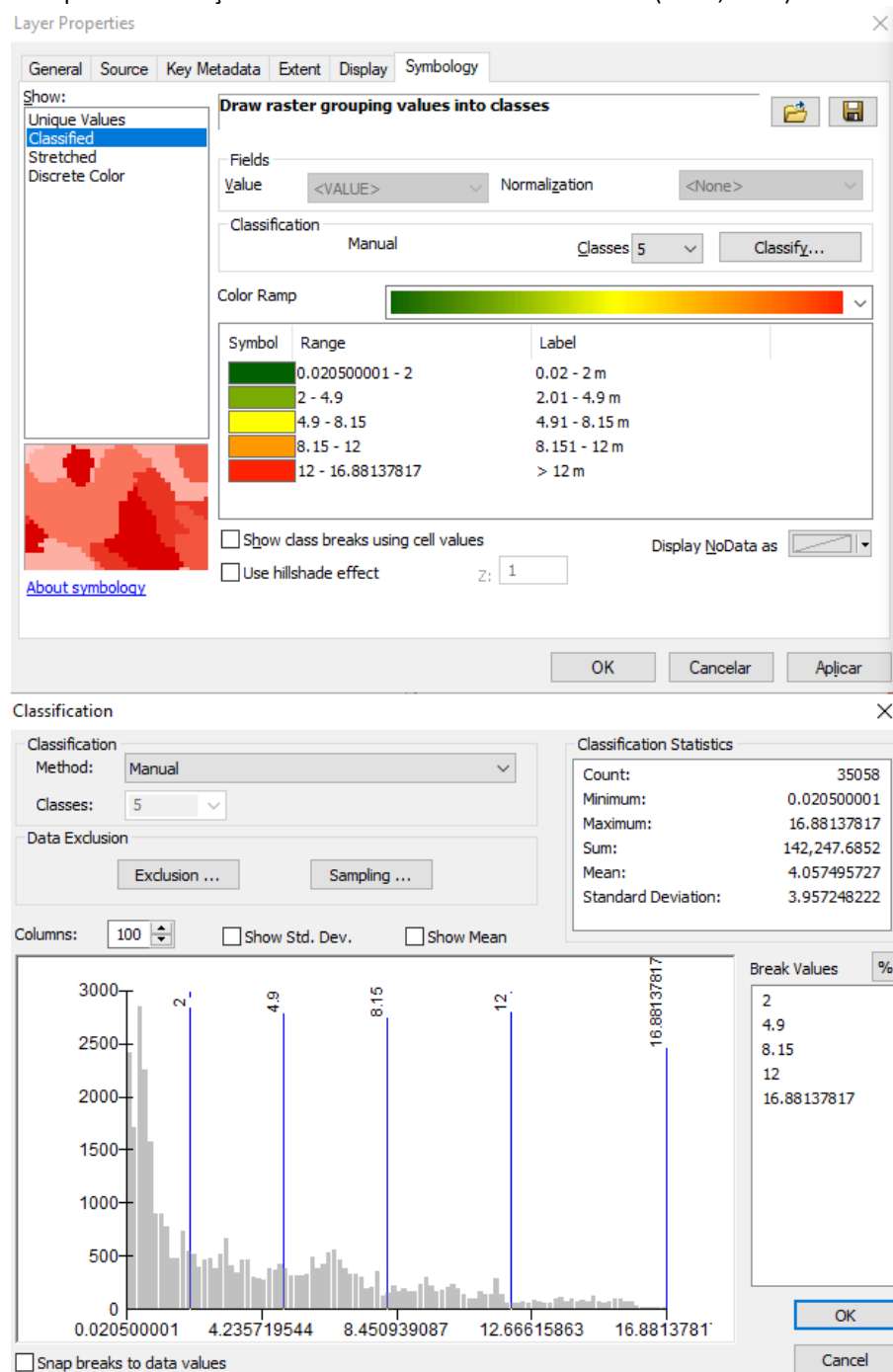


Figura 36 - Janelas para classificação dos intervalos de um MDT no ArcGIS (ATTA, 2020).



Georreferenciamento de Imagens

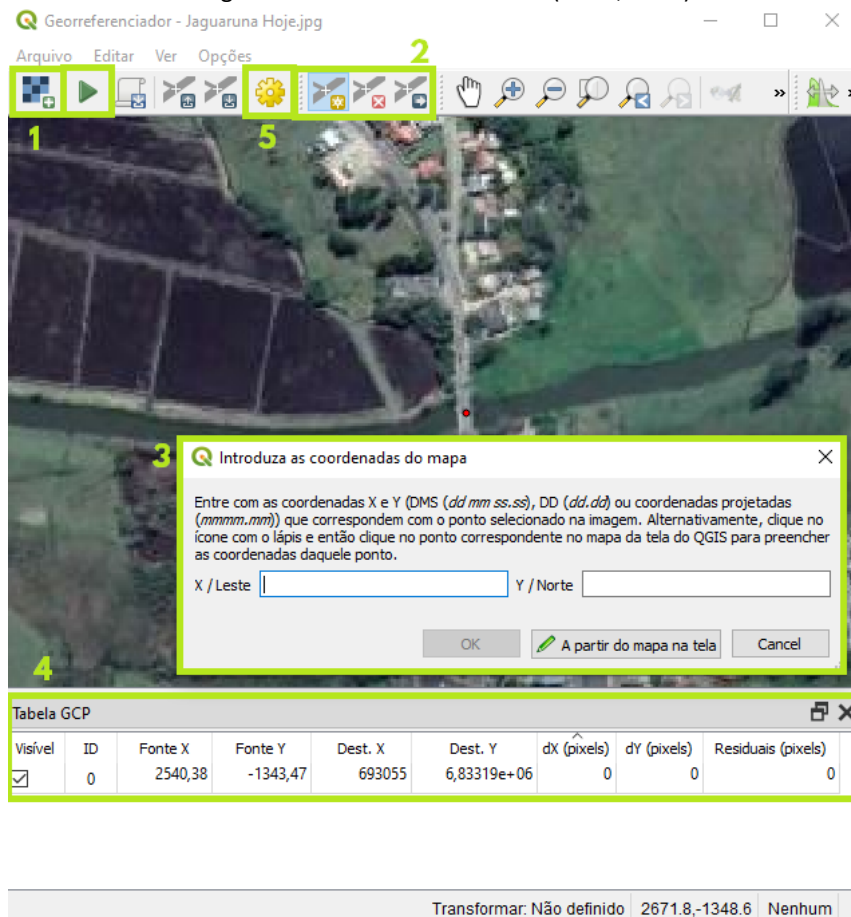
Embora grande parte das imagens aéreas disponíveis já estejam georreferenciadas (isto é, ao abrir elas no SIG, elas estarão com suas coordenadas no local certo), em algumas situações é necessário georreferenciá-las pois elas acabam ficando com coordenadas x e y iguais à 0.

Tais situações envolvem mapas antigos, imagens aéreas históricas ou planos diretores onde só temos acesso ao mapa finalizado.

No **QGIS**, vá em Raster > Georreferenciador. Na janela que será aberta, adicione a imagem sem referência, o QGIS irá solicitar em qual sistema de coordenadas ela está, assim, escolha aquele na qual você deseja georreferenciar (ou, caso seja uma mapa já finalizado, escolha o datum dele). A mostra o procedimento para adicionar pontos de georreferenciamento, sendo que os números apresentados são detalhados abaixo:

1. Botão para adicionar a imagem sem referência;
2. Botões para adicionar, remover ou mover pontos de controle;
3. Janela que será aberta quando você clicar na imagem sem referência e inserir a coordenada referente à este ponto;
4. Tabela dos pontos de controle adicionados (após a transformação, é indicado a quantidade de Residuais, isto é, o quanto de erro há em cada ponto – Quanto menos, melhor);
5. Botão para entrar nas configurações de georreferenciamento;
6. Botão para iniciar o georreferenciamento.

Figura 37 - Janela da ferramenta de georreferenciamento no QGIS (ATTA, 2020).



No passo 5, nas configurações do georreferenciamento, a escolha do tipo de transformação é importante. Sugere-se o uso dos tipos Polinomial 1 ou Projetiva. Abaixo é apresentado a descrição dos tipos disponíveis:

- Linear: Usado apenas para criar um arquivo World (relacionado ao georreferenciamento);
- Helmert: Transforma o raster por meio de rotações e modificação da escala;
- Polinomial 1: Transforma o raster, preservando colinearidade (linha de pontos na imagem inicial se manter alinhada na imagem final), permitindo rotacionar, modificar a escala e translação;
- Polinomial 2 e 3: Transforma o raster usando equações de 2º ou 3º grau, inserindo curvaturas no raster (modificando, assim, a distância);
- Suavizador em Lâminas Finas (TPS): Método de georreferenciamento moderno, permitindo deformações locais (útil para imagens de baixa qualidade);
- Projetiva: Rotação linear e translação das coordenadas (útil para imagens escaneadas).

Ainda no passo 5, o método de reamostragem se refere a como os pixels serão realocados na imagem nova. Sugere-se o uso dos vizinhos mais próximos (para não alterar as estatísticas da imagem) ou o cúbico suavizado (para um valor mais suavizado).

Após inserir todos os pontos de controle, você pode escolher o tipo de transformação e verificar aquele que fornece um menor erro. Você ainda pode desmarcar pontos na tabela de pontos de controle para verificar a influência nos erros obtidos.

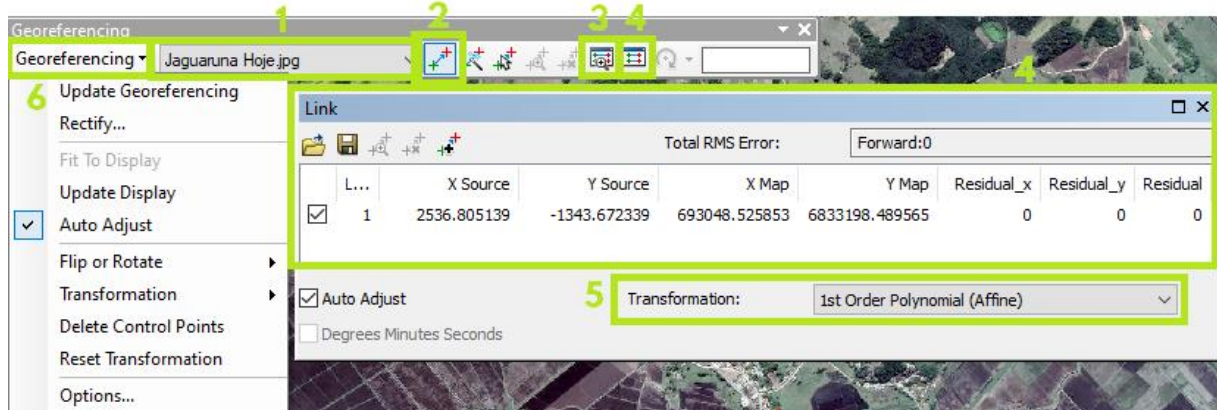
Por fim, clique no botão para iniciar o georreferenciado. Após isso, o QGIS irá adicionar a imagem ao projeto.

No **ArcGIS**, ao adicionar a imagem sem referência, será informada que a imagem não tem sistema de coordenadas, nesta janela, basta clicar em OK. Em seguida, na barra de menu, clique em Customize > Toolbars > Georeferencing, para habilitar a ferramenta de georreferenciamento.

Os procedimentos normalmente adotados para o georreferenciamento de imagens é apresentado abaixo, onde cada número representa uma etapa na Figura 38.

1. Menu para seleção da imagem que será georreferenciada;
2. Botão para adicionar pontos de controle (para adicionar pontos exatos, clique no ponto desejado e clique com o botão direito no mapa, selecione Input X and Y);
3. Botão para abrir janela mostrando imagem sem referência (possibilita clicar nela e em seguida, ir no mapa para clicar no ponto correto);
4. Botão para abrir a janela contendo os pontos de controle inseridos (Residual e Total RMS Error são os erros vinculados ao georreferenciamento, quanto menor, melhor);
5. Tipo de transformação do georreferenciamento;
6. Menu com opções relacionadas ao georreferenciamento.

Figura 38 - Janela para georreferenciamento de imagens no ArcGIS (ATTA, 2020).



No passo 5, os tipos de transformação são habilitados conforme você adiciona mais pontos de controle. Sugere-se o uso dos tipos 1st Order Polynomial (Affine) ou Projective Transformation. Abaixo é apresentado a descrição dos tipos disponíveis:

- Zero Order Polynomial (Shift): Usado apenas para mover arquivos já georreferenciados;
- First Order Polynomial (Affine): Transforma o raster, preservando colinearidade (linha de pontos na imagem inicial se manter alinhada na imagem final), permitindo rotacionar, modificar a escala e translação;
- 2nd/3rd Order Polynomial: Transforma o raster usando equações de 2º ou 3º grau, inserindo curvaturas no raster (modificando, assim, a distância);
- Adjust: Combina transformações polinomiais com interpolações por triangulação;
- Spline: Transformação que ajusta os pontos de controle aos pontos de origem (por meio de curvas), inserindo curvaturas na imagem;
- Projetiva: Rotação linear e translação das coordenadas (útil para imagens escaneadas).

Enquanto você adiciona pontos, você pode desmarcar a caixa Auto Adjust para que o ArcGIS não fique atualizando o georreferenciamento instantaneamente.

Após finalizar a adição de pontos de controle, você tem duas opções no ArcGIS para salvar a imagem georreferenciada. A primeira é salvar um novo arquivo clicando em Rectify (opção mais adequada). A segunda é clicando em Update Georeferencing (o qual vai salvar em cima da imagem original, o que pode ser um problema, caso você precise da imagem original, não georreferenciada, novamente).

Cobertura e Uso do Solo

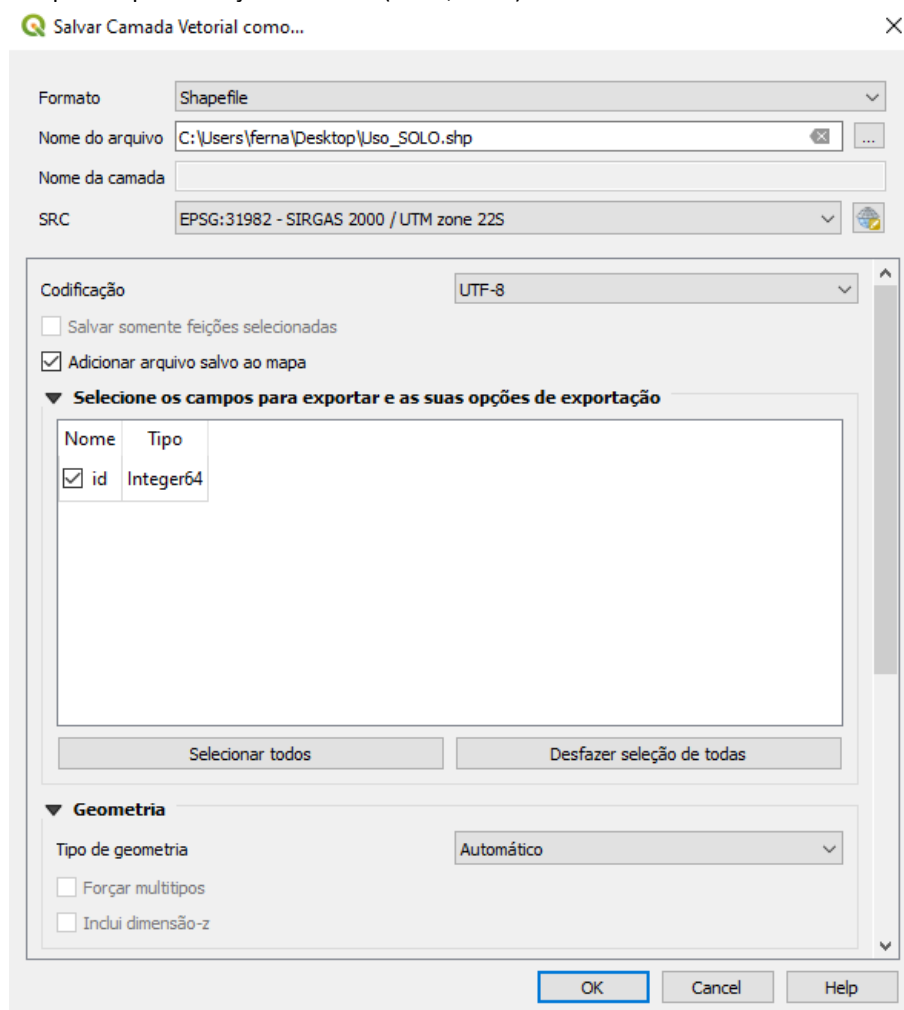
O desenvolvimento de mapas temáticos como o de Uso e Cobertura do Solo são fundamentais em estudos ambientais para quantificar o impacto do empreendimento em áreas contendo matas nativas, agricultura, residências ou outros usos que não poderão coexistir na área.

Nesse sentido, o SIG torna-se um grande aliado, possibilitando realizar essa quantificação de forma rápida e eficiente.

O ideal para as áreas diretamente afetadas (ADA) pelo empreendimento é o desenvolvimento deste mapa usando imagens aéreas levantadas por drones/VANTs, possibilitando maior detalhamento e o uso de uma imagem atualizada.

No **QGIS**, após adicionar a imagem aérea que será usada como base, crie uma cópia do seu shapefile que contém a sua área de estudo (ou da área que será mapeada). Você pode criar uma cópia dele clicando sobre o shapefile, indo em Exportar > Salvar Feição Como (Figura 39). Lembre-se que é por este caminho que você pode exportar seus shapefiles para formatos como KMZ (Google Earth) ou DXF (AutoCAD).

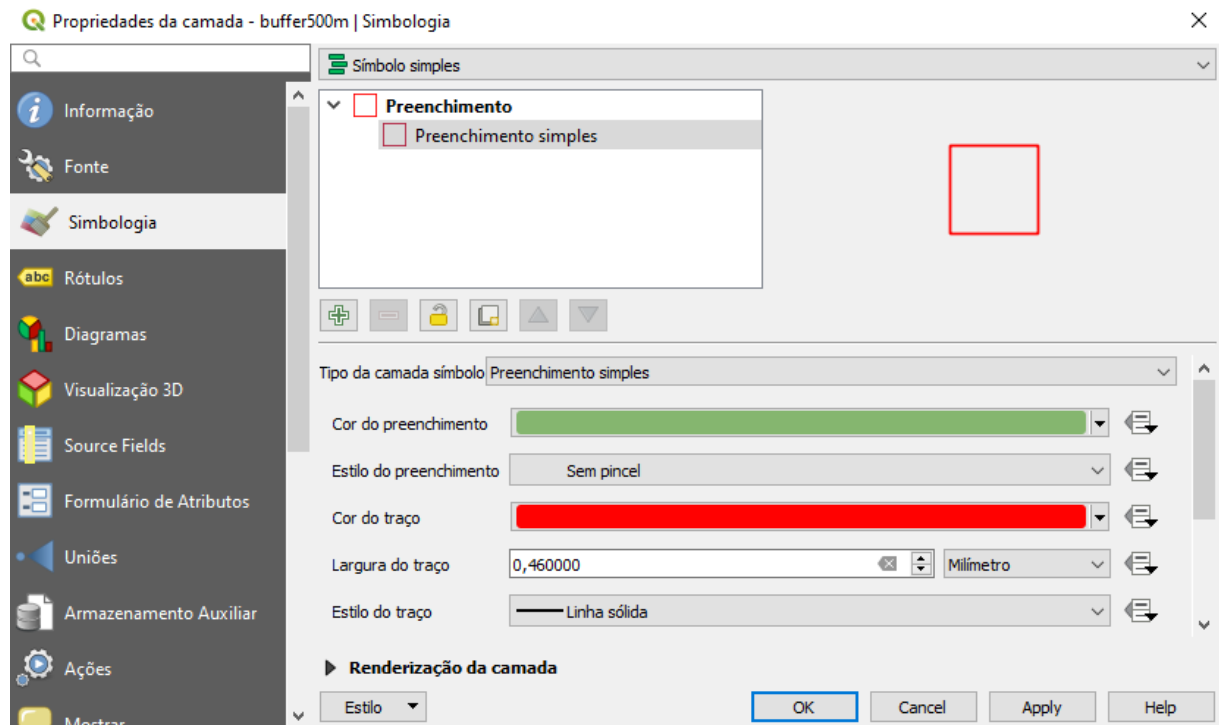
Figura 39 - Janela para exportar feições no QGIS (ATTA, 2020).



Após exportar o arquivo shapefile, você terá um novo arquivo vetorial que deverá ser recortado várias vezes, contornando os usos do solo definidos.

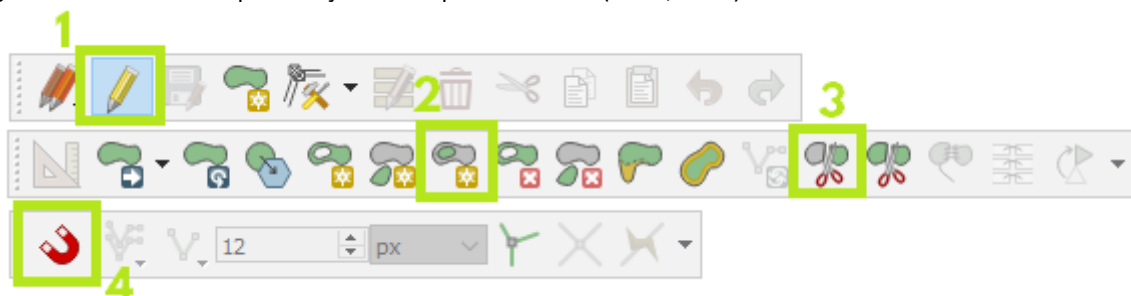
Para realizar esse procedimento, iremos configurar a simbologia do shapefile uso do solo para que ele não tenha preenchimento, possibilitando que visualizemos a imagem aérea que estará no fundo. Para isso, clique com o botão direito sobre o shapefile e clique em Propriedades. Na aba Simbologia, mantenha a simbologia como símbolo simples e preenchimento simples, clique no segundo e no Estilo de Preenchimento, coloque sem pincel. Você ainda pode aumentar a espessura da linha em Largura do Traço, para facilitar a visualização das divisões (Figura 40).

Figura 40 - Modificando a simbologia para delimitar os usos do solo (ATTA, 2020).



Agora que já temos nosso shapefile preparado, vamos iniciar sua edição clicando sobre o lápis amarelo (1) na Barra de Menu e em seguida, vamos usar a ferramenta Quebrar Feições (3) para recortar nosso polígono em várias partes (conforme uso do solo). Caso seja necessário criar polígonos dentro do polígono existente, é necessário usar a ferramenta Preencher Anel (2). Além disso, em alguns momentos é interessante ligar as Ferramentas de Aderência (Snap) (4), disponíveis em Exibir > Barra de Ferramentas > Ferramentas de Aderência (Figura 41).

Figura 41 - Ferramentas para edição do shapefile no QGIS (ATTA, 2020).

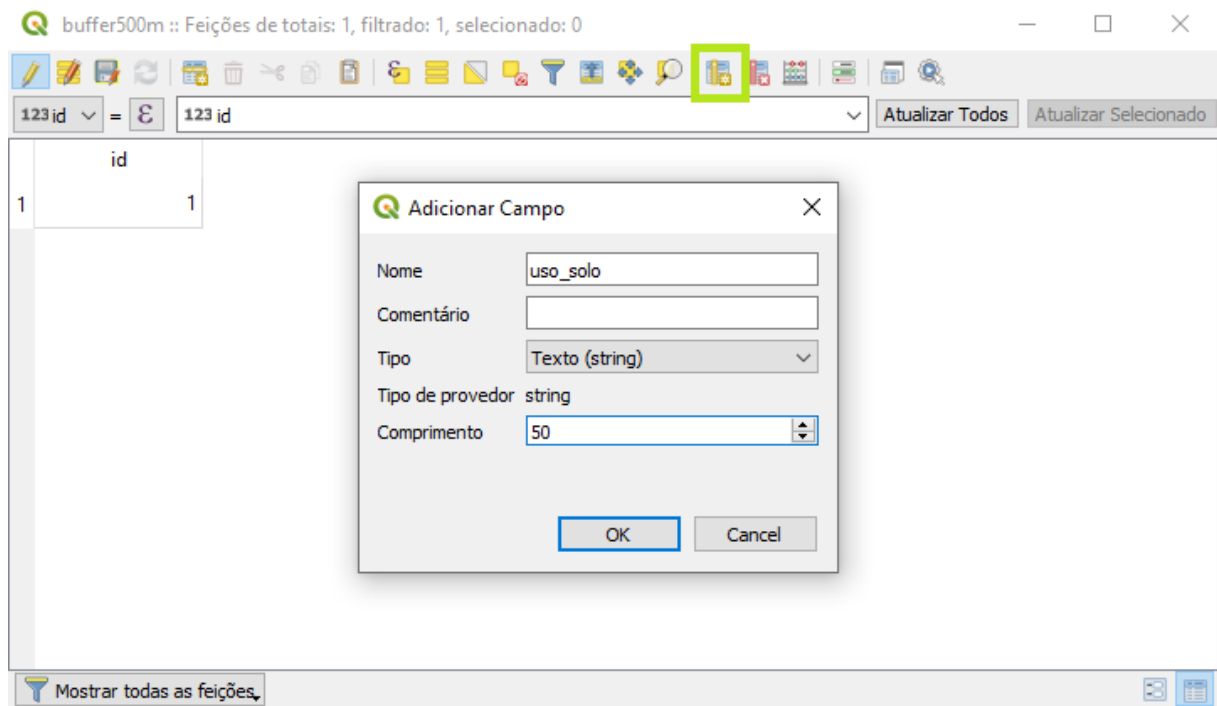


Após finalizar as edições, salve clicando no disquete azul.

Agora vamos criar uma nova coluna na tabela de atributos para receber a classe de uso do solo de cada polígono criado. Clique sobre o shapefile de uso do solo com o botão direito e selecione Abrir Tabela de Atributos. Procure por Novo Campo para adicionar uma nova coluna, uma nova janela será

aberta onde você deverá indicar o nome da coluna, o tipo de dado a ser armazenado e seu tamanho (Figura 42).

Figura 42 - Adicionando nova coluna na tabela de atributos (ATTA, 2020).

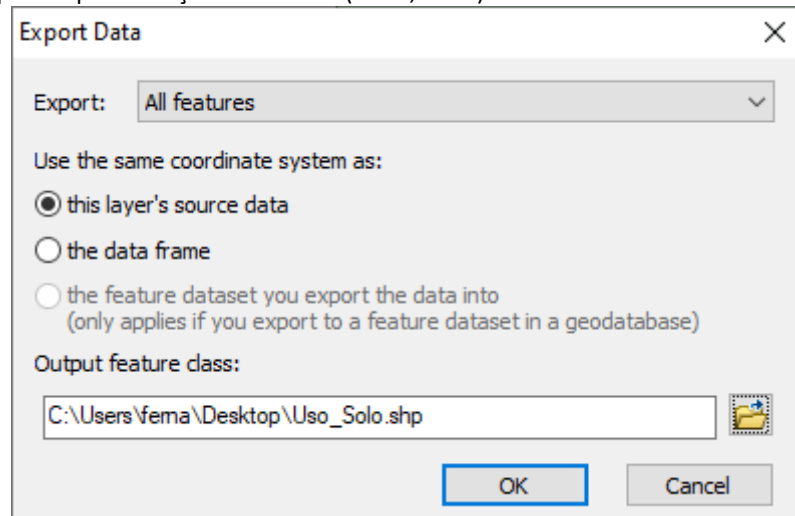


Agora você pode selecionar os polígonos de uso do solo, sendo que ao selecioná-los no mapa, eles serão também selecionados na tabela de atributos, possibilitando adicionar qual é o tipo de uso do solo. Após renomear todos os polígonos, salve e finalize a edição.

Para concluir o mapa de uso do solo, basta modificar a simbologia do seu mapa considerando a coluna da tabela de atributos contendo os dados referentes às classes de uso do solo.

No **ArcGIS**, após adicionar uma imagem como base do mapeamento, crie uma cópia do shapefile contendo a sua área de estudo. Faremos isso para recortar o shapefile em vários pedaços, conforme a classe do uso do solo. A cópia do shapefile pode ser realizada clicando sobre o shapefile com o botão direito e indo em Data > Export Data. Uma nova janela será aberta, onde você indicará quais feições será exportadas (*All features*), o sistema de coordenadas e onde o arquivo será salvo (Figura 43).

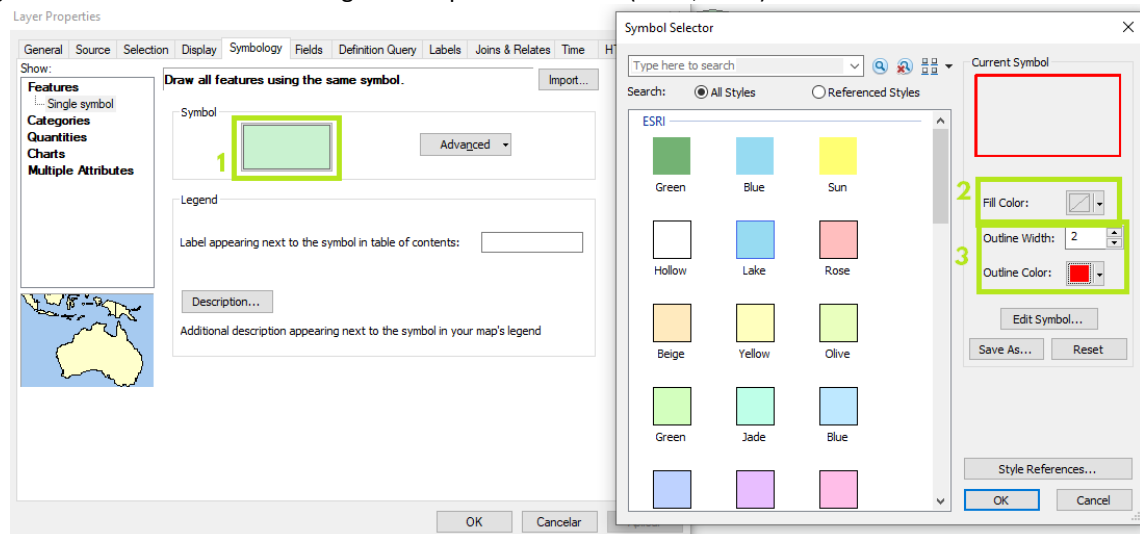
Figura 43 - Janela para exportar feições no ArcGIS (ATTA, 2020).



Após criar um shapefile para o uso do solo, vamos modificar a sua simbologia para que este não apresente nenhum preenchimento e apresente contornos vermelhos (para facilitar o mapeamento).

Para alterar a simbologia, clique com o botão direito sobre o shapefile e clique em Properties. Em seguida, vá na aba Symbology, clique sobre o quadrado em Symbol (1), altere a cor de preenchimento para No Color (2) e aumente o tamanho do contorno e sua cor (3) (Figura 44).

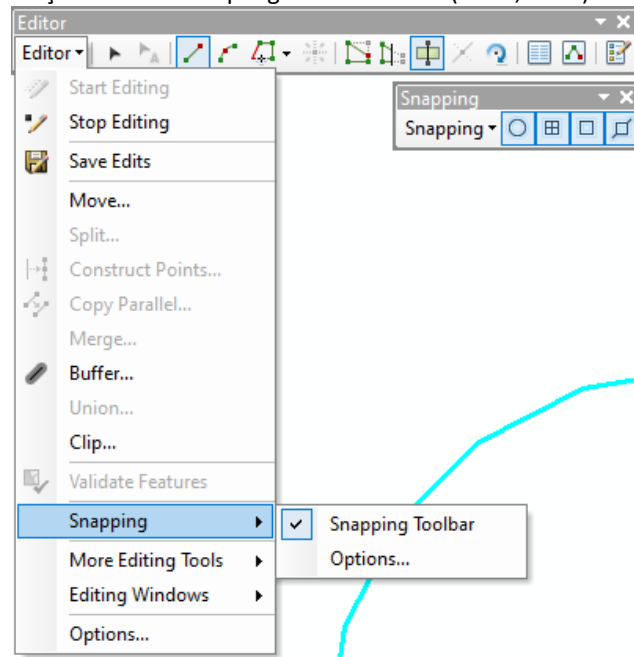
Figura 44 - Modificando a simbologia de shapefile no ArcGIS (ATTA, 2020).



Agora que já configuramos as cores, vamos começar a edição do nosso shapefile. Na barra de edição, clique em Editor > Start Editing para iniciar a edição (caso essa barra não esteja aparecendo, você pode ativar ela clicando, na barra de menu, em Customize > Toolbars > Editor).

Após iniciar a edição, selecione a feição que você deseja cortar e clique sobre a ferramentna Cut Polygons Tool (Figura 45). Lembre-se que para cortar uma feição, você deve iniciar e terminar o recorte fora do polígono que você deseja cortar (e caso você queira criar um polígono dentro dele mesmo, você terá que cruzar a linha de recorte). Em algumas situações, é interessante você ligar a ferramenta de Snapping, disponível em Editor > Snapping > Snapping Toolbar.

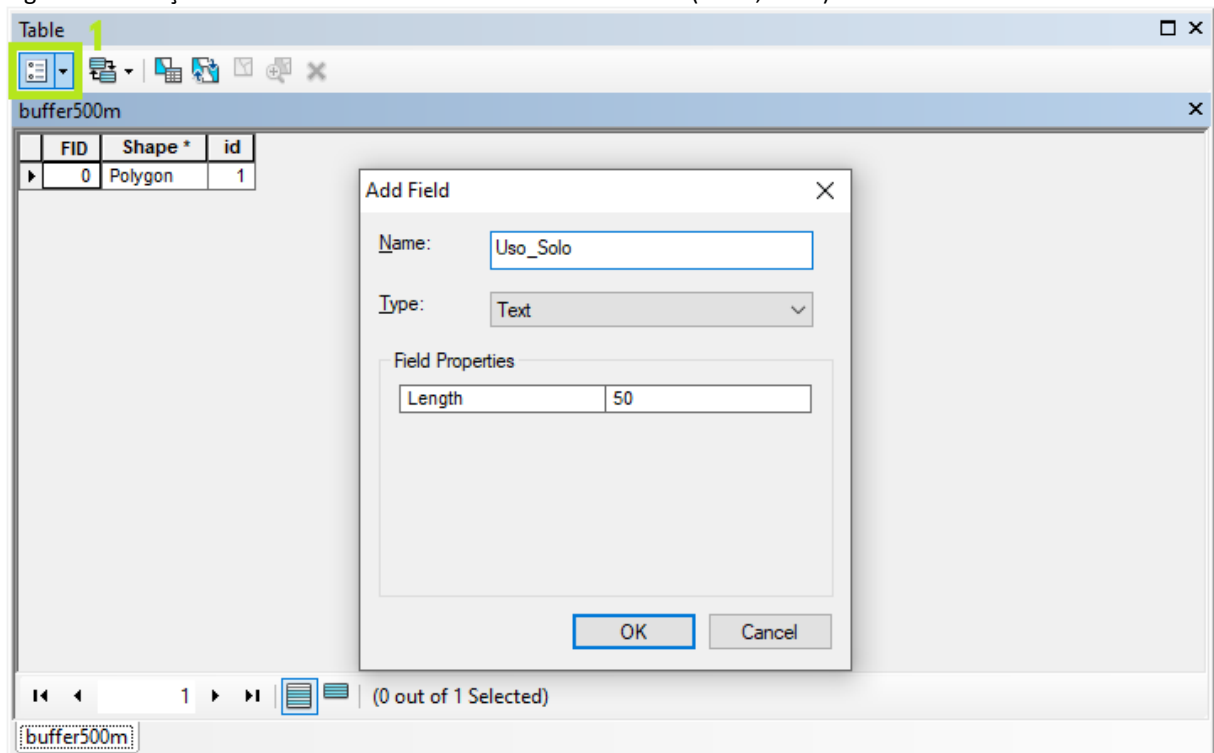
Figura 45 - Ferramenta de edição e recorte de polígonos no ArcGIS (ATTA, 2020).



Quando você finalizar as edições, clique em Save Edits (para salvar as modificações) e finalize a edição (clitando em Stop Editing).

Agora vamos abrir a tabela de atributos do nosso shapefile de uso de solo para criarmos uma coluna para conter a classe de uso do solo da área de estudo. Clique sobre o shapefile e vá em Open Attribute Table. Na nova janela aberta (Figura 46), clique em Table Options (1) e em seguida em Add Field. Nomeie a coluna e coloque como do tipo texto e clique em OK.

Figura 46 - Criação de colunas na tabela de atributos no ArcGIS (ATTA, 2020).



Após a criação da coluna, ligue novamente a edição do shapefile (Editor > Start Editing) e vá clicando sobre as feições, ao selecionar elas, as linhas delas na tabela de atributos também serão selecionadas, possibilitando sua edição e inserção da classe de uso do solo. Ao finalizar, salve as edições e feche a edição.

Para concluir o mapa de uso do solo, basta modificar a simbologia do seu mapa considerando a coluna da tabela de atributos contendo os dados referentes às classes de uso do solo.

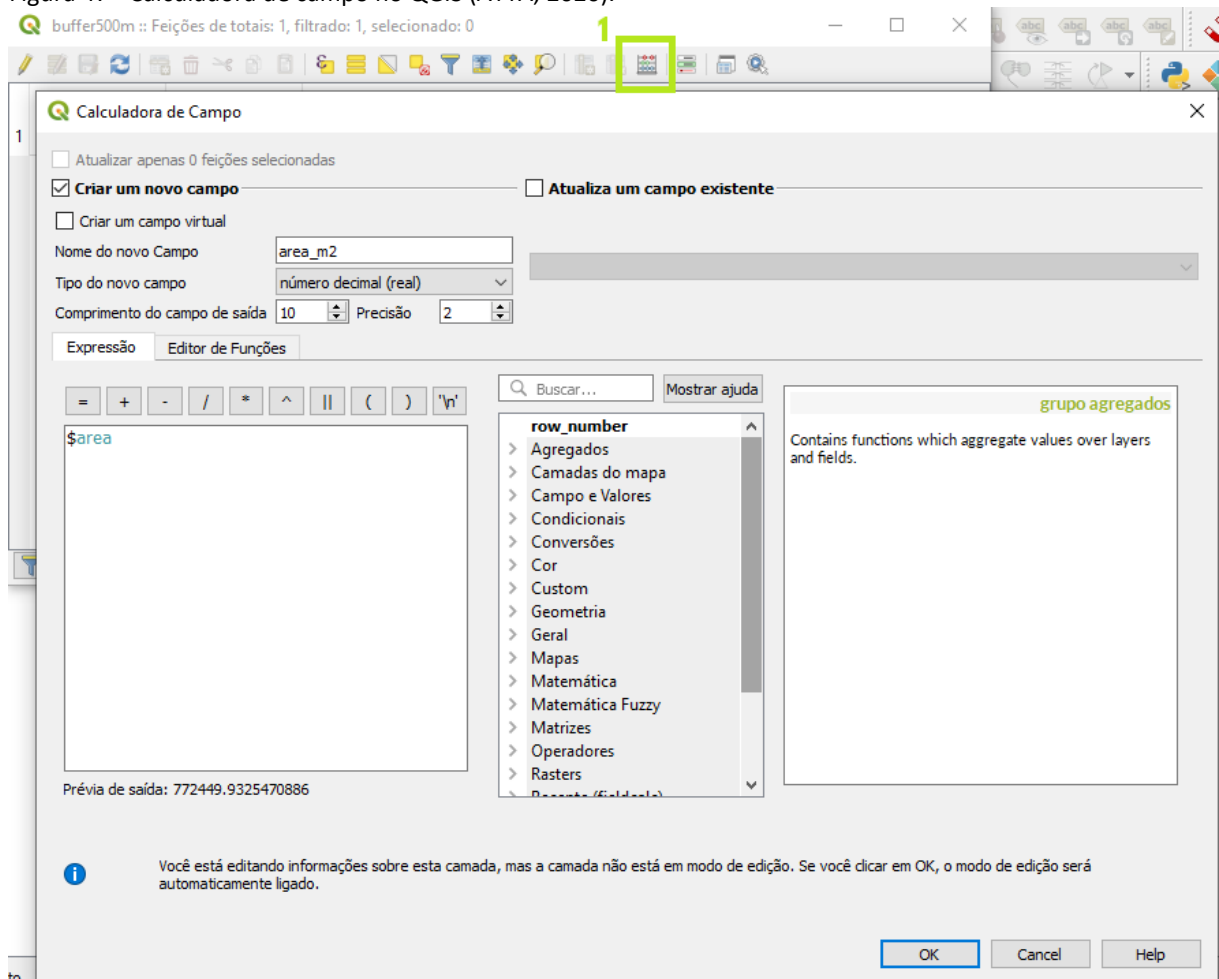
Cálculo de Áreas

Em várias situações será necessário o cálculo das áreas ocupadas por cada classe de uso do solo. Para resolver esse problema, vamos utilizar a calculadora de campo (Field Calculator) presente tanto no QGIS quanto no ArcGIS.

No **QGIS**, primeiramente é necessário configurar o modelo elipsoidal usado no cálculo da área. Para isso, na barra de menu, vá em Projeto > Propriedades e em seguida, clique na aba Geral. Procure pelo item “Elipsóide (para cálculo de distância e área)” em Medições e troque ele por “None / Planimetric”.

Agora vamos abrir a tabela de atributos do nosso shapefile de uso do solo e vamos clicar em Abrir Calculadora de Campo (1). Nela, vamos marcar que queremos criar uma nova coluna chamada “area_m2”, do tipo Número Decimal, com precisão de 2 (duas casas decimais). Como expressão, vamos usar o código \$area, o qual irá retornar os valores de área de cada polígono criado (Figura 47).

Figura 47 - Calculadora de campo no QGIS (ATTA, 2020).



Embora o QGIS tenha complementos para resumir os dados de áreas das classes de uso do solo, sugerimos usar o Excel para realizar essa filtragem. Para realizar isso, exporte o shapefile com as classes de uso do solo e área para CSV (Clique sobre o shapefile, vá em Exportar > Salvar Feição Como). Na janela aberta, mude o formato para Valor Separado por Vírgula (CSV), possibilitando a abertura do arquivo no Excel.

No Excel, selecione as colunas das classes de uso do solo e das áreas e vá na aba Inserir e clique no botão Tabela Dinâmica. Na janela que será aberta, aperte OK. Uma nova aba da planilha será adicionada. No menu da tabela dinâmica, adicione o uso do solo como linha (ou coluna) e a área como valores (e selecione para que este seja somado – Você pode fazer isso clicando sobre ele, indo em Configurações do Campo). Agora você tem um resumo das suas áreas de forma fácil e rápida. A Figura 48 mostra a tabela no formato inicial e após a aplicação da tabela dinâmica.

Figura 48 - Tabela convencional, dinâmica e seu painel no Excel (ATTA, 2020).

	A	B	C		A	B	C
1	Uso do Solo	Area		1			
2	Pastagem	473		2			
3	Urbano	273		3	Row Labels	Sum of Area	
4	Urbano	442		4	Agricultura	931	
5	Agricultura	353		5	Pastagem	1290	
6	Pastagem	439		6	Urbano	929	
7	Agricultura	335		7	Grand Total	3150	
8	Urbano	214		8			
9	Agricultura	243		9			
10	Pastagem	378		10			
11				11			
12				12			
13				13			
14				14			
15				15			
16				16			
17				17			
18				18			
19				19			
20				20			
21				21			
22				22			
23				23			
24				24			

PivotTable Fields

Choose fields to add to report:

Search

☒ Uso do Solo

☒ Area

MORE TABLES...

Drag fields between areas below:

FILTERS

COLUMNS

ROWS

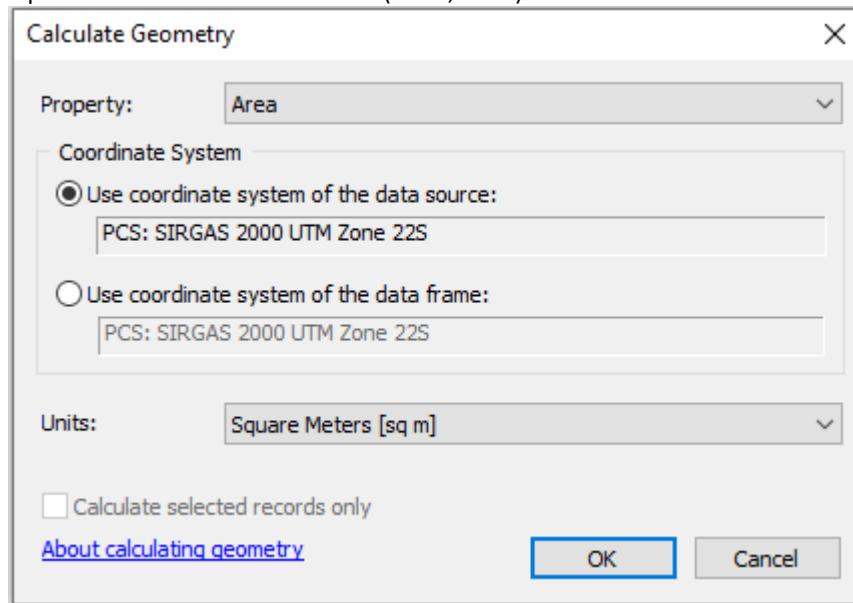
Uso do Solo

VALUES

Sum of Area

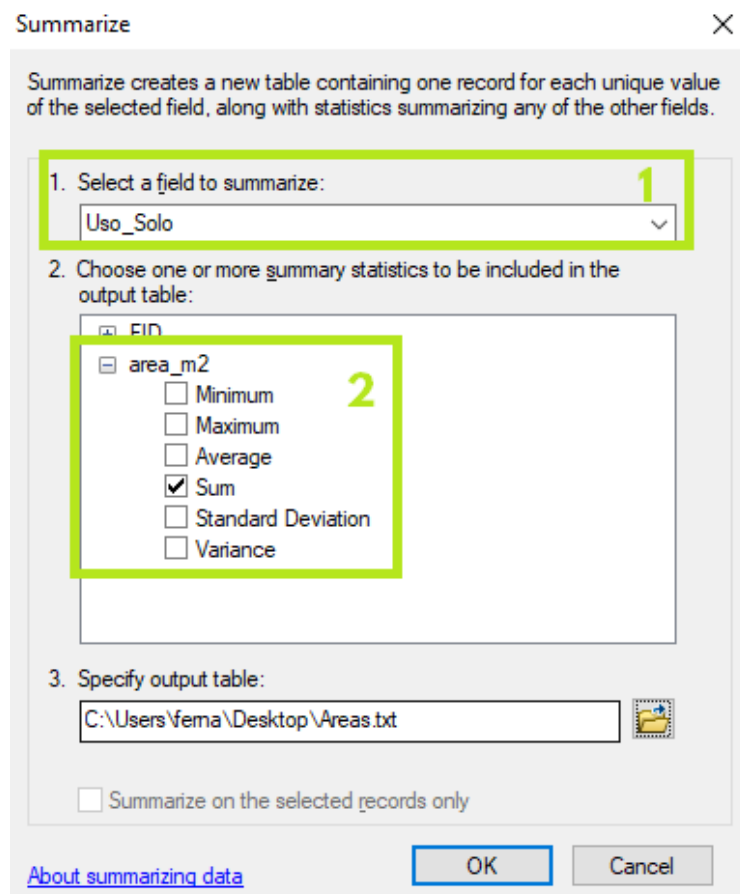
No **ArcGIS**, vamos abrir novamente a tabela de atributos do nosso shapefile de uso do solo e vamos criar uma coluna chamada “area_m2”, a qual deverá ser do tipo “Float” com precisão (Precision) igual à 12 (doze caracteres) e scale de 2 (duas casas decimais). Em seguida, clique no cabeçalho da nova coluna com o botão direito e selecione Calculate Geometry. Na nova janela aberta, marque Area em Property e escolha o sistema de coordenadas (Figura 49). Lembre-se que o cálculo de área no ArcGIS é realizado considerando uma projeção plana.

Figura 49 - Janela para o cálculo de área no ArcGIS (ATTA, 2020).



Após realizar o cálculo, o ArcGIS preencherá em cada linha a área de cada polígono. Para exportar as áreas de forma resumida (ou seja, somando todas as linhas contendo a classe de uso do solo 1), é necessário clicar com o botão direito sobre o cabeçalho da coluna de área, e ir em Summarize. Na nova janela aberta, escolha a coluna a ser resumida (coluna com as classes de uso do solo)(1) e no campo seguinte, marque Sum para a coluna contendo as áreas (2). Marque para salvar o resultado em TXT e clique em OK (Figura 50).

Figura 50 - Janela para resumir os dados de uma tabela de atributos no ArcGIS (ATTA, 2020).



Considerações Finais

Quando trabalhos com geoprocessamento, são vários procedimentos e atalhos e ferramentas, o que muitas vezes faz com que nos esqueçamos de como realizá-los. Mas não fique aflito. Em caso de dúvidas, há várias fontes na internet ensinando como realizar diversos procedimentos (e uma dessas fontes é o Blog 2 Engenheiros).

Além disso, conforme você vai utilizando essa ferramenta, mais familiarizado fica com ela e com o tempo, você vira mestre nela. Continue praticando que você, a cada dia que passa, também encontrará novas utilidades do geoprocessamento para sua vida profissional.

Sucesso.

Fernando Basquiroto de Souza.

Referências Consultadas

EB - Exército Brasileiro. Manual de Geoinformação. 1 ed. Ministério da Defesa, 2014. 83 p. (EB20-MC-10.209).

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Resolução da Presidência n. 01/2015. Disponível em:

<ftp://geoftp.ibge.gov.br/metodos_e_outros_documentos_de_referencia/normas/rpr_01_2015_sirgas2000.pdf>. Acesso em 15 dez. 2019.

LGA/UFJF - Laboratório de Geoprocessamento Aplicado / Universidade Federal de Juiz de Fora. Sensoriamento Remoto: Características das Imagens Orbitais. 2011. Disponível em <<http://www.ufjf.br/lga/files/2011/03/10-Caracter%C3%ADsticas-da-Imagens.pdf>>. Acesso em 15 dez. 2019.

SADLER, Jesse. Introduction to GIS with R. 2018. Disponível em <<https://www.jessesadler.com/post/gis-with-r-intro/>>. Acesso em 15 dez. 2019.

SAMPAIO, T.V.M.; BRANDALIZE, M.C.B. Cartografia Geral, Digital e Temática. Curitiba: PPG Ciências Geodésicas, 2018. 210 p.