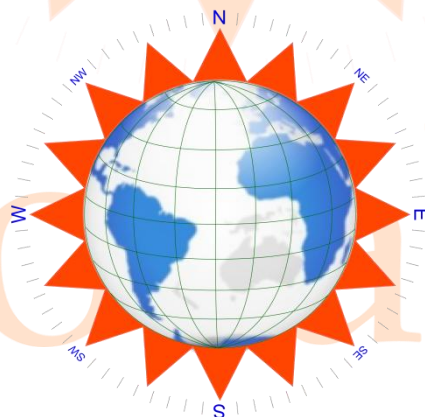


Mapas Temáticos no QGIS



<http://www.Geosaber.com.br>

2015

Sidney Schaberle Goveia

Mapas Temáticos no QGIS usando dados públicos



Geosaber é um projeto voltado ao ensino e treinamento em Geotecnologias Livres fundado em 2007.

Ministramos Cursos presenciais e práticos de QGIS há mais de 6 anos, *in House* (cidade de São Paulo) e *in Company*.

<http://www.geosaber.com.br>



QGIS é um Projeto internacional de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) Livre e Aberto (FOSS4GIS).

http://qgis.org/pt_BR/site



QGIS Brasil é uma Comunidade de Usuários que colabora com o suporte (tradução, website e grupos de discussão) para a disseminação do uso do QGIS no Brasil.

<http://qgisbrasil.org>



OSGeo é uma Fundação internacional que dá suporte ao desenvolvimento de projetos *Open Source* voltados à aplicações Geoespaciais.

<http://www.osgeo.org>

10/08/2015

Autor: Sidney Schaberle Goveia

Especialista em Geoprocessamento (desde 1996) e Instrutor de Cursos presenciais de SIGs livres (desde 2007). Sócio Consultor da Audoc.con Assessoria e Consultoria Ltda.

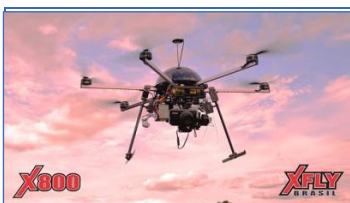
audoc.con
Assessoria e Consultoria Ltda.

Mapas Temáticos no QGIS

Conteúdo

1. Introdução.....	4
2. Camada Vetorial.....	5
2.1 Geração de Memorial Descritivo no QGIS.....	8
3. Camada Raster.....	12
3.1 Modelo de Terreno (Elevação).....	12
3.2 Imagem Landsat 8.....	17
3.2.1 Cálculo de Índice de Vegetação.....	20
3.2.2 Reclassificação de Imagem.....	22
3.2.3 Conversão para Vetor.....	24
4. Compositor de Impressão (layout do Mapa).....	25
5. Referências.....	27

Geosaber



Aeronaves Multirrotores (VANT/"Drone") com Projeto e Fabricação nacional.

<http://www.xflybrasil.com>

Aerolevantamentos (Mineração, Meio Ambiente, Construção Civil e Agricultura) e Serviço de Processamento de Fotografias Aéreas e SIG (Ortofotos e Modelos 3D).

<http://www.pangeo.com.br>

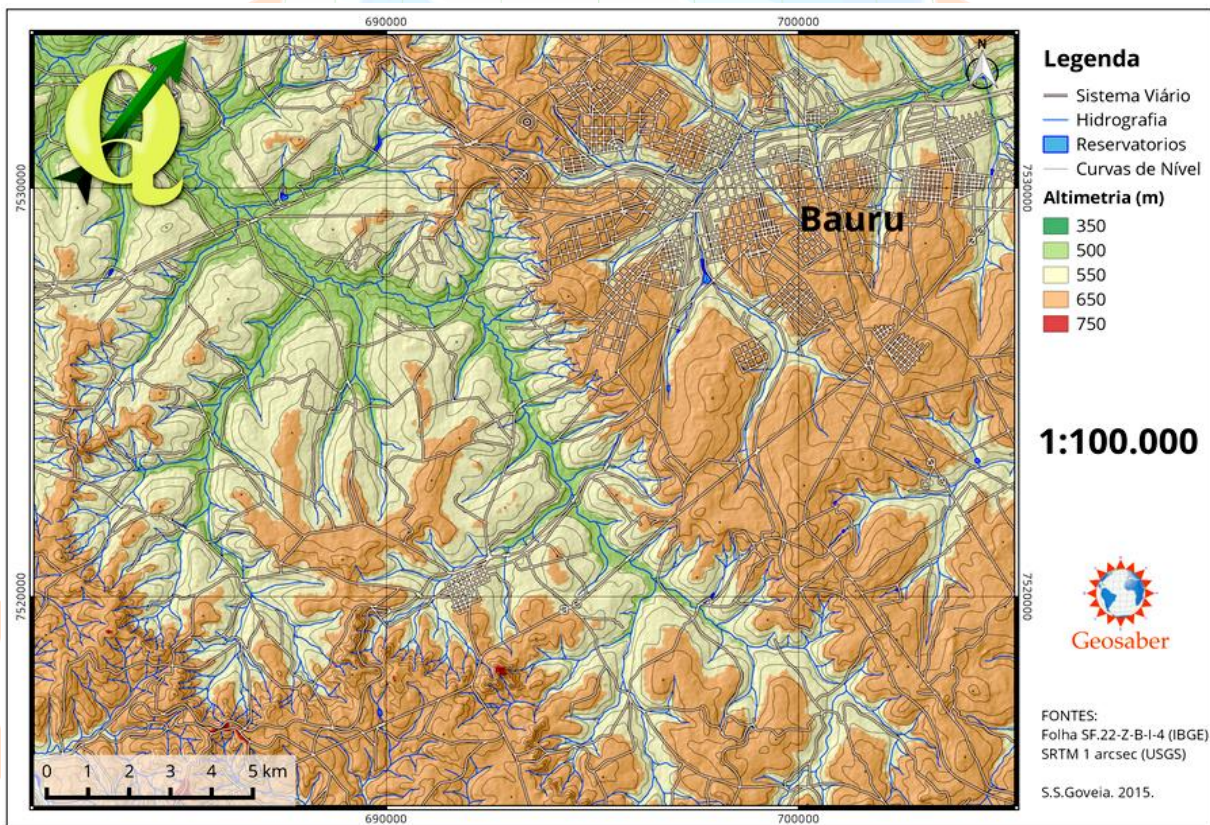


1. Introdução

Esse Mapa foi criado usando o **QGIS 2.8.3 Wien 64 bits - LTR** (versão de longa duração) no Windows 10 *Professional* (Computador Core i5 com 4GB de RAM).

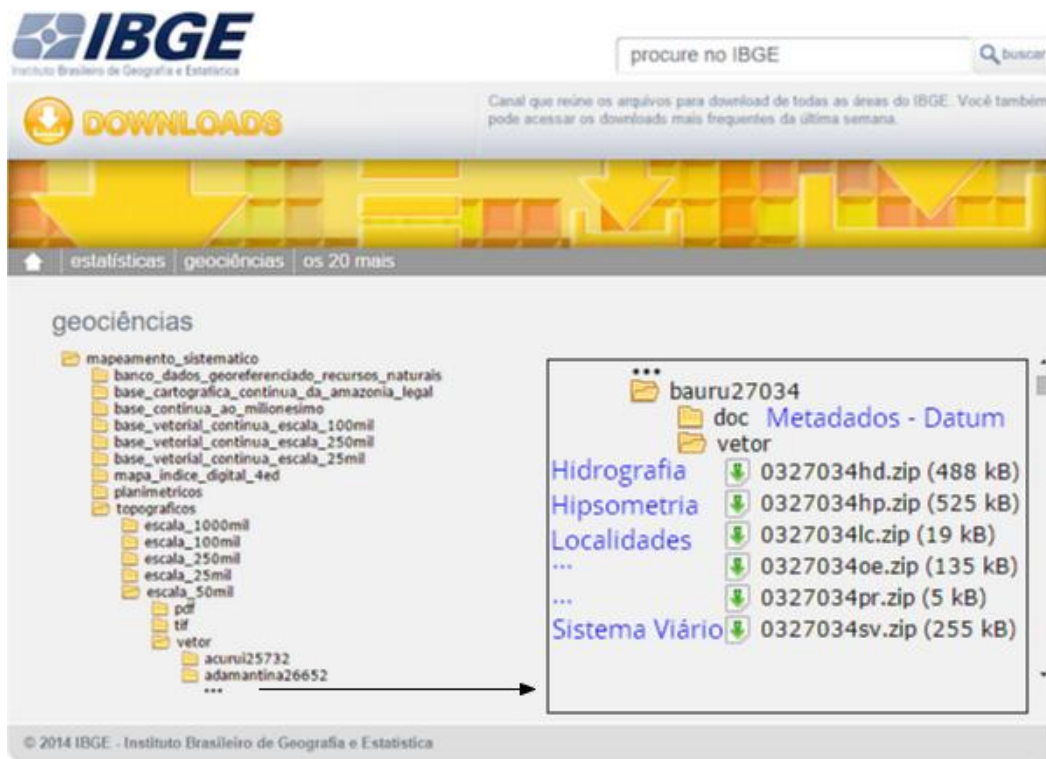
Algumas recomendações básicas de trabalho:

- O nome de usuário do Windows não pode conter acentuações e evite espaços entre palavras;
- Não use a pasta 'Desktop' no Windows, porque sobrecarrega o Sistema (tudo que está em seu desktop é carregado para a memória);
- Não use acentuação em nomes de Pastas e evite caminhos muito longos (endereços de pastas).
- Organize seus arquivos numa Pasta de Trabalho (*Workspace*) e armazene Imagens multibanda em pastas (facilita para fazer empilhamento das bandas e mosaicos das cenas).



2. Camada Vetorial

Primeiro vamos baixar a Carta Topográfica da Folha Bauru 1:50.000 no site do IBGE (tudo deve começar com uma boa base cartográfica).

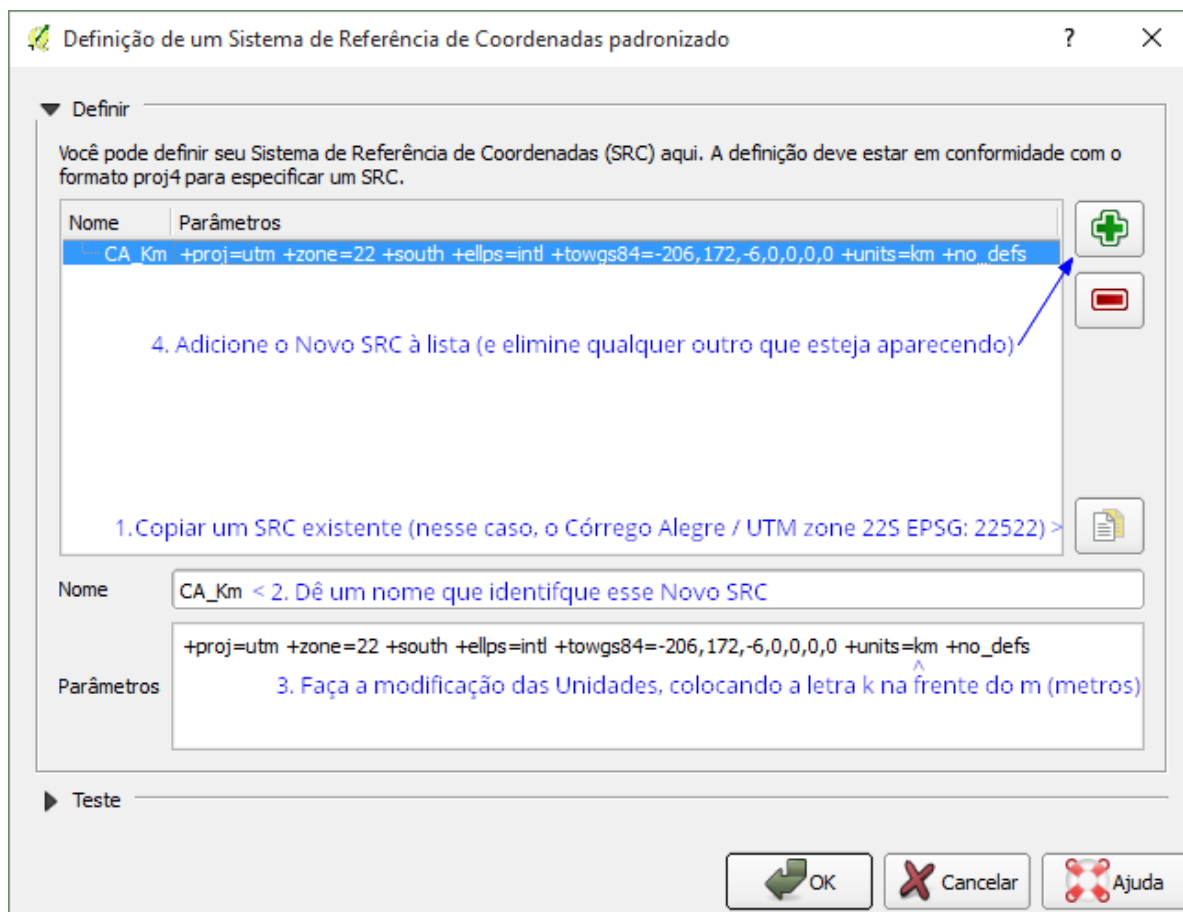


No caso de não existir o arquivo DOC com a descrição dos dados (e principalmente o *Datum* – Referencial, da Carta), você pode baixar a Carta digitalizada no site:

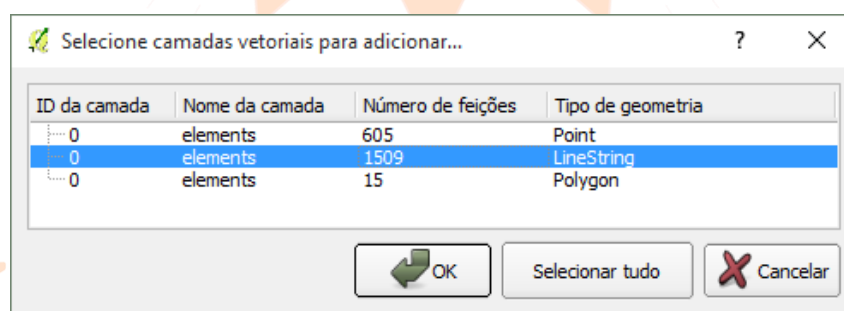
<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/mapas/GEBIS - RJ/SF-22-Z-B-I-4.jpg>

Agora, de posse dos Vetores e das informações do Sistema de Referência Espacial (SRC) onde temos SF.22 é de UTM zona 22S e no selo da Carta encontramos o *Datum* Córrego Alegre referente a essa Carta.

Também devemos notar que as Unidades estão em Quilômetros (Km), por isso será necessário criarmos um SRC Personalizado para poder adicionar esses Vetores no QGIS.



Adicionar Camada Vetorial (mude o tipo de arquivo para DGN - do CAD *Microstation* para poder visualizar os dados do IBGE) e você terá uma janela que pede para selecionar o tipo de geometria (acontece com todo arquivo CAD [DXF e DGN] ou GPX [exportação do GPS] porque armazenam múltiplas geometrias em um único arquivo).

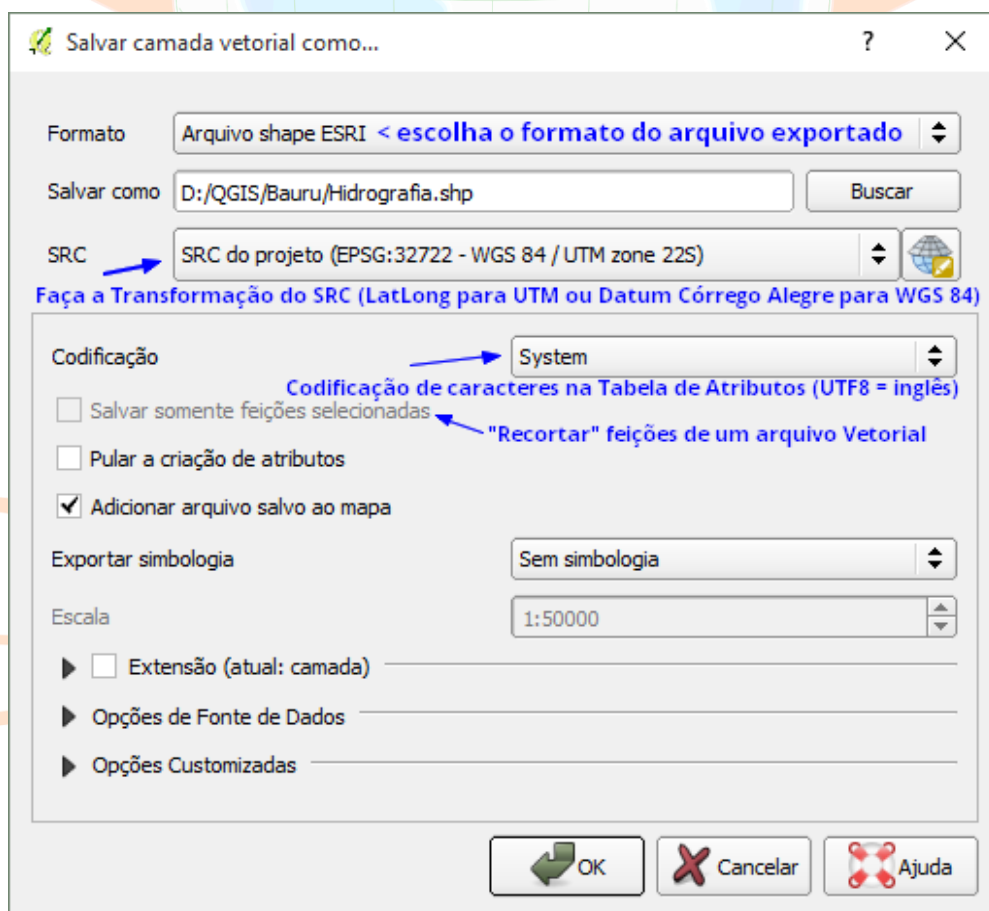


O IBGE separa os Vetores por temas: Hidrografia (rios = linhas e reservatórios = polígonos); Hipsometria (Curvas de Nível = linhas e Pontos Cotados = pontos); Sistema Viário (rodovias e ferrovias = linhas, nesse caso a distinção é feita pelo atributo na coluna *Level*).

Ao Adicionar, o QGIS pede o SRC e você deve usar o Novo SRC que foi criado especialmente para esses arquivos DGN (coordenadas planas cartesianas e unidades em quilômetros). Outra forma de atribuir um SRC, se a Camada já foi Adicionada é clicar com o botão direito nela e usar a opção Definir o SRC da Camada (igual ao *Define Projection* no **ArcGIS**...).

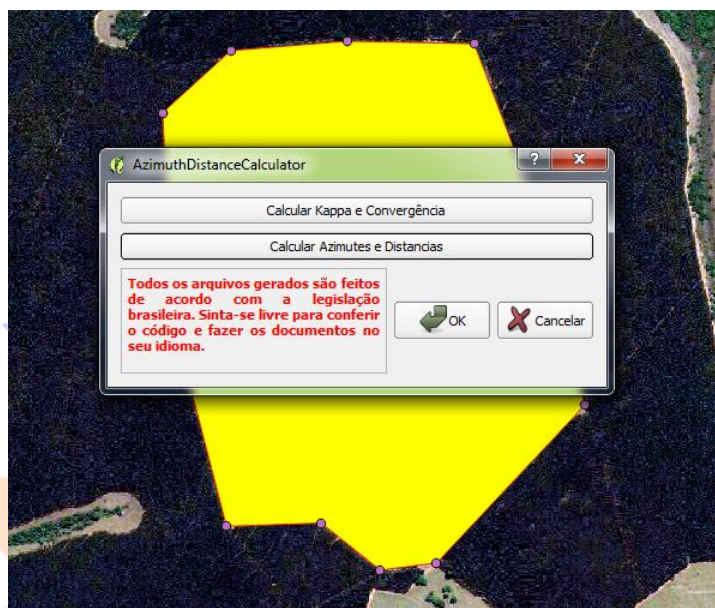
O QGIS só reconhece / trabalha com Geometrias (Pontos, Linhas e Polígonos), não reconhecendo o tipo *Annotation* (Texto) dos CADs. Para contornar isso, ele cria Pontos onde os Textos eram ancorados e armazena o texto na Tabela de Atributos (que podem ser exibidos posteriormente como Rótulos). Infelizmente, muitos textos são trazidos de forma desmembrada por letra, o que torna inútil exportar esses Pontos para *Shapefile* (arquivo vetorial padrão *OpenGIS*).

Para exportar as Camadas para outros Formatos (SHP, KML, DXF, etc.) ou mudar o Sistema de Referência Espacial (Transformação de Sistema de Referência Espacial) é só clicar com o botão direito do mouse em cima do nome da Camada e escolher a opção Salvar Como...



2.1 Geração de Memorial Descritivo no QGIS

O QGIS possui um Complemento que permite gerar Memoriais Descritivos de forma automatizada: O *plugin Azimuth and Distance Calculator*.



Extremamente útil para Prefeituras no Cadastro Técnico de Loteamentos e para Profissionais de Agrimensura e Topografia, no Georreferenciamento de Imóveis Rurais.

Os Levantamentos são feitos por Estação Total (Poligonal) ou GPS Geodésico (Vértices), a partir de um Ponto de Amarração com Coordenadas Geodésicas conhecida (Marcos Topográficos).

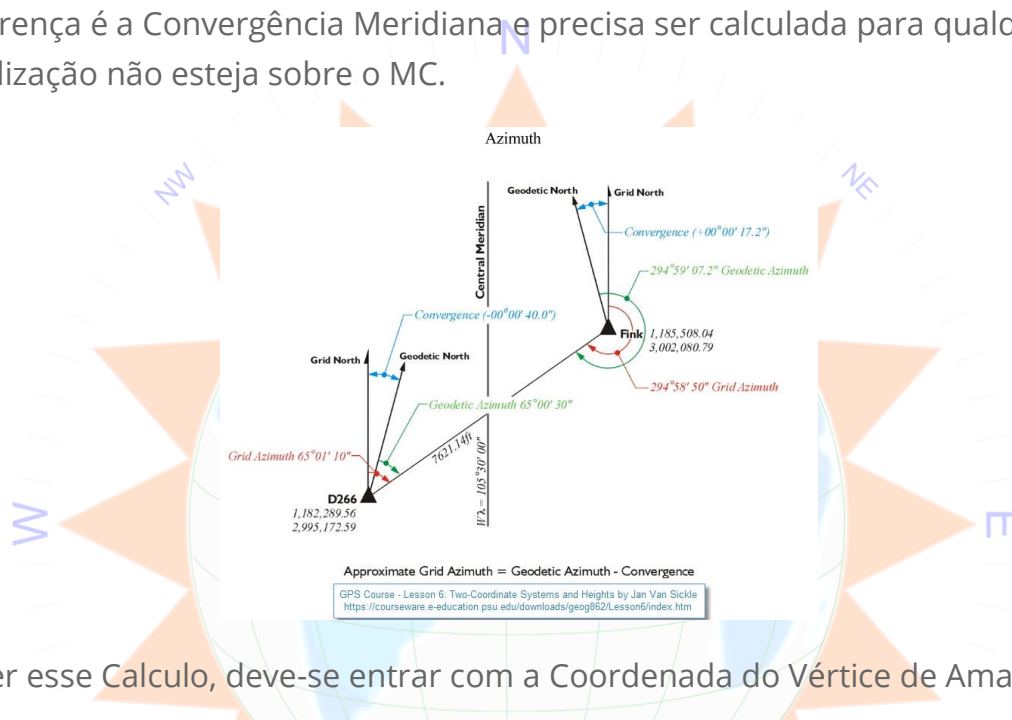
id	Nome	XCOORD	YCOORD
0	1 Lote	-49.275653	-22.271620
1	1 Lote	-49.273959	-22.270077
2	1 Lote	-49.271064	-22.269843
3	1 Lote	-49.267927	-22.269909
4	1 Lote	-49.266702	-22.273134
5	1 Lote	-49.265186	-22.278858
6	1 Lote	-49.268862	-22.282770
7	1 Lote	-49.270256	-22.282948
8	1 Lote	-49.271714	-22.281782
9	1 Lote	-49.274068	-22.281864
10	1 Lote	-49.275378	-22.276795
11	1 Lote	-49.275653	-22.271620

O primeiro passo é Calcular a Constante de Deformação de Escala (Kappa) e a Convergência Meridiana.

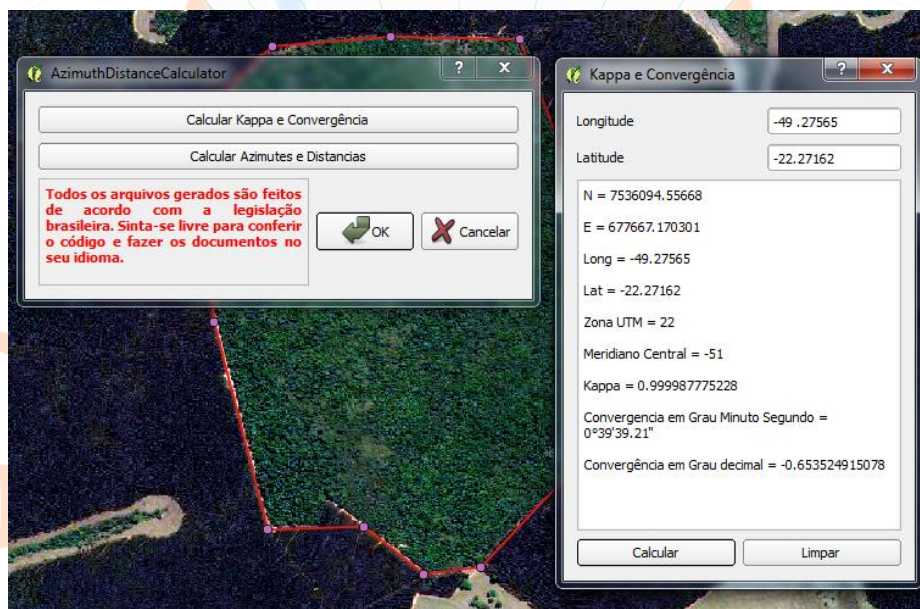
No Meridiano Central (MC) do fuso UTM o $k=0,9996$ e nos Meridianos de Secância é $k=1$.

Como a Quadrícula UTM (Plano Cartesiano = eixos X,Y ortogonais) não é alinhada com os Meridianos, somente no MC, então existe uma diferença angular entre o Norte da Quadrícula (NQ) com o Norte Geográfico (NG).

Essa diferença é a Convergência Meridiana e precisa ser calculada para qualquer Ponto cuja localização não esteja sobre o MC.

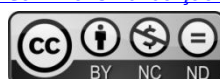


Para fazer esse Calculo, deve-se entrar com a Coordenada do Vértice de Amarração.



Foi acrescentado na ultima versão um botão para fazer o cálculo da Convergência Meridiana pelo centroide da Poligonal (é só clicar que o *Plugin* faz o cálculo).

Em seguida, deve-se selecionar a Poligonal e fazer o Calculo dos Azimutes e Distâncias entre os Vértices.



Azimuthes e Distâncias

Descrição da Geometria

Informe a Convergencia Meridiana:

	Vértice	E	N	Lado	Azimute Planar	Azimute Real	Distância
1	Pt0	-55.206558333	-1.182066389	Pt0-Pt1	90°00'0.00"	89°57'57.59"	0.13
2	Pt1	-55.071559722	-1.182066389	Pt1-Pt2	180°00'0.00"	179°57'57.59"	0.05
3	Pt2	-55.071559722	-1.228633611	Pt2-Pt3	270°00'0.00"	269°57'57.59"	0.03
4	Pt3	-55.1025325	-1.228633611	Pt3-Pt4	180°00'0.00"	179°57'57.59"	0.01
5	Pt4	-55.1025325	-1.236933333	Pt4-Pt5	270°00'0.00"	269°57'57.59"	0.03
6	Pt5	-55.129602222	-1.236933333	Pt5-Pt6	180°00'0.00"	179°57'57.59"	0.05
7	Pt6	-55.129602222	-1.282991111	Pt6-Pt7	270°00'0.00"	269°57'57.59"	0.04

Depois é só pedir para Salvar os Arquivos e preencher os dados do Memorial Descritivo.

Configurações dos arquivos

Nome do Imóvel: UF:

Proprietário: Código INCRA:

Município: Matrícula:

Comarca: Número de Cadastro:

Endereço:

Estação RBMC de origem:

Coordenada E da RBMC:

Coordenada N da RBMC:

Localização da Estação RBMC:

Fator Kappa:

Meridiano Central:

Convergencia Meridiana:

Sistema de projeção:

DATUM:

Código do Credencialmento:

Responsável Técnico:

Número ART:

CREA:

Diretório para salvar arquivos:

Aponte o Diretório, e clique em Criar Arquivos.

Serão criados três arquivos em formato texto e um em HTML:

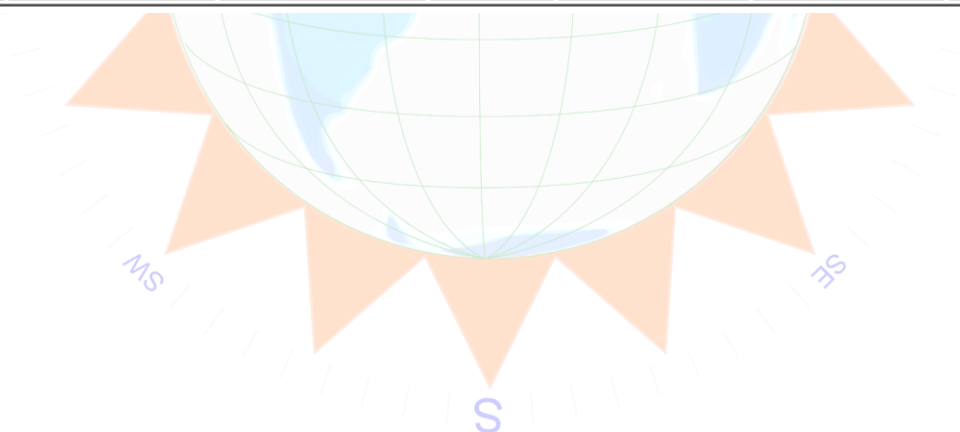
Análítico: é a descrição do Memorial (Inicia-se a descrição deste perímetro no vértice Pt0, de coordenadas N 7536285.86138 m e E 678142.068429 m, Datum SIRGAS 2000 com Meridiano Central -51, localizado a...);

Área: é a tabela (Cálculo Analítico de Área, Perímetro, Azimutes, Lados e Coordenadas);

Selo: metadados do Memorial (Autor, Sistema de Referência, etc);

Sintético: tabela em HTML com o resumo do Memorial.

MEMORIAL DESCRITIVO SINTÉTICO						
VÉRTICE	COORDENADAS		LADO	AZIMUTES		DISTÂNCIA (m)
	E	N		PLANO	REAL	
Pt0	678142.068429	7536285.86138	Pt0-Pt1	91°56'56.29"	91°17'17.08"	323.32
Pt1	678465.201911	7536274.92656	Pt1-Pt2	161°10'10.99"	160°31'31.78"	378.75
Pt2	678587.366557	7535916.41669	Pt2-Pt3	166°48'48.61"	166°09'9.40"	652.89
Pt3	678736.341831	7535280.74685	Pt3-Pt4	221°49'49.48"	221°10'10.27"	575.45
Pt4	678352.603646	7534851.93132	Pt4-Pt5	262°50'50.43"	262°11'11.22"	145.02
Pt5	678208.712935	7534833.85691	Pt5-Pt6	311°20'20.45"	310°41'41.24"	198.16
Pt6	678059.934063	7534964.75023	Pt6-Pt7	268°30'30.51"	267°51'51.29"	242.72
Pt7	677817.298831	7534958.43227	Pt7-Pt8	347°07'7.57"	346°28'28.36"	577.32
Pt8	677688.669674	7535521.23536	Pt8-Pt9	357°49'49.01"	357°09'9.80"	573.79
Pt9	677666.811829	7536094.60547	Pt9-Pt10	46°18'18.03"	45°38'38.82"	244.30
Pt10	677843.431815	7536263.38439	Pt10-Pt0	85°41'41.74"	85°02'2.53"	299.48



Geosaber

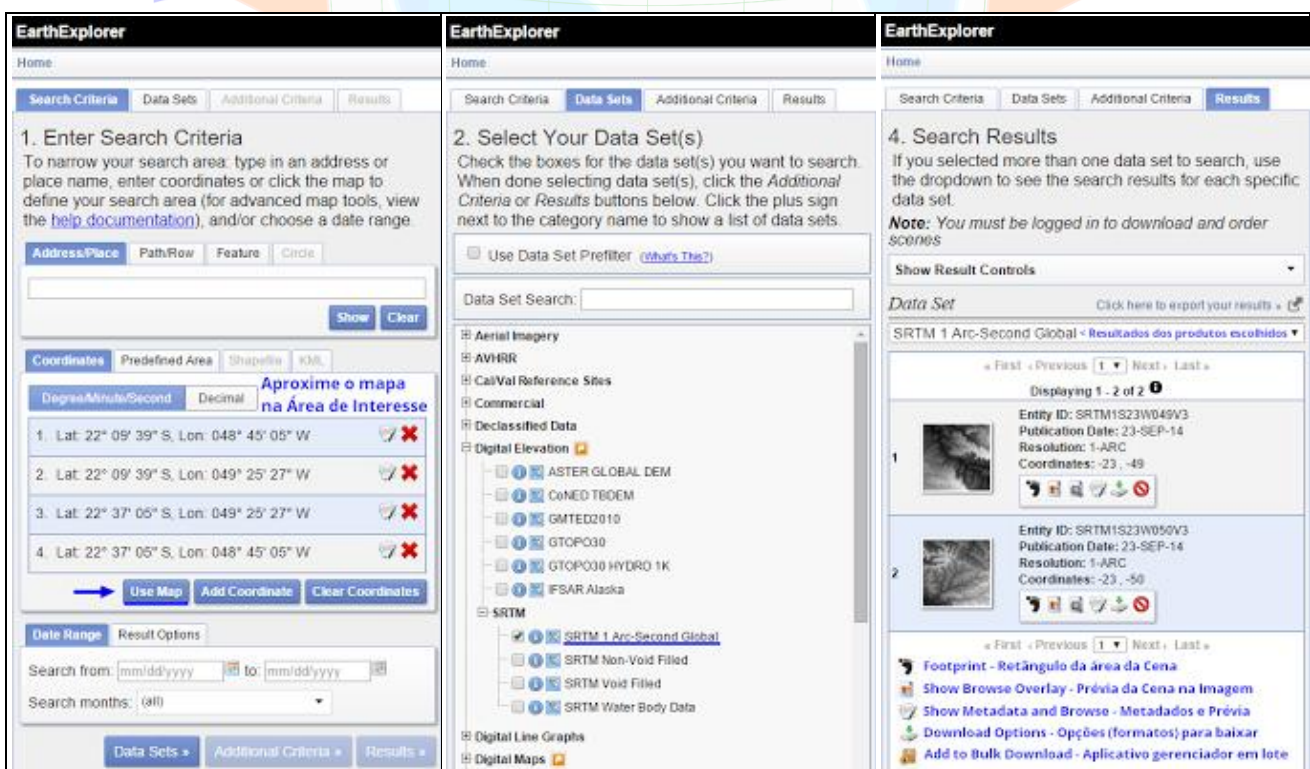
3. Camada Raster

3.1 Modelo de Terreno (Elevação)

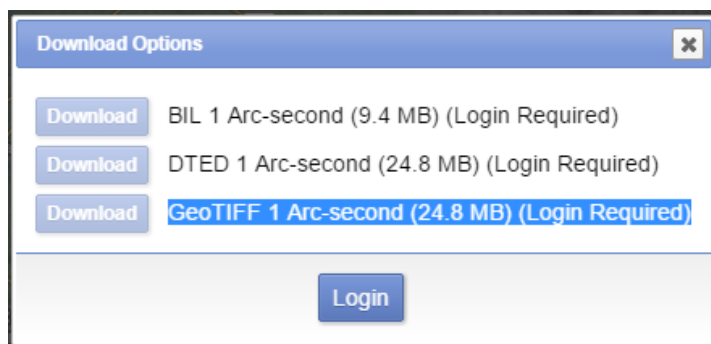
Vamos agora baixar um Modelo Digital de Terreno (na verdade, de Elevação, pois é oriundo do processo de interferometria por RADAR e a Superfície nem sempre representa a do nível do solo, mas de qualquer coisa que esteja como Cobertura do Solo, como as copas das árvores - *Dossel*).

Para isso, temos o serviço *Earth Explorer* do USGS (Serviço Geológico Americano) onde podemos adquirir Imagens de Satélite da série Landsat (1 – 8), com resoluções espaciais variando de 30 metros (pixel) até 15 metros - Imagem Pancromática e Modelos Digitais de Elevação – MDE do SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission* - Missão de Topografia por RADAR feita pelo Ônibus Espacial *Endeavour* em 11 de fevereiro de 2000) com resolução espacial de 1 arco de segundo, o que equivale à 30 metros.

Nesse guia vamos usar o MDE do SRTM para fazer o Relevo Sombreado.

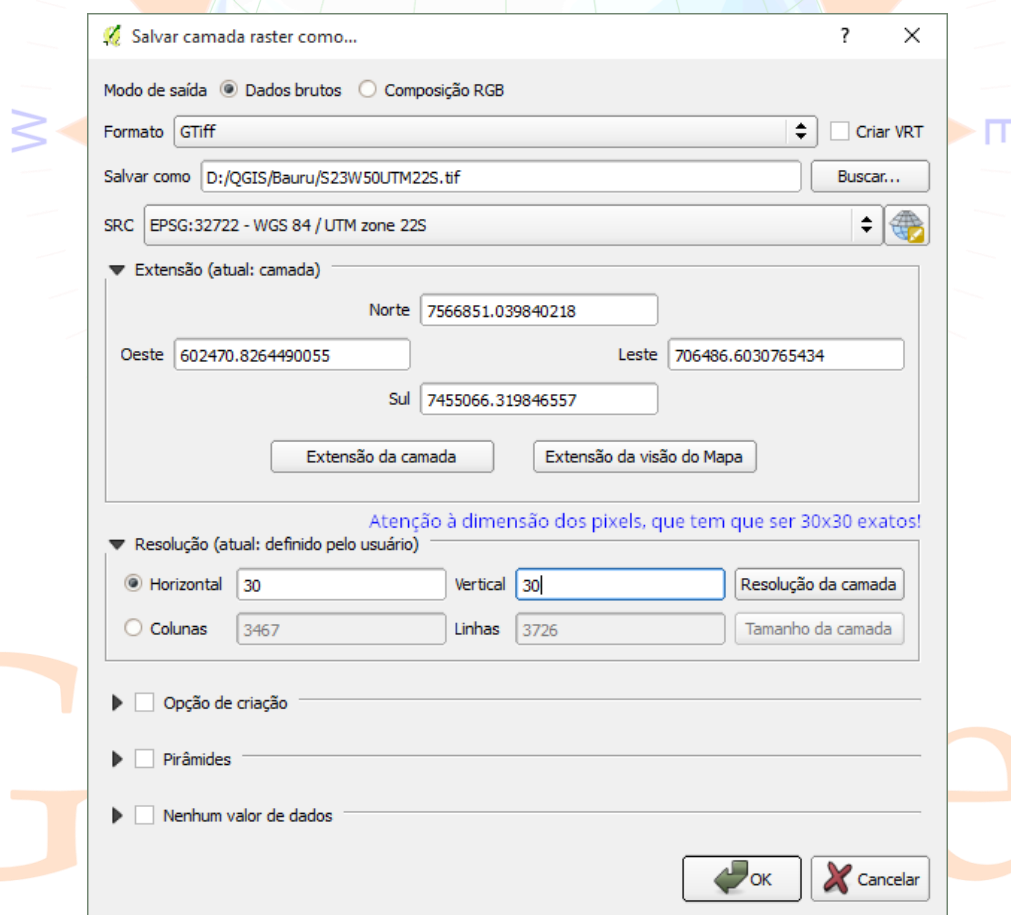


É necessário criar uma conta no serviço do USGS para poder baixar as Imagens.



Faça o download da Imagem no formato GeoTIFF (padrão *OpenGIS* para Imagens) e descompacte ela na sua pasta de trabalho.

O primeiro passo é fazer a Transformação do Sistema de Coordenadas de Geográficas para UTM (distâncias horizontal e vertical em metros) clicando com o botão direito sobre o nome da *Camada* > *Salvar Como...*



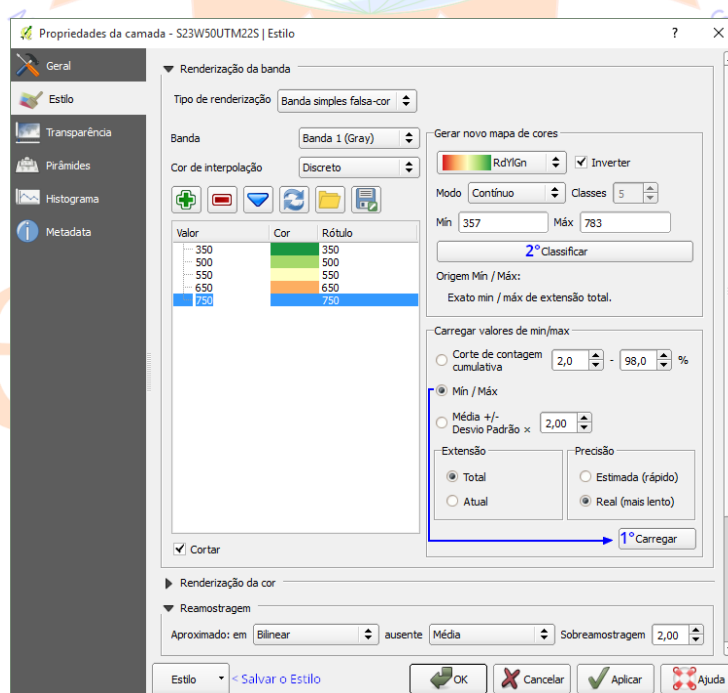
É importante se trabalhar com um único SRC nas Camadas e no Projeto quando for fazer processamentos com Camadas Raster.

Uma forma fácil de Cortar o Raster (*Raster > Extração > Cortador*) para o tamanho da sua Área de Interesse é gerar um Polígono a partir da Extensão da Camada... (no menu *Vetor > Investigar*).

Tenha cuidado porque se a Camada de referência para gerar o Polígono for a partir dos DGN o SRC de saída será a UTM em Quilômetros e você terá que converter depois para UTM (metros) para que possa usar como limite de corte do Raster.



Agora vamos acertar a simbologia do MDE para atribuir cores às faixas de altitude ("hypsometria") entrando na *Propriedade da Camada* aba *Estilo*.



Use Banda Simples em Falsa-Cor, e na Cor de Interpolação use Discreto ao invés de Linear para que as quebras entre os intervalos fiquem mais evidenciadas, separando as faixas de cores.

Em Gerar Novo Mapa de Cores, primeiro Carregue os Valores de Min/Max (menores e maiores elevações) marcando Min/Max e na Precisão marque Real e clique em Carregar.

Volte no Mapa de Cores, escolha a paleta de cores (*Red/Yellow/Green*) e inverta para que as cores quentes / escuras representem os altos e cores frias / claras os baixos (valores). Defina o número de Classes para dividir os intervalos e clique em Classificar.

Na Reamostragem coloque Aproximado: em Bilinear e ausente Média para suavizar a renderização e fechar os vazios, respectivamente.

Na aba *Transparência*, mude para 25% de transparência (para poder sobrepor essa Camada ao modelo de Relevo Sombreado).

Para gerar o Relevo Sombreado, entre em *Raster > Análise do Terreno > Sombreamento...*



Mantenha o Relevo Sombreado na base (por baixo das outras Camadas), ele vai criar a impressão de textura 3D.

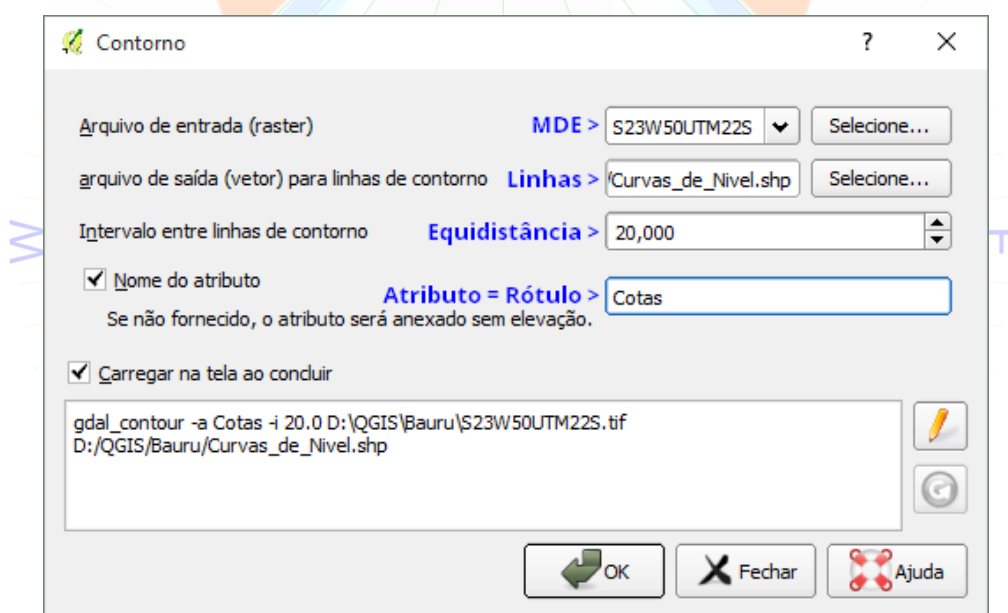
Faltou extrair as Curvas de Nível a partir do MDE, para compor o nosso mapa, faça isso em *Raster > Extração > Contorno*.

O SRTM tem Erro Vertical Absoluto (90%) de 16 metros, Erro Vertical Relativo (90%) de 10 metros e Erro Horizontal Absoluto (90%) de 20 metros*.

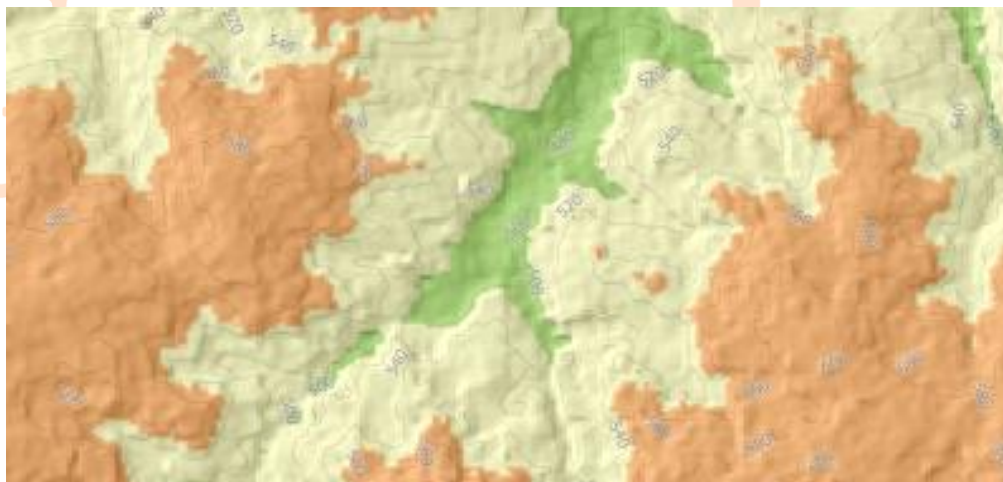
Porém, em comparação com Pontos de Terreno (*Ground-Truth*) o Erro Vertical Absoluto (90%) atingiu 6.2 metros para a América do Sul*.

Pelo Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC)** Altimétrico, para Cartas Topográficas na Classe A é de "metade da equidistância das Curvas de Nível" na escala da Carta.

Assim sendo, o SRTM fornece a possibilidade de se extrair Curvas de Nível com equidistância de 20 metros (EVR: 10 metros) compatível com a Escala 1:50.000 segundo as Normas Técnicas da Cartografia Nacional (Decreto 89.817/1984)***.



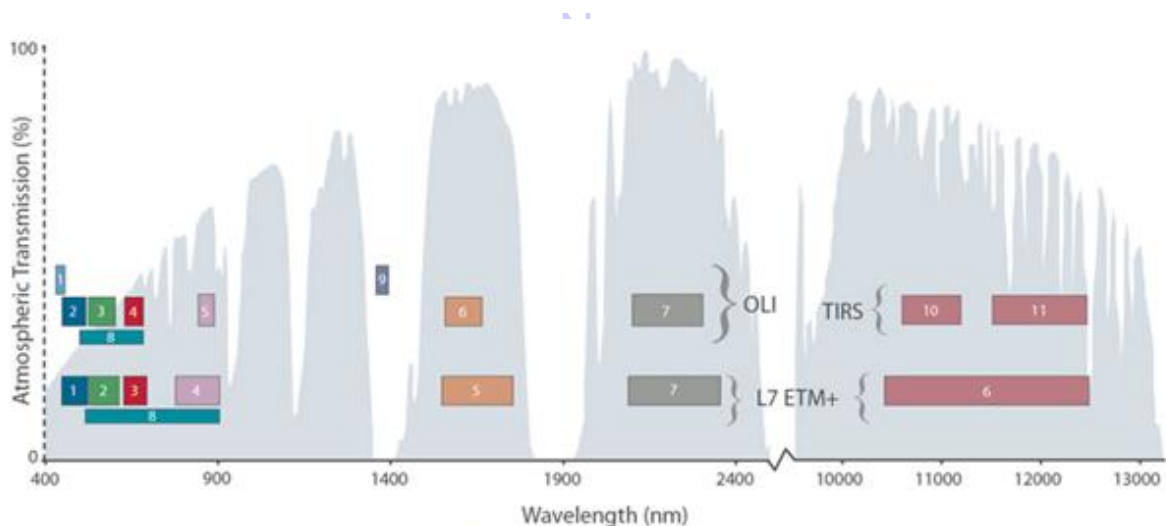
O truque com as Curvas de Nível é usar uma cor bem escura (preto), espessura de 0,10 e adicionar uma transparência de 60% (inclusive nos Rótulos).



3.2 Imagem Landsat 8

Outra forma interessante de representar o Mapa é usar uma Imagem de Satélite em uma Composição Colorida em que destaque o Uso e Cobertura do Solo.

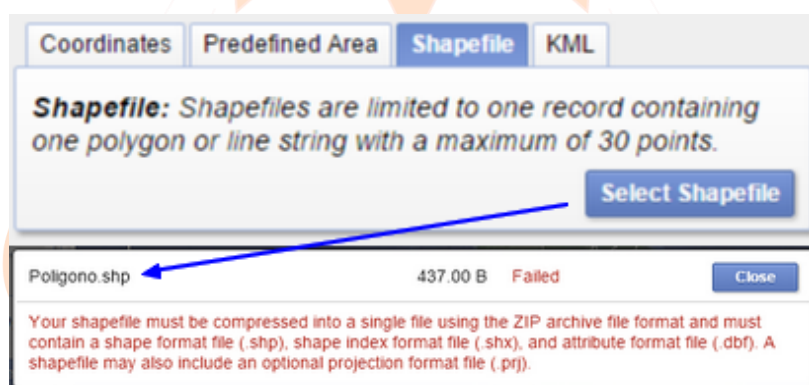
Isso pode ser feito usando uma Composição RGB em falsa-cor onde se substitui a Banda Verde (3 no L8) pelo Infravermelho Próximo (5 no L8).



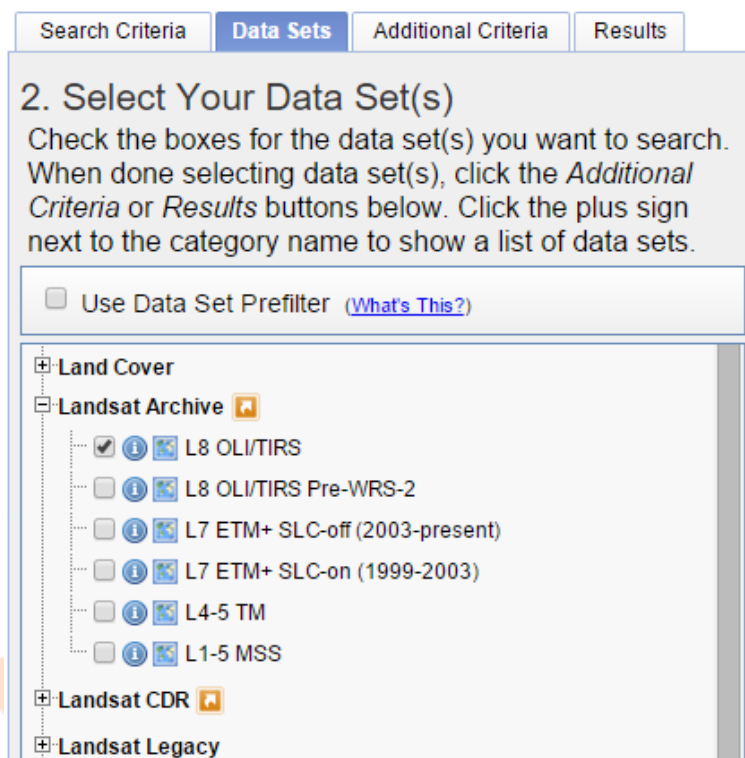
Bandpass wavelengths for Landsat 8 OLI and TIRS sensor, compared to Landsat 7 ETM+ sensor. Graphic courtesy of U.S. Geological Survey.

Vamos baixar o produto *LandsatLook Images* que é uma composição colorida em "cor natural" (Bandas 6/SWIR, 5/NIR e 4/Red) georreferenciada.

No serviço *EarthExplorer* pode-se usar um *Shapefile* ou *KML* para localizar sua Área de Interesse (se você estiver logado).

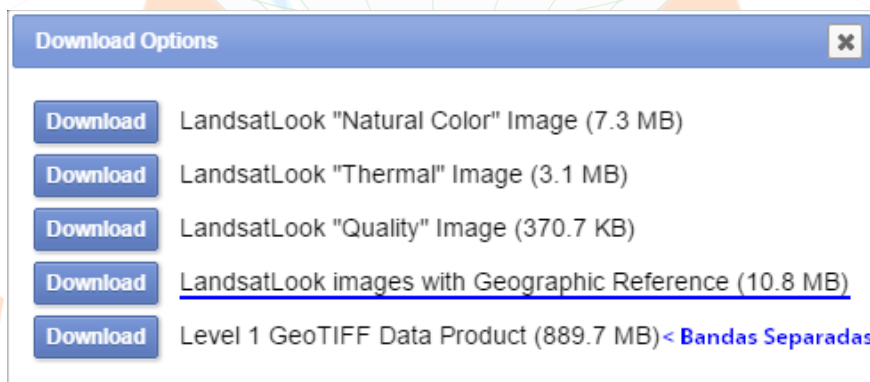


Faça a busca (*Search Criteria*) pelas Imagens Landsat 8 (*Data Sets > L8 OLI/TIRS*).

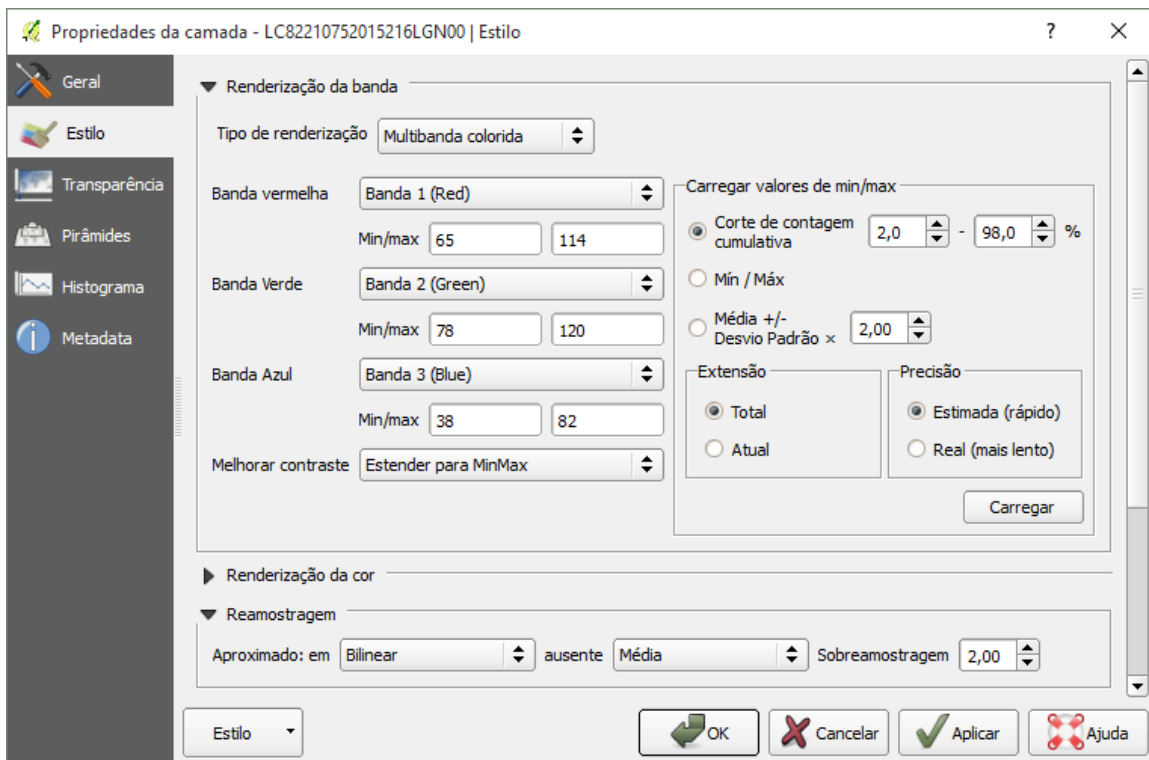


Para trabalhar com Processamento Digital de Imagens deve-se baixar o arquivo completo, com todas as Bandas (faixas do Espectro Eletromagnético) individuais.

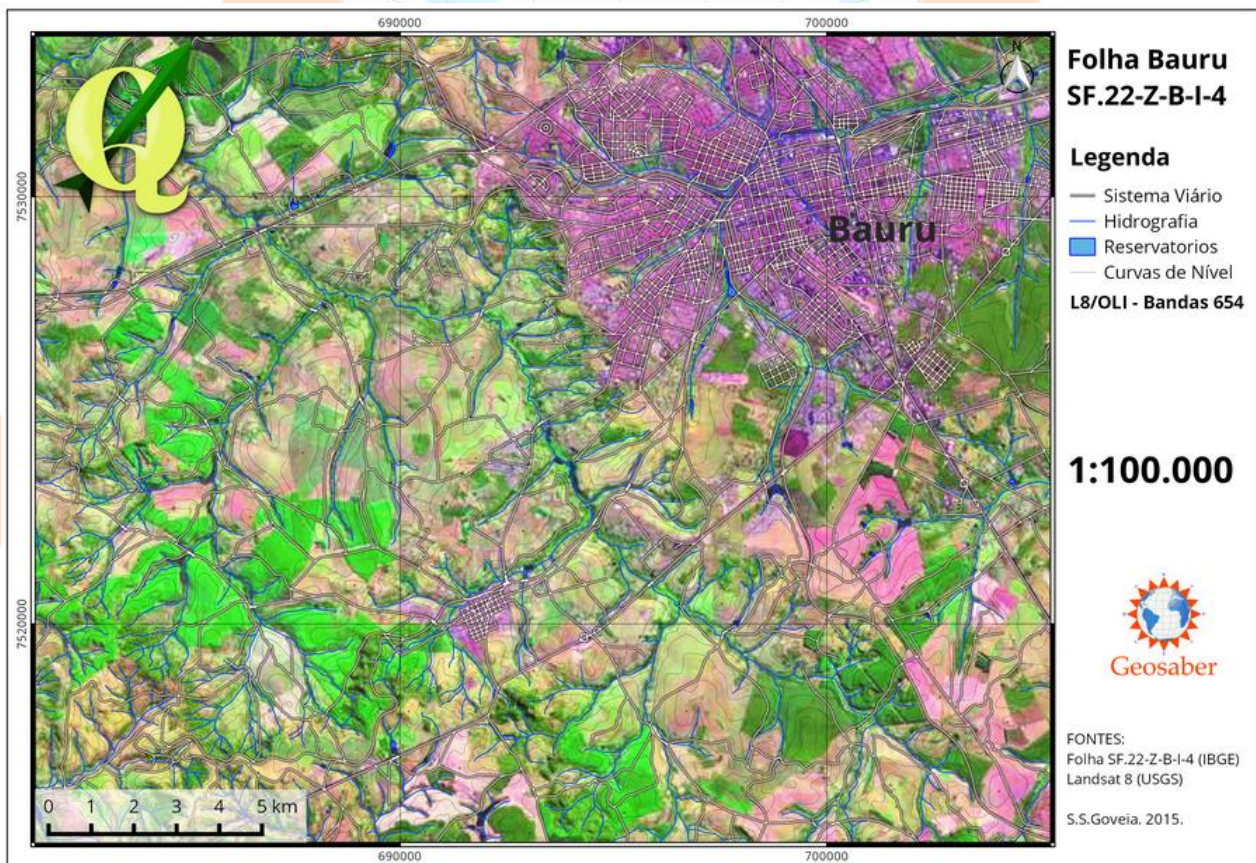
Neste exercício vamos usar a "LandsatLook images with Geographic Reference (10.8 MB)" para servir de Camada de cobertura em nosso Mapa.



Adicione a Camada Raster no QGIS e entre na *Propriedades > Estilo* para acertar a ordem das Bandas da Imagem (é um arquivo JPG georreferenciado).



Coloque na ordem: B1 (Red) na Banda Vermelha, B2 (Green) na Banda Verde e B3 (Blue) na Banda Azul e depois vá à Transparência e coloque 25% de transparência na Imagem (para ela se sobrepôr ao Relevo Sombreado).

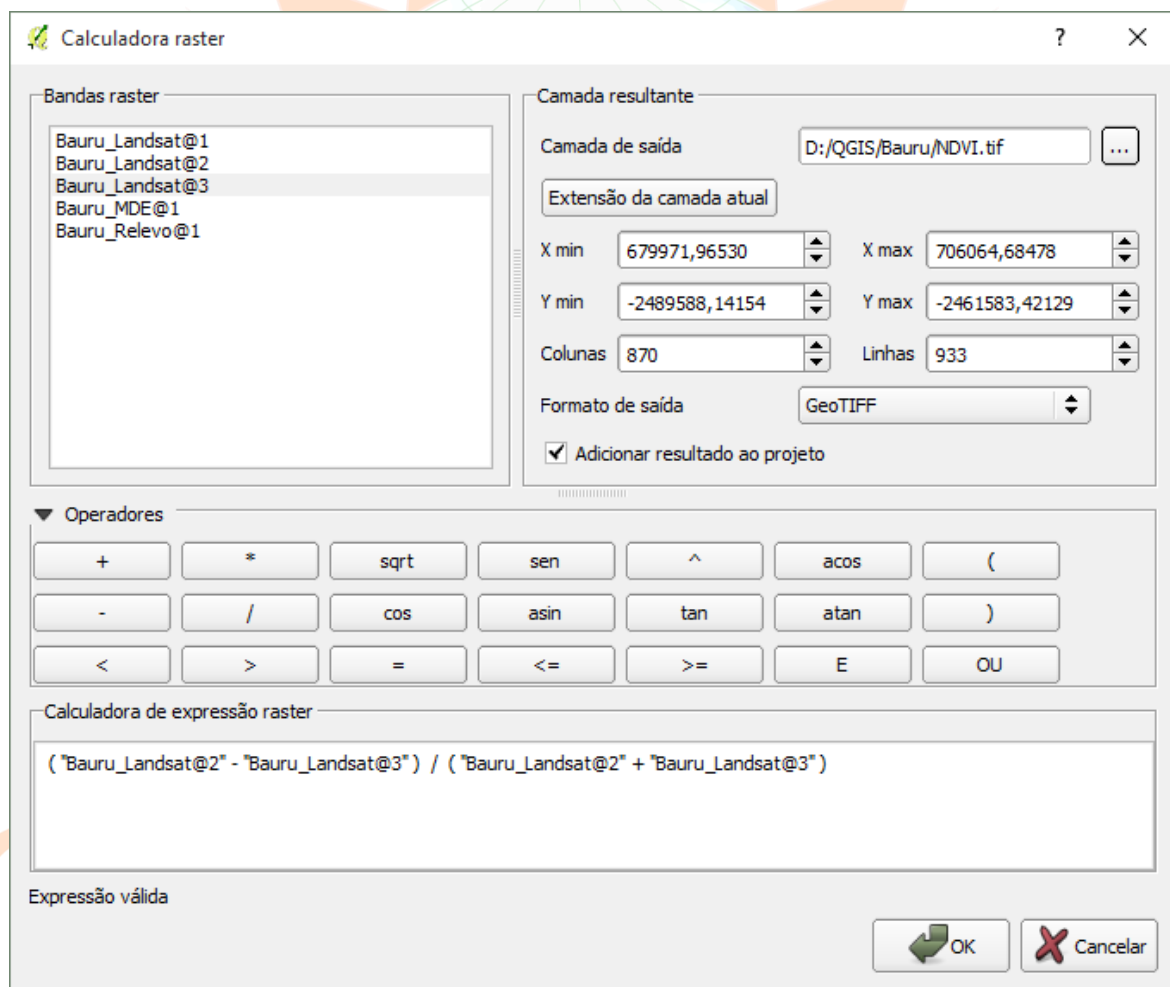


3.2.1 Cálculo de Índice de Vegetação

Apesar de ser uma Composição RGB (que já perdeu muito da informação original), é possível fazer Índices de Vegetação com esta Imagem.

Primeiro é preciso transformar a Camada em formato GeoTIFF e multibanda (separada em três bandas) e para isso usaremos a ferramenta *Raster > Extração > Cortar* (assim já cortamos a Imagem pelo polígono da nossa *VAI* e salvamos o resultado como *.TIF*).

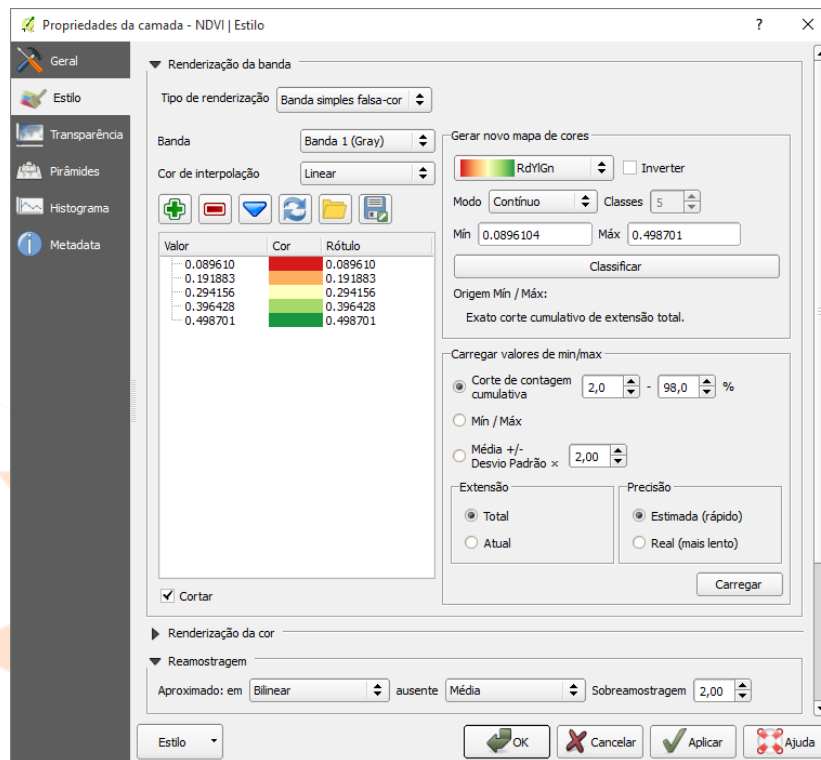
Feito isso, vamos a *Raster > Calculadora Raster* para poder calcular o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI).



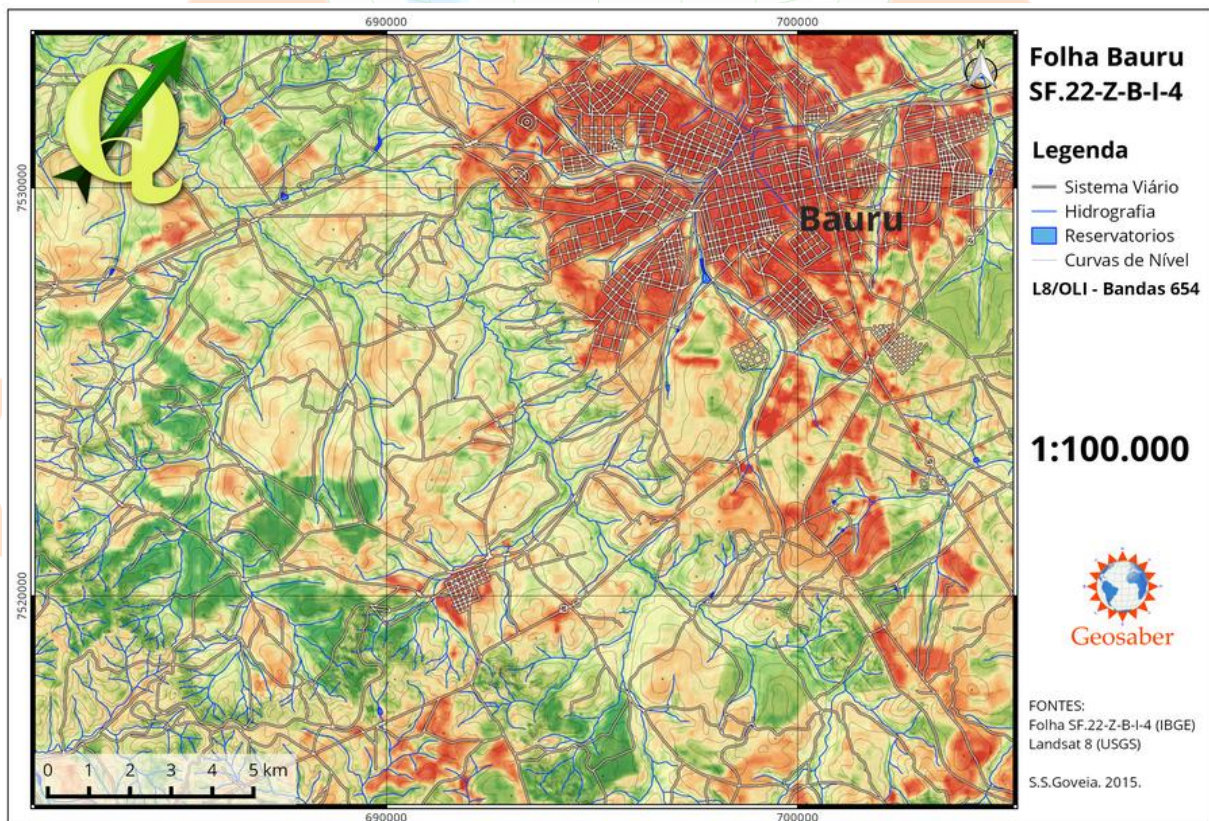
Observe que a Imagem transformada para o formato *GeoTIFF* aparece com as Bandas individualizadas.

Sabemos que a Imagem original é um RGB das Bandas 6 (SWIR), 5 (NIR) e 4 (Red) aparecendo no QGIS como Banda 1, Banda 2 e Banda 3 respectivamente.

A fórmula para o cálculo do NDVI é $(NIR - Red) / (NIR + Red)$, resultando em uma Imagem de uma única Banda, que devemos colocar em falsa-cor para podermos diferenciar melhor o resultado.



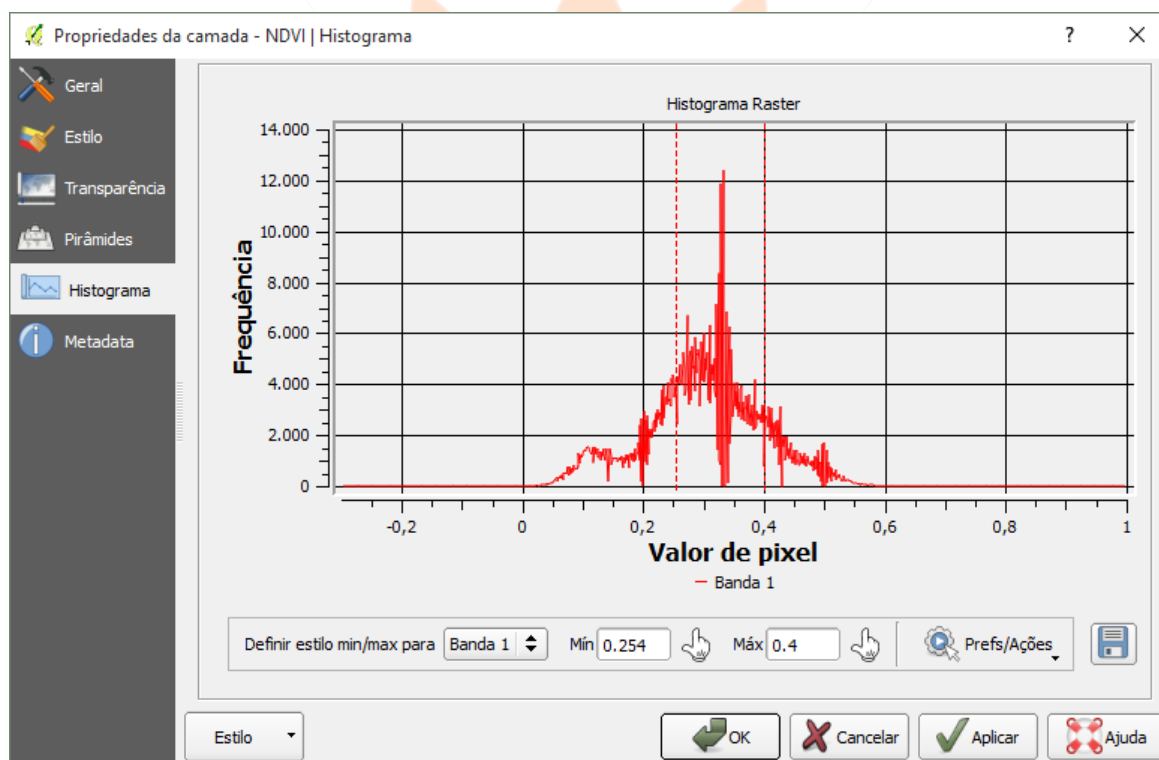
O resultado pode ser visto em nosso mapa:



3.2.2 Reclassificação de Imagem

Para que seja possível contar os pixels (para saber a área de cada Classe) ou converter para Polígonos e fazer o cálculo de áreas é necessário Reclassificar a Imagem para valores únicos (Classes).

Primeiro vamos às Propriedades da Camada do NDVI e na aba Histograma vamos calcular para poder analisar a distribuição dos pixels e separar as Modas relativas a cada Classe de Cobertura do Solo.



Definidos os Intervalos de corte, vamos à Calculadora Raster para fazer a Reclassificação (separação em Classes) do nosso NDVI.

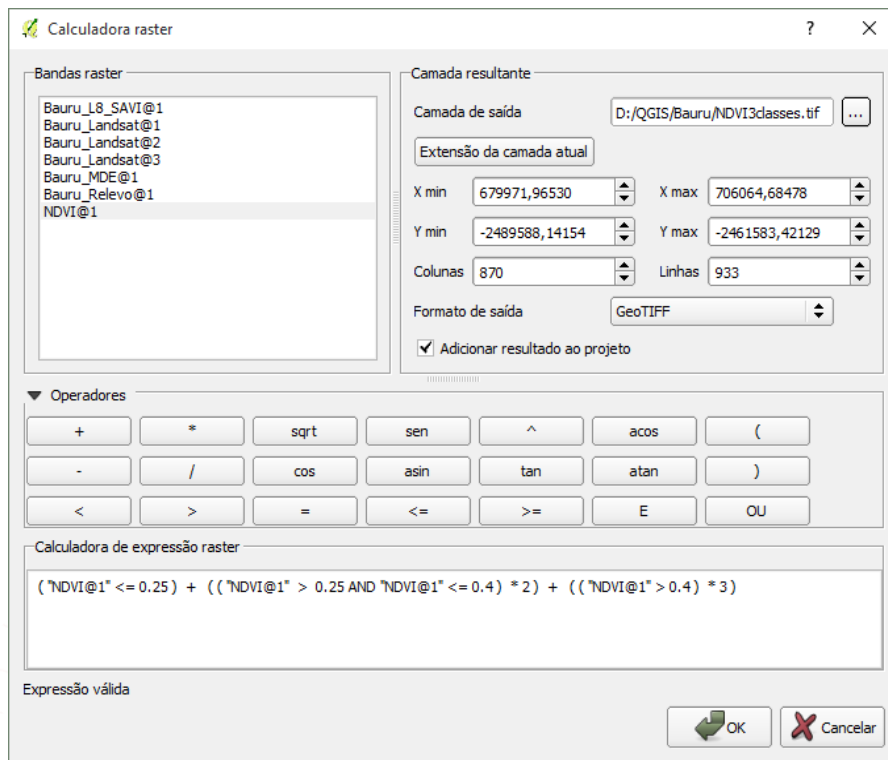
Aqui usaremos a metodologia da **Apostila do INCRA**: "Elaboração de Mapas Temáticos no Quantum GIS" (versão 5 - 04/2012).

Usaremos a seguinte fórmula para Reclassificar os Valores do NDVI para 3 Classes:

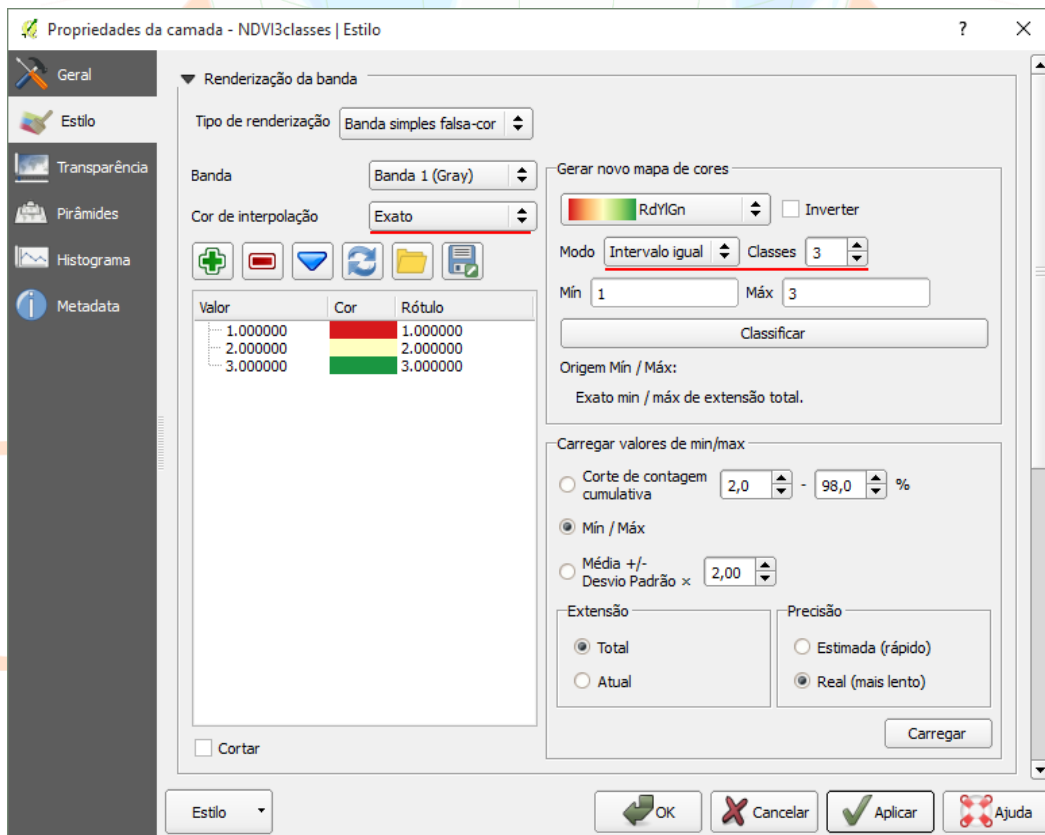
$$(Raster@1 \leq 0.25) + ((Raster@1 > 0.25 \text{ AND } Raster@1 \leq 0.4) * 2) + ((Raster@1 > 0.4) * 3)$$

Raster é o nome do seu Raster e @1 é o número da Banda (no caso do NDVI só tem uma) e usamos os símbolos de < e > para delimitar os intervalos das Classes.

Vá ao menu Raster > Calculadora Raster, selecione o NDVI e monte a fórmula.

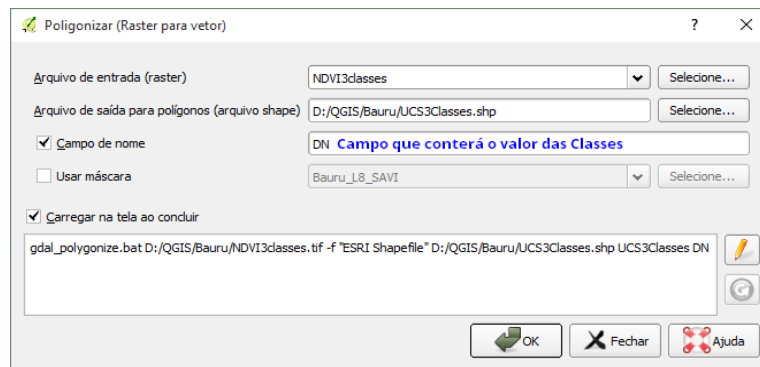


Agora temos um Raster com valores únicos, divididos em 3 Classes e podemos criar um Estilo para o mapa de Uso e Cobertura do Solo.



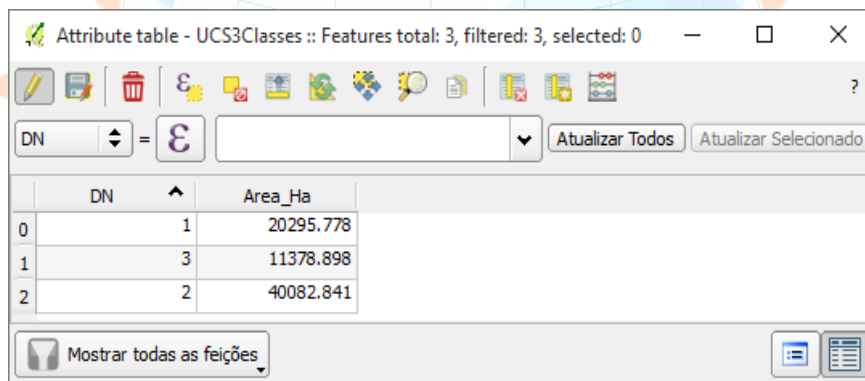
3.2.3 Conversão para Vetor

Após a divisão do Raster em Classes com Valores Únicos, vamos converter para Polígonos e calcular a área de cada Classe (Raster > Conversão > Poligonizar).

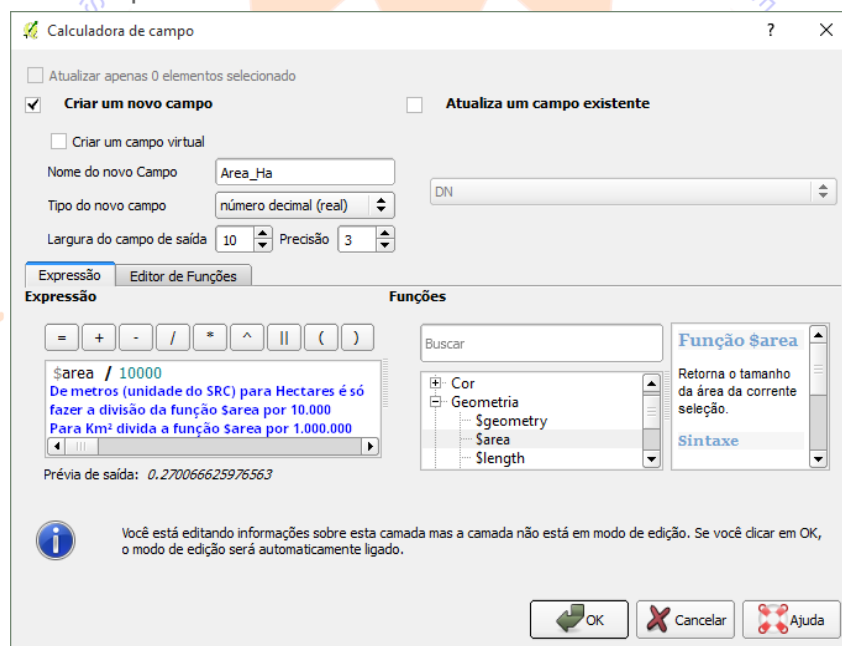


Se fizermos o calculo das áreas no arquivo Vetorial resultante, teremos o valor da área para cada Polígono.

Então, para ter o calculo das áreas por Classes temos que dissolver os Polígonos (Vetor > Geoprocessamento > Dissolver).

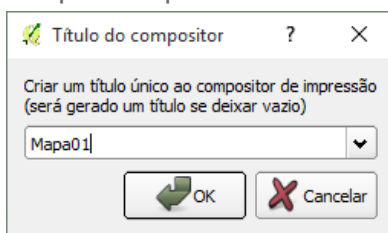


Na Calculadora de Campo da Tabela de Atributos do Vetor fazemos o Calculo da Área.

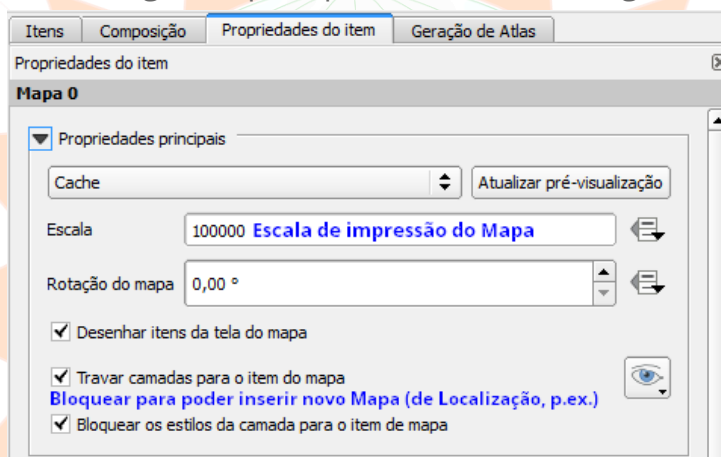


4. Compositor de Impressão (layout do Mapa)

No QGIS é possível criar várias composições de mapa (layout) dentro de um mesmo Projeto, por isso a primeira coisa que ele pede é o nome do Mapa.



Insira o *Frame* (caixa que conterá o Mapa) na Folha de papel que é exibida, lembrando-se de deixar espaço das margens e para poder adicionar a legendas e outros Itens.



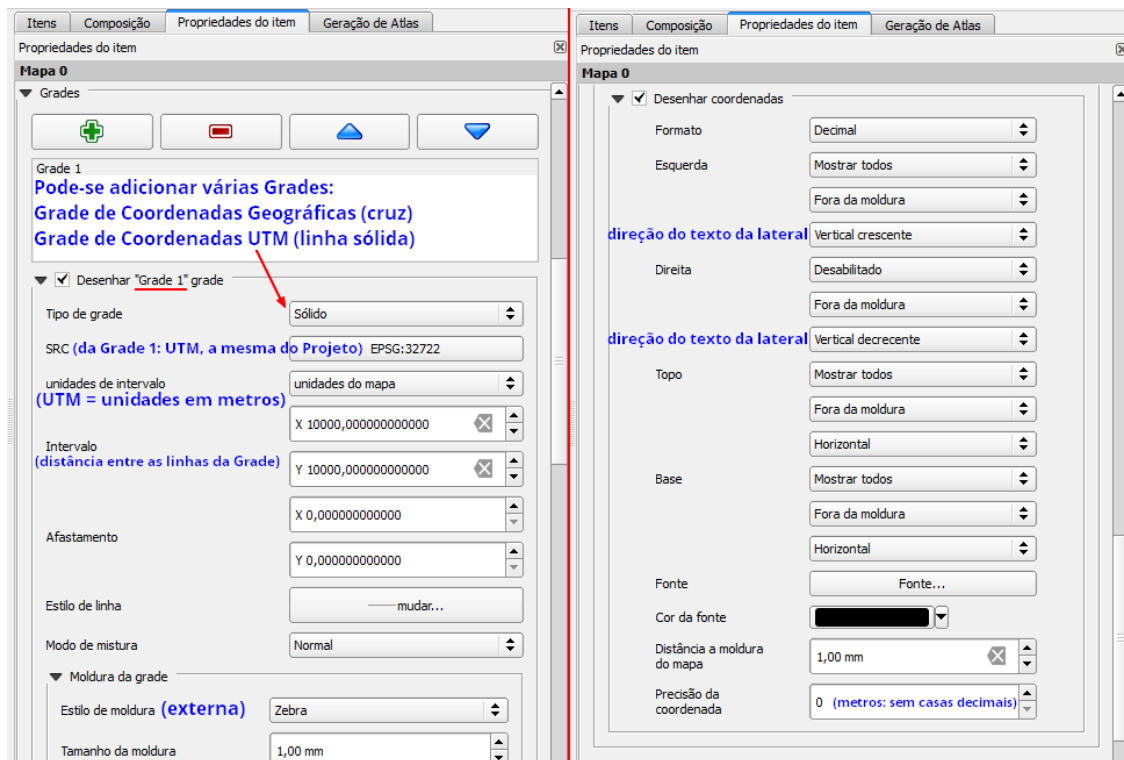
Agora vamos criar a Grade do Mapa, mas antes de você começar precisa observar se o seu Sistema de Referência de Coordenadas está na forma Geográfica (graus) ou Plana (metros).

Quando você cria uma nova Grade deve definir o SRC (ou deixe o Compositor usar o do seu Projeto), lembrando que é possível ter duas Grades, em SRC diferentes (como nas Cartas do IBGE, onde as bordas são em Geográficas e as linhas internas estão em UTM).

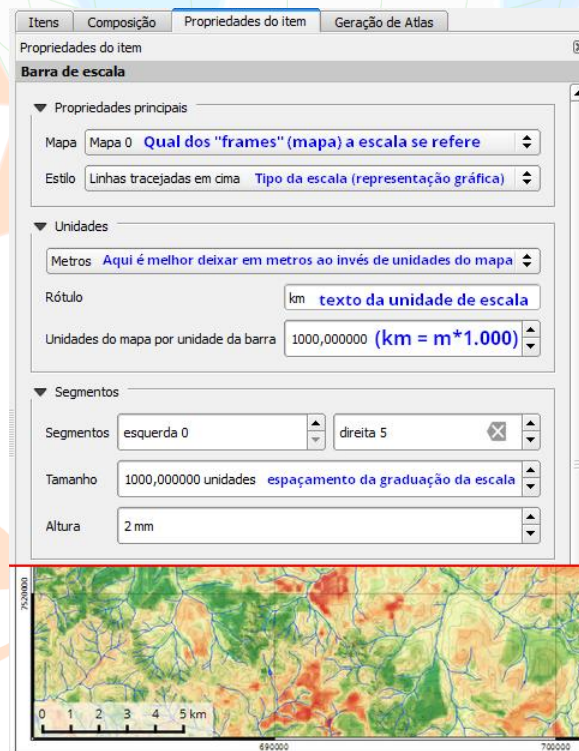
O intervalo da Grade deve ser definido tendo em mente o **SRC** ($1^\circ = 111,11\text{km}$ e as zonas UTM tem 6° de largura) e a **Escala** (1:1.000 significa que 1mm são 1 metro, então se por linhas de coordenadas a cada 1 metro, elas ficarão com 1mm de distância no Mapa dentro do Compositor).

No exemplo, o SRC é UTM 22S (portanto, metros são as unidades do mapa - que pede em 'Unidades do Intervalo') e a Escala são 1:100.000, ou seja 1mm é 100 metros e 1cm é igual a 1.000 metros.

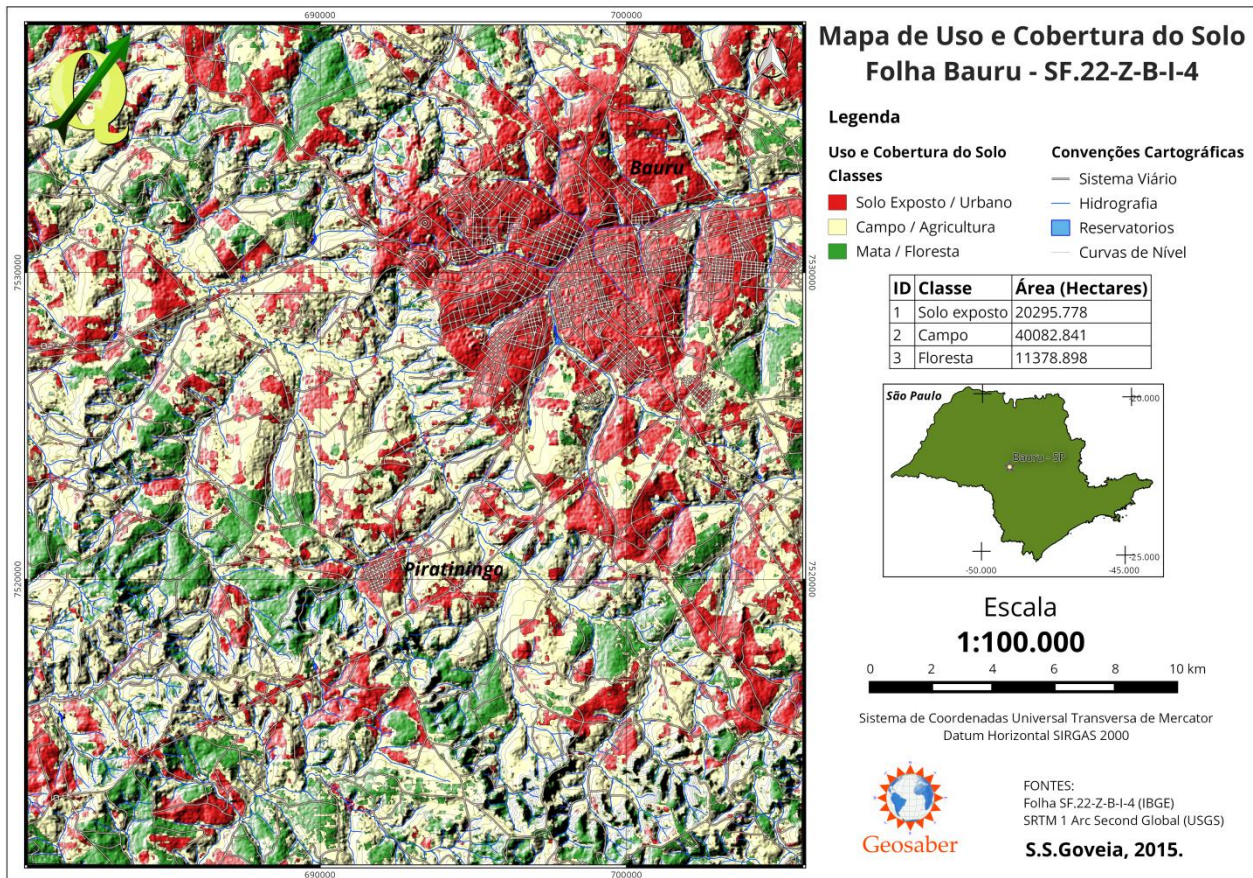
Como a folha é A4 (21x29cm), usamos 10.000 metros como Intervalo (uma linha a cada 10 centímetros).



Inserindo e configurando a escala gráfica (a escala numérica é só inserir, ela já foi definida nas Propriedades Principais do Mapa 01).



É só acrescentar outros Itens na Composição (como a Tabela de Atributos) e pronto.



5. Referências

Material de Estudo do QGIS e SIG livre: <http://www.geosaber.com.br/Livros>

http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoos/elementos_representacao.html

<http://www.gitta.info/TerrainAnalyi/en/html/index.html>

http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/SRTM_D31639.pdf

<http://landsat.usgs.gov/documents/Landsat8DataUsersHandbook.pdf>

http://www.leg.ufpr.br/lib/exe/fetch.php/disciplinas:verao2007:pdf:sistema_utm.pdf

http://www.ead.uepb.edu.br/ava/arquivos/cursos/geografia/leituras_cartograficas/Le_Ca_A09_I_GR_260508.pdf

<https://www.e-education.psu.edu/geog862> (GPS Course - Lesson 6)

<http://www.mercator99.webspace.virginmedia.com/mercator.html>

<http://www.incra.gov.br/servicos/publicacoes/manuais-e-procedimentos/file/1193-apostila-qgis-incra-5-versao>

Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto - UnB, 2012.

<http://www.cnpq.br/documents/10157/56b578c4-0fd5-4b9f-b82a-e9693e4f69d8>