

INTRODUÇÃO AO AMBIENTE SIG QGIS

Presidente da República
Michel Miguel Elias Temer Lulia

Ministro do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão
Esteves Pedro Colnago Júnior

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE

Presidente
Roberto Luís Olinto Ramos

Diretor-Executivo
Fernando José de Araújo Abrantes

ÓRGÃOS ESPECÍFICOS SINGULARES

Diretoria de Pesquisas
Claudio Dutra Crespo

Diretoria de Geociências
João Bosco de Azevedo (em exercício)

Diretoria de Informática
José Sant`Anna Bevilaqua

Centro de Documentação e Disseminação de Informações
David Wu Tai

Escola Nacional de Ciências Estatísticas
Maysa Sacramento de Magalhães

UNIDADE RESPONSÁVEL

Diretoria de Geociências
Coordenação de Cartografia
Patrícia do Amorim Vida Costa

Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE

Diretoria de Geociências

Coordenação de Cartografia

Introdução ao ambiente SIG QGIS

Organização: Alex da Silva Santos

Rio de Janeiro

2018

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE QUADROS E TABELAS	14
APRESENTAÇÃO	15
1 INTRODUÇÃO	16
2 NOÇÕES BÁSICAS DE CARTOGRAFIA, GEODÉSIA E GEOPROCESSAMENTO	18
2.1 Noções de Geodésia	18
2.1.1 A forma verdadeira da Terra: geoide.....	18
2.1.2 A forma matemática da Terra: elipsoide de revolução	19
2.1.3 As três superfícies da Geodésia	20
2.1.4 Sistemas geodésicos regionais	21
2.1.5 Sistemas geodésicos globais	21
2.1.6 Importância de um referencial geodésico único	22
2.1.7 Referencial geodésico oficial do Brasil	23
2.2 Noções de Cartografia	23
2.2.1 Projeção cartográfica	24
Classificação das projeções cartográficas	24
Projeções cartográficas mais usuais no Brasil.....	26
2.2.2 Escala cartográfica	28
Escala do mapeamento topográfico	29
Bases cartográficas contínuas.....	30
2.2.3 Superfícies a serem consideradas num ambiente SIG	30
2.3 Noções de Geoprocessamento	31
2.3.1 Tipos de dados em Geoprocessamento	32
2.3.2 Representação geográfica	33
2.3.3 Representação geográfica do relevo	34
2.3.4 Representação dos atributos dos dados geoespaciais.....	35

2.3.5	Banco de dados geográficos	36
2.3.6	Relacionamentos espaciais	37
2.3.7	Relacionamento topológico	39
3	ACESSO E USO DE DADOS GEOESPACIAIS	40
3.1	Dados geoespaciais utilizados	40
	Base Cartográfica Contínua	42
	Folhas topográficas	45
	Modelo Digital de Elevação - MDE	46
	Imagens do território	48
	Geoserviços	49
	Dados Tabulares	52
	Banco de dados geográficos	55
	Informação Geográfica Voluntária – VGI	56
3.2	O ambiente SIG QGIS	56
3.2.1	Criando um novo projeto	57
3.2.2	Salvando o ambiente de trabalho	58
3.2.3	Complementos (plugins) do QGIS	58
	Instalação de complementos no QGIS	59
4	VISUALIZAÇÃO, SIMBOLOGIA E ORGANIZAÇÃO DE DADOS GEOESPACIAIS	61
4.1	Visualização de camadas de informação	61
	Ferramentas de visualização, navegação, identificação e seleção de feições	62
	Organização das camadas de informação	64
4.2	Simbologia e toponímia	64
4.2.1	Simbolização (estilo)	65
4.2.2	Toponímia (rótulo / label)	66
4.3	Visualização de uma base cartográfica contínua	68
4.4	Visualização de folhas topográficas	69
4.5	Visualização de um modelo digital de elevação - MDE	70

4.6	Visualização de imagens do território	72
4.7	Acesso a geoserviços	74
4.7.1	Acesso a geoserviços WFS.....	74
4.7.2	Acesso a geoserviços WMS.....	75
4.8	Manipulação de dados geoespaciais	77
	Conversão de um MNE da estrutura matricial para vetorial.....	77
	Georreferenciamento de um mapa na estrutura matricial	79
4.9	Exercício: visualização de dados geoespaciais	81
5	ANÁLISE E CONSULTA AOS DADOS GEOESPACIAIS	83
5.1	Análises e consultas por atributo	83
5.1.1	Formas de exibição da tabela de atributos	84
5.1.2	Opções de visualização dos registros da tabela de atributos.....	85
5.1.3	Filtrar a exibição dos registros.....	85
5.2	Elaborando consultas por atributo	86
5.2.1	Expressões SQL (Structure Query Language)	87
	Exemplo de consulta por atributos.....	88
	Atividade complementar.....	90
5.3	Análises e consultas espaciais	90
5.3.1	Seleção por localização	92
	Atividade Complementar	94
5.3.2	Gerar área de abrangência (buffer).....	95
5.3.3	Extrair feições geográficas aleatoriamente	97
5.4	Junção de informações geoespaciais	99
5.4.1	Junção de tabelas por atributo.....	99
5.4.2	Junção espacial (Join Spatial).....	104
6	EDIÇÃO DE FEIÇÕES GEOGRÁFICAS	107
6.1	Criando um novo shapefile	107
	Criação de camadas e uso das ferramentas de edição.....	108
6.1.1	Criando camadas com geometria: ponto, linha e área	110
6.1.2	Editando dados geoespaciais	111

	Editando feições geográficas representadas por pontos	111
	Editando feições geográficas representadas por linhas	112
	Editando feições geográficas representadas por áreas	113
6.1.3	Ferramentas de edição básicas, avançadas e as opções de aderência.	114
6.1.4	Vetorização de feições geográficas	115
6.2	Validação Topológica	115
7	IMPRESSÃO DE MAPAS: ELABORAÇÃO DE CARTOGRAMAS	118
7.1	Apresentação do compositor de impressão do QGIS	118
7.1.1	Escala gráfica	119
7.1.2	Grade de coordenadas	120
7.1.3	Legenda	121
7.2	Elaboração de cartogramas.....	121
8	ACESSO A BANCO DE DADOS GEOGRÁFICOS	125
8.1	Criando um novo banco de dados geográfico	126
8.1.1	Gerenciador de banco de dados	127
8.1.2	Criando classe de feições no banco de dados geográfico.....	127
8.2	Importando camadas para o banco de dados geográfico.....	129
8.3	Análise e consultas no Banco de Dados Geográfico	130
8.3.1	Realizando consultas por atributo pelo Gerenciador BD	130
8.3.2	Realizando consultas espaciais pelo Gerenciador de Banco de Dados.....	134
9	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	136
10	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	137
	EQUIPE TÉCNICA	140

Lista de figuras

Figura 1. Logomarca do QGIS.....	16
Figura 2. Página web inicial do QGIS.....	16
Figura 3. Os seis componentes do SIG	17
Figura 4. A forma verdadeira da Terra é um geóide (superfície equipotencial de referência)	19
Figura 5. A forma matemática da Terra é um elipsoide de revolução (superfície matemática).....	19
Figura 6. As três superfícies da Geodésia	20
Figura 7. Referencial geodésico regional	21
Figura 8. Referencial geodésico global	22
Figura 9. Acidente em função do uso de referenciais geodésicos distintos ...	22
Figura 10. Exemplos de projeções cartográficas	24
Figura 11. Classificação das projeções cartográficas quanto à superfície	25
Figura 12. Cartograma do mapa político da série Brasil na escala 1:5.000.000	26
Figura 13. Sistema de projeção UTM: cilindro secante na posição transversa	27
Figura 14. Exemplos de fusos da Projeção UTM	27
Figura 15. Sistema de coordenada de um fuso UTM	28
Figura 16. Fusos UTM no Brasil.....	28
Figura 17. Tecnologias de Geoprocessamento.....	32
Figura 18. Representação vetorial (ponto, linha e área)	33
Figura 19. Representação matricial (raster)	33
Figura 20. Representação do relevo em grade (formato matricial)	34
Figura 21. Representação do relevo em grade triangular (formato vetorial)....	34
Figura 22. Representação do relevo em curvas de nível.....	35
Figura 23. Representação dos atributos	36
Figura 24. Formas de acesso ao banco de dados geográficos	37
Figura 25. Relacionamentos espaciais entre as geometrias do tipo ponto, linha e área	38

Figura 26. Relacionamentos espaciais entre as geometrias do tipo linha e área	38
Figura 27. Relacionamentos espaciais entre as geometrias do tipo área	39
Figura 28. Proposta de estrutura de diretórios	41
Figura 29. Categorias de informação da BCIM segundo a ET-EDGV	42
Figura 30. Seção de “Downloads de Geociências” no site do IBGE.....	44
Figura 31. Folha topográfica de Argirita na escala 1:50.000.....	45
Figura 32. Página do Earth Explore, do USGS	47
Figura 33. SRTM de 30 metros sobre o Pará	48
Figura 34. Imagem Sentinel-2: Pará em 20/07/2017	49
Figura 35. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA	52
Figura 36. Selecionando e configurando as variáveis de interesse no SIDRA.	53
Figura 37. Exibindo o geocódigo da unidade territorial municípios	54
Figura 38. Exportando o resultado da consulta no SIDRA.....	55
Figura 39. Projeto QGIS em branco	57
Figura 40. Criando um novo projeto no QGIS	57
Figura 41. Salvando o ambiente de trabalho	58
Figura 42. Menu complementos (plugins) do QGIS.....	59
Figura 43. Gerenciar e instalar complementos	59
Figura 44. Complementos (plugins) do QGIS	59
Figura 45. Adicionar camada vetorial.....	61
Figura 46. Adicionar camada raster (matricial)	61
Figura 47. Adicionar camada banco de dados espaciais	61
Figura 48. Adicionar camada de geoserviços (WMS, WCS, WFS).....	61
Figura 49. Adicionar camada tipo texto delimitado com pares de coordenadas	62
Figura 50. Criar nova camada (shapefile e SpatialLite)	62
Figura 51. Adicionar camada dados de GNSS	62
Figura 52. Remover camada.....	62
Figura 53. Barra de ferramentas de visualização e navegação	62
Figura 54. Ativando e desativando a visualização de camadas	63

Figura 55. Ferramentas de identificação e seleção de feições	63
Figura 56. Opções da camada	64
Figura 57. Hierarquia para organização dos elementos gráficos segundo a geometria primitiva (ponto, linha e área)	64
Figura 58. Propriedades da camada: simbologia (estilo) de uma camada vetorial do tipo polígono	65
Figura 59. Propriedades da camada: simbologia (estilo) de uma camada vetorial do tipo matricial	66
Figura 60. Propriedades da camada: toponímia (rótulo) de uma camada vetorial	67
Figura 61. Gerenciador de estilos (simbologias).....	67
Figura 62. Adicionar camada vetorial.....	68
Figura 63. Adicionar camada vetorial.....	68
Figura 64. Selecionar (buscar) uma camada vetorial	68
Figura 65. Conversão de formato: arquivo CAD para shapefile.	70
Figura 66. Adicionar camada raster	71
Figura 67. Estilo falsa cor para o SRTM	71
Figura 68. Visualização de dados geoespaciais na estrutura matricial	72
Figura 69. Esquema de Bandas RGB para visualização da imagem do Sentinel 2	72
Figura 70. Visualização de bandas de imagens do Sentinel 2.....	73
Figura 71. Adicionar geoserviços (WMS, WFS ou WCS).....	74
Figura 72. Adicionando geoserviços	74
Figura 73. Criando uma nova conexão WFS	75
Figura 74. Camadas WFS adicionadas do geoserviço do IBGE	75
Figura 75. Criando uma nova conexão WMS	76
Figura 76. Camadas WMS adicionadas do geoserviço do IBGE	77
Figura 77. Caixa de diálogo para conversão da estrutura matricial para vetorial	77
Figura 78. Resultado da conversão da estrutura matricial para vetorial.....	78

Figura 79. Caixa de diálogo para conversão do MNE (matricial) para curvas de nível (vetorial).	78
Figura 80. Resultado da conversão do MNE para curvas de nível.....	79
Figura 81. Adicionar pontos	79
Figura 82. Georreferenciamento: adicionar pontos a folha topográfica	80
Figura 83. Configurações de transformação	80
Figura 84. Configurações de transformação para o georreferenciamento de uma folha topográfica	81
Figura 85. Adicionar camada vetorial.....	82
Figura 86. Camadas visualizadas e simbolizadas	82
Figura 87. Tabela de atributos referente a camada trecho ferroviário.....	83
Figura 88. Ferramentas disponíveis na tabela de atributos.	84
Figura 89. Opção para exibir tabela de atributos como formulário	84
Figura 90. Opção para exibir tabela de atributos como lista de registros.....	85
Figura 91. Opções de visualização dos registros da tabela de atributos.	85
Figura 92. Realizando um filtro por coluna.	86
Figura 93. Selecionar feições usando uma expressão	86
Figura 94. Consulta por atributos por meio de expressões SQL.....	87
Figura 95. Consulta SQL para a seleção de uma massa d'água.....	88
Figura 96. Zoom na seleção	88
Figura 97. Aproximando o mapa para as feições selecionadas na tabela de atributos.....	89
Figura 98. Seleção do nome "Rio Araguaia" na tabela de atributos	89
Figura 99. Menu vetor do QGIS	90
Figura 100. Ferramentas de Análise (Analysis Tools)	91
Figura 101. Ferramentas de Investigação (Research Tools)	91
Figura 102. Ferramentas de Geoprocessamento (Geoprocessing Tools).....	91
Figura 103. Ferramentas de Geometria (Geometry Tools).....	92
Figura 104. Ferramentas de Gerenciamento de Dados (Data Management Tools)	92
Figura 105. Caixa de diálogo: Selecionar por localização	93

Figura 106. Resultado da seleção por localização	94
Figura 107. Menu Processar	95
Figura 108. Caixa de ferramentas de processamento	96
Figura 109. Caixa de ferramentas de processamento	97
Figura 110. Caixa de diálogo para seleção aleatória de feições.	98
Figura 111. Resultado da função seleção aleatória de feições.	98
Figura 112. Tabela 1378 do SIDRA sem tratamento em formato CSV	100
Figura 113. Tabela 1378 do SIDRA editada em formato XLS.....	101
Figura 114. Junção espacial da delimitação municipal com dados tabulares	102
Figura 115. Propriedades da camada (simbologia categorizada)	103
Figura 116. Resultado da junção por atributos	103
Figura 117. Gerando pontos aleatórios.....	104
Figura 118. Junção espacial de atributos aos pontos aleatórios.....	105
Figura 119. Resultado da junção espacial de atributos	106
Figura 120. Definindo a geometria e o sistema de coordenadas de referência	107
Figura 121. Atributos adicionados ao novo shapefile	108
Figura 122. Ferramenta para iniciar e terminar a seção de edição	108
Figura 123. Ferramentas de edição básicas de vetores.....	109
Figura 124. Ferramentas de edições avançadas de vetores	109
Figura 125. Criar shapefiles segundo as três geometrias primitivas	110
Figura 126. Shapefiles criados e adicionados ao projeto QGIS	110
Figura 127. Iniciar a seção de edição de pontos	111
Figura 128. Adicionar feições pontuais	111
Figura 129. Criando e editando dados pontuais	111
Figura 130. Encerrar a seção de edição de pontos	112
Figura 131. Iniciar a seção de edição de linhas	112
Figura 132. Adicionar feições lineares	112
Figura 133. Opções de aproximação ou aderência entre as camadas	112
Figura 134. Criando e editando linhas	113
Figura 135. Criando e editando polígonos	114

Figura 136. Edições básicas de vetores	114
Figura 137. Edições avançadas de vetores	114
Figura 138. Opções de aproximação ou aderência entre ponto e área	115
Figura 139. Verificador de topologia	116
Figura 140. Verificador de topologia	116
Figura 141. Validação topológica identificadas no QGIS	117
Figura 142. Título do compositor de impressão	118
Figura 143. Ambiente do “compositor de impressão” e suas funcionalidades	119
Figura 144. Menu e ferramentas principais do compositor de impressão.	119
Figura 145. Ícone para adicionar a escala gráfica	119
Figura 146. Adição de grades de coordenadas ao mapa	120
Figura 147. Ícone para adicionar a legenda	121
Figura 148. Definindo o sistema de coordenadas do projeto QGIS	122
Figura 149. Guia de opções do item adicionado e selecionando	122
Figura 150. Melhorando a apresentação do mapa	123
Figura 151. Informações textuais do cartograma	123
Figura 152. Imprimir ou exportar o mapa elaborado	124
Figura 153. Resultado final em formato PDF	124
Figura 154. SpatiaLite aliado ao Gerenciador BD	125
Figura 155. Ativação e visualização do painel do buscador	126
Figura 156. Criação de uma base de dados no formato SpatiaLite	126
Figura 157. Base criada e conectada	126
Figura 158. Gerenciador de banco de dados	127
Figura 159. Criando novas camadas no banco SpatiaLite	128
Figura 160. Ferramenta de criação de novas camadas no banco SpatiaLite.	128
Figura 161. Importar camada/arquivo	129
Figura 162. Importando camadas ou arquivos	129
Figura 163. Camada adicionada ao Banco SpatiaLite e ao projeto.	130
Figura 164. Ferramenta de construção de consultas SQL	131
Figura 165. Inserindo a expressão SQL pelo gerenciador BD	131

Figura 166. Atualizando a visão de camadas no Spatialite.	132
Figura 167. Adição da visão criada à tela.....	132
Figura 168. Importar camada/arquivo	132
Figura 169. Importação da camada baseada na visão criada.	132
Figura 170. Resultado da consulta SQL carregado em tela.....	133
Figura 171. Resultado da consulta do número de linhas da camada trecho de drenagem.	134
Figura 172. Resultado da consulta do número de rios que interceptam o estado da Bahia.	135

Lista de quadros e tabelas

Quadro 1. Lista de conjunto de dados geoespaciais utilizados	42
Quadro 2. Descrição das categorias de informação da BCIM	43

Apresentação

Este manual de **Introdução ao ambiente SIG QGIS** é utilizado em capacitações no IBGE desde 2007, em treinamentos para as áreas que precisam manipular dados geoespaciais em suas atividades rotineiras.

O objetivo principal deste documento é que o leitor seja capaz de utilizar as principais ferramentas deste ambiente SIG em suas atividades profissionais e acadêmicas. Como objetivos específicos são demonstrar a importância do conhecimento teórico básico de geodésia, cartografia e geoprocessamento para uma adequada manipulação e análise de dados geoespaciais; e mostrar o acesso aos dados geoespaciais abertos utilizados neste manual.

Os tópicos abordados no documento são: noções básicas de cartografia e geodésia; noções de geoprocessamento; acesso e uso de dados geoespaciais; visualização, simbologia e organização dos dados geoespaciais; análise e consulta aos dados geoespaciais; edição de feições geográficas; impressão de mapas: elaboração de cartogramas.

Wadih João Scandar Neto

Diretor de Geociências

1 Introdução

O **QGIS** é um software livre, com ambiente de trabalho amigável, integrante do *Open Source Geospatial Foundation* (OSGeo) como um projeto oficial. Mostra-se em constante desenvolvimento, com listas de discussão ativas, atendendo diversas necessidades de seus usuários. A logomarca do software é ilustrada na Figura 1 (Blog QGIS, 2016).



Figura 1. Logomarca do QGIS

Fonte: Blog QGIS, 2016

O QGIS suporta diversos formatos de dados: vetoriais, matriciais (imagens), banco de dados e suas funcionalidades. Permite realizar consultas espaciais e por atributo (semânticas). Permite editar dados na estrutura vetorial, em formato Shapefile, PostgreSQL (PostGIS), Oracle Spatial, entre outros. A Figura 2 ilustra a página inicial do QGIS, disponível em www.qgis.org.



Figura 2. Página web inicial do QGIS

Fonte: QGIS, 2018

Um Sistema de Informação Geográfica (SIG) é um "conjunto de programas (softwares), equipamentos (hardware), metodologias (procedimentos), dados e pessoas (usuário), perfeitamente integrados, de forma a tornar possível a coleta, o armazenamento, o processamento e a análise de dados georreferenciados, bem como a produção de informação derivada de sua aplicação" (TEIXEIRA, 1995). A rede é o componente mais recente e integrador de todo o sistema, conforme ilustra a Figura 3 (LONGLEY *et al.*, 2013).



Figura 3. Os seis componentes do SIG

Fonte: Longley *et al.* (2013)

Os dados geoespaciais são essenciais para as aplicações de SIG. Estes dados podem ser integrados e analisados por múltiplos profissionais, de diferentes áreas de formação. Uma das riquezas do conceito e aplicações de SIG está na sua multidisciplinaridade, onde todas as áreas do conhecimento podem ser correlacionadas para modelarmos os fenômenos espaciais.

Este documento aborda o uso de dados abertos dentro do ambiente SIG QGIS, permitindo ao usuário uma visão holística e integradora de diferentes dados geoespaciais. Entretanto, ressalta-se para o leitor que os conceitos de SIG são mais abrangentes que um simples ambiente de trabalho.

"Os princípios fundamentais de SIG tendem a persistir por muito tempo após o software ter recebido novas versões, e as habilidades aprendidas ao usar o software podem ter pouco valor quando uma nova tecnologia chega. Por outro lado, muito da diversão e do entusiasmo a respeito dos SIG vêm justamente disso, e os princípios fundamentais podem ser muito áridos e sem graça sem a prática" (LONGLEY *et al.*, 2013).

2 Noções Básicas de Cartografia, Geodésia e Geoprocessamento

Esta parte do documento visa nivelar o conhecimento de Geodésia, Cartografia e Geoprocessamento, essenciais para a manipulação adequada de dados geoespaciais. Os objetivos deste capítulo são:

- Apresentar conceitos e aplicações relevantes de Geodésia;
- Apresentar conceitos e aplicações relevantes à ciência cartográfica; e
- Mostrar a importância do referencial geodésico e cartográfico para dados e informações geoespaciais.

2.1 Noções de Geodésia

A **Geodésia** é a ciência que tem por objetivo determinar a forma e as dimensões da Terra e os parâmetros definidores do campo da gravidade (GEMAEL, 1994). A geodésia é essencial para o posicionamento acurado de coordenadas (planimétrico), a referência acurada de nível (altitude); e o levantamento de dados gravimétricos terrestres (aceleração da gravidade).

2.1.1 A forma verdadeira da Terra: geoide

O **geoide** é limitado por uma superfície equipotencial do campo da gravidade da Terra que coincide com o nível médio não perturbado dos mares. A Figura 4 ilustra a superfície verdadeira (superfície equipotencial de referência) da Terra e as anomalias de gravidade.

Em cada ponto o vetor gravidade será perpendicular à superfície. A superfície geoidal é prolongada através dos continentes. Ela tem formato ondulatório levemente irregular que acompanha as variações da estrutura de distribuição de massa da Terra. Essa ondulação é suave e fica em torno ± 30 metros, sendo o valor máximo de ± 100 metros, em relação ao elipsoide de referência.

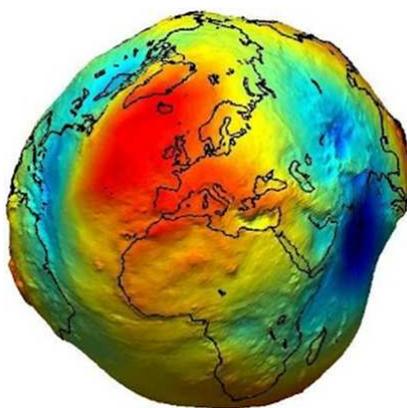


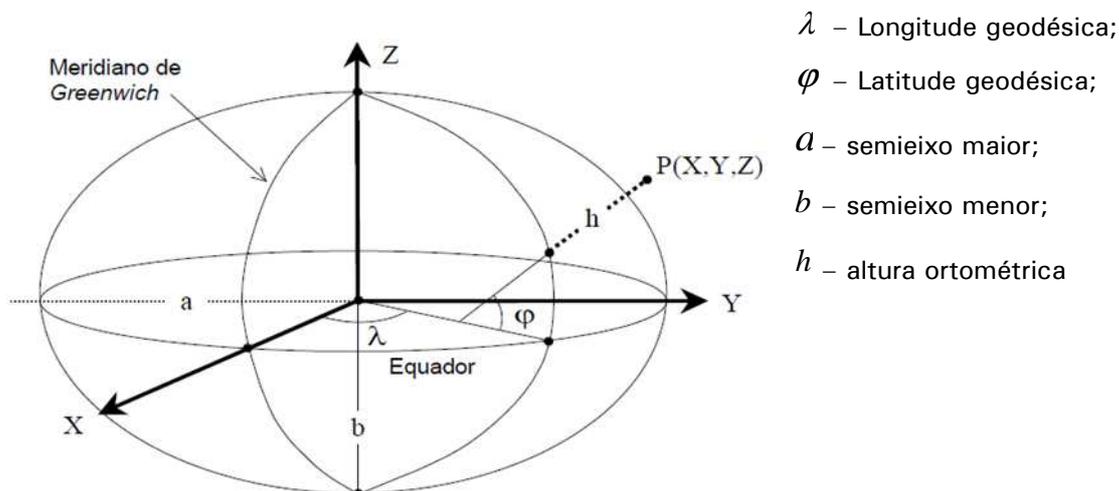
Figura 4. A forma verdadeira da Terra é um geóide (superfície equipotencial de referência)

Fonte: NASA (2017)

2.1.2 A forma matemática da Terra: elipsoide de revolução

A superfície terrestre sofre frequentes alterações devido a ações da natureza e do homem. Desta forma, foi adotada, como superfície de referência, a figura geométrica de uma elipse que ao girar em torno de seu eixo menor forma um volume, denominado **elipsoide de revolução**, achatado nos polos. A Figura 5 ilustra a superfície matemática da Terra.

Onde:



- λ – Longitude geodésica;
- φ – Latitude geodésica;
- a – semieixo maior;
- b – semieixo menor;
- h – altura ortométrica

Figura 5. A forma matemática da Terra é um elipsoide de revolução (superfície matemática)

Fonte: baseado em GEMAEL (1994)

2.1.3 As três superfícies da Geodésia

Em síntese, conforme ilustra a Figura 6, as três superfícies da Geodésia são:

- A **superfície verdadeira** (superfície equipotencial de referência): geóide (datum vertical);
- A **superfície matemática**: elipsóide (datum horizontal e referência vertical);
- A **superfície física**: terrestre (onde são realizadas as medições).

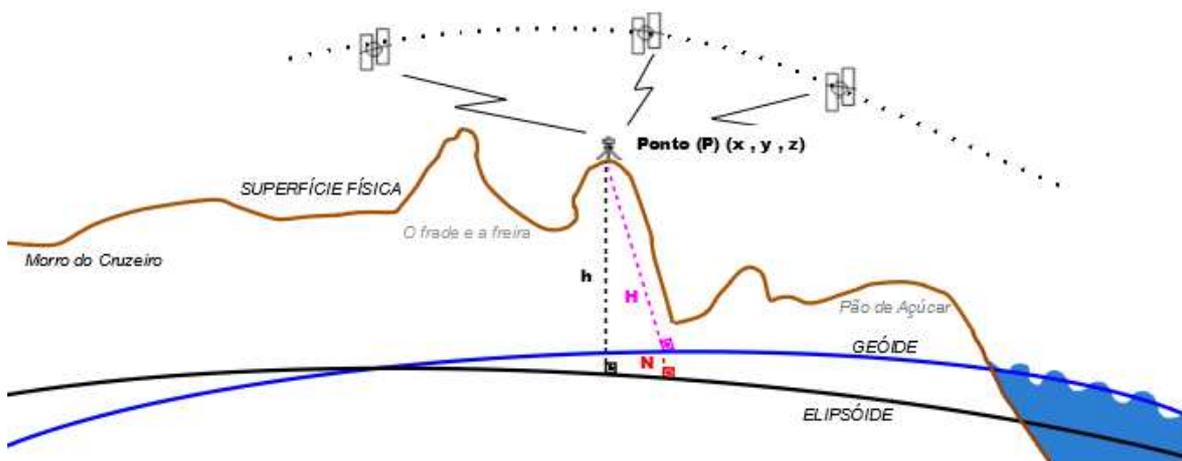


Figura 6. As três superfícies da Geodésia

Fonte: baseado em IBGE (1998)

Onde:

h: a altitude geométrica (elipsoidal) é a distância vertical medida sobre a normal (perpendicular ao elipsóide) entre o ponto medido e uma superfície de referência elipsoidal. Ela depende do elipsóide de referência e tem significado geométrico.

H: a altitude ortométrica (geoidal) é a distância medida sobre a vertical do lugar (perpendicular representada pelo fio de prumo), do ponto medido até o nível médio do mar ou geóide. Ela independe do elipsóide de referência e tem significado físico.

N: a ondulação geoidal é a distância entre a superfície geoidal (verdadeira) e a superfície elipsoidal (matemática) de referência. Esta distância é contada

sobre o segmento de reta da normal (perpendicular) entre o ponto medido e uma superfície de referência elipsoidal.

A equação 1 mostra a relação aproximada entre as três superfícies.

$$H = h - N \quad (\text{equação 1})$$

2.1.4 Sistemas geodésicos regionais

Os sistemas geodésicos regionais, conforme ilustra a Figura 7, é um referencial adaptado a uma região (país ou continente) devido à limitação dos métodos de posicionamento utilizados (por exemplo: poligonação). Permite a possibilidade de existência de mais de um sistema de referência em cada região ou país. Por exemplo: Chuá-Astro Datum; South American Datum 1969 (SAD 69) e Córrego Alegre.

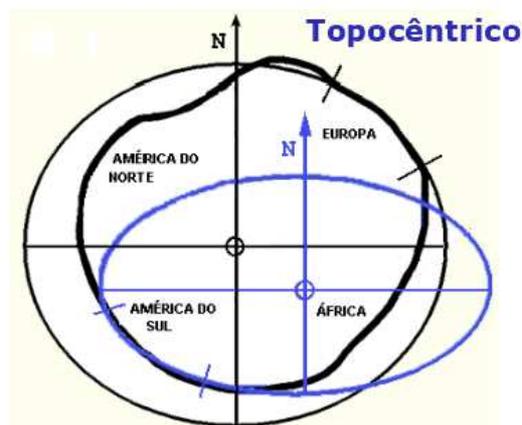


Figura 7. Referencial geodésico regional

Fonte: Furtado *et al.* (2012)

2.1.5 Sistemas geodésicos globais

Os sistemas geodésicos globais, conforme ilustra a Figura 8, são adequados às modernas técnicas de posicionamento, possibilitando levantamentos globais. Como exemplo pode-se destacar os Sistemas Globais de Navegação por Satélite (GNSS - *Global Navigation Satellite System*). A origem do sistema é o centro de massa da Terra (Sistemas Geocêntricos). Por exemplo: *World Geodetic System 1984 - WGS 84*; *International Terrestrial Reference System - ITRS*; Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas - SIRGAS 2000.

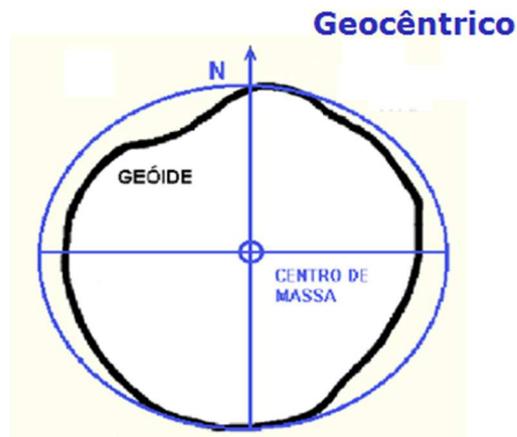


Figura 8. Referencial geodésico global

Fonte: Furtado *et al.* (2012)

2.1.6 Importância de um referencial geodésico único

A Figura 9 mostra um acidente que aconteceu em São Paulo em 2001 quando a máquina de perfuração da empreiteira atingiu um gasoduto da Petrobrás, justamente por usarem sistemas de referência diferentes (inconsistentes). Cerca de 2.000 pessoas tiveram que deixar suas casas durante 28hs e a estrada foi bloqueada por 12hs.

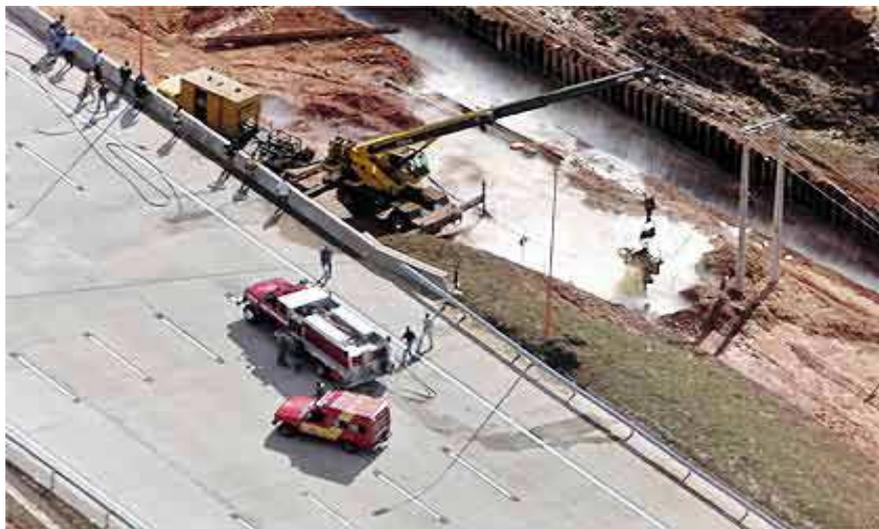


Figura 9. Acidente em função do uso de referenciais geodésicos distintos

Fonte: Folha de 16 de junho de 2001 (2001)

2.1.7 Referencial geodésico oficial do Brasil

Segundo a Constituição Federal de 1988, o Art. 21 diz que compete à União organizar e manter os serviços oficiais de estatística, geografia, geologia e cartografia de âmbito nacional; e o Art.22 diz que compete privativamente à União legislar sobre o sistema estatístico, sistema cartográfico e de geologia nacionais.

O Decreto Lei nº 243 de 1967 fixa as diretrizes e bases da cartografia brasileira, o Art. 12 diz que compete, sobretudo, ao IBGE promover o estabelecimento da rede geodésica fundamental, do sistema plano-altimétrico único; o Art.15 diz que o estabelecimento de Normas Técnicas para a cartografia brasileira compete ao IBGE no que concerne à rede geodésica fundamental.

Em **25 de fevereiro de 2015** o SIRGAS 2000 foi adotado, em definitivo, como o **referencial geodésico oficial do Brasil**. Os parâmetros são detalhados abaixo:

- **SIRGAS2000 Época de Referência: 2000,4**
- **Elipsoide: GRS80**
- **Semieixo maior: 6.378.137 m**
- **Achatamento: 1/298,257222101**
- **Origem: Centro de Massa da Terra**

Atualmente, o sistema WGS84 é compatível com o SIRGAS 2000.

2.2 Noções de Cartografia

A Cartografia apresenta-se como o conjunto de estudos e operações científicas, técnicas e artísticas que, tendo por base os resultados de observações diretas ou da análise de documentação, se voltam para a elaboração de mapas, cartas e outras formas de expressão ou representação de objetos, elementos, fenômenos e ambientes físicos e socioeconômicos, bem como a sua utilização (IBGE, 1993).

Nesta seção são apresentados conceitos de projeção e escala cartográfica essenciais para a manipulação dos dados geoespaciais num

ambiente SIG. No final desta seção são apresentados os referenciais geodésicos e cartográficos mais usuais e recomendados na utilização de dados geoespaciais num ambiente SIG.

2.2.1 Projeção cartográfica

A projeção em um mapa é utilizada para representar a totalidade ou parte da Terra sobre uma superfície plana. Este processo não pode ser feito sem alguma distorção.

Toda projeção apresenta vantagens e desvantagens. Não há a melhor projeção. O produtor do dado geoespacial deve selecionar a projeção mais adequada, a fim de reduzir as distorções das feições mais importantes. A Figura 10 ilustra alguns exemplos de projeções cartográficas.

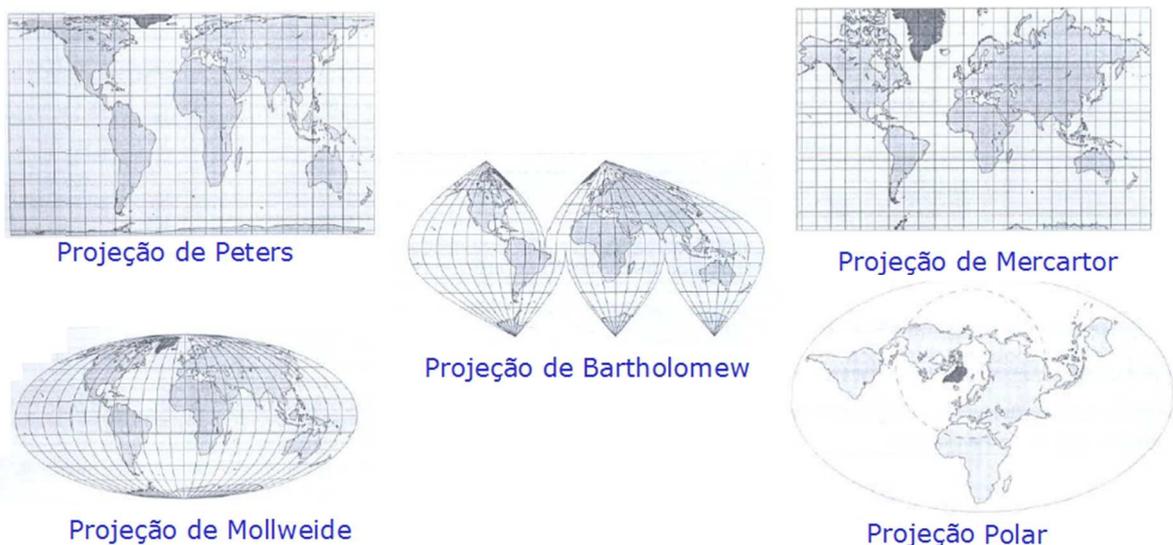


Figura 10. Exemplos de projeções cartográficas

Classificação das projeções cartográficas

As projeções cartográficas são classificadas, principalmente, **quanto à superfície de projeção e suas propriedades.**

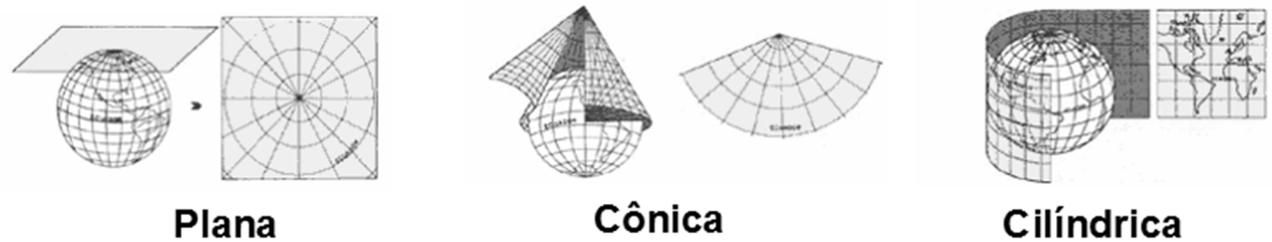


Figura 11. Classificação das projeções cartográficas quanto à superfície

Quanto à superfície elas são classificadas em: plano, cônica e cilíndrica, conforme Figura 11.

Plana: a projeção é construída com base num plano tangente ou secante a um ponto na superfície de referência. Pode assumir três posições básicas em relação à superfície de referência: polar, equatorial e oblíqua (ou horizontal).

Cônica: os meridianos e paralelos geográficos são projetados em um cone tangente, ou secante, à superfície de referência, desenvolvendo o cone num plano. Pode assumir três posições em relação à superfície de referência: normal, transversal e oblíqua (ou horizontal). Pode assumir três posições básicas em relação à superfície de referência: equatorial, transversal e oblíqua (ou horizontal).

Cilíndrica: a projeção dos meridianos e paralelos geográficos é feita num cilindro tangente, ou secante, à superfície de referência, desenvolvendo o cilindro num plano.

Quanto às propriedades as projeções são classificadas em: equidistantes, equivalentes, conformes e afiláticas.

Equidistantes: são as que não apresentam deformações lineares, isto é, os comprimentos são representados em escala uniforme.

Equivalentes: não deformam as áreas, isto é, as áreas na carta guardam uma relação constante com as suas correspondentes na superfície da Terra. As projeções equivalentes são utilizadas para cálculo de áreas oficiais, por exemplo, para o cálculo das áreas das Unidades da Federação e dos municípios, é utilizada a Projeção Equivalente ou de Albert.

Conforme: são as que não deformam os ângulos e, decorrente dessa propriedade, não deformam também a forma das pequenas áreas. As projeções conformes por conservarem os ângulos são utilizadas na navegação marítima e aérea.

Afiláticas: são aquelas em que os comprimentos, as áreas e os ângulos não são conservados. Entretanto, podem possuir uma ou outra propriedade que justifique sua construção.

Segundo IBGE (1998), as propriedades descritas acima são básicas e mutuamente excludentes. Ressalta-se que não existe uma representação ideal, mas apenas uma melhor representação para um determinado propósito.

Projeções cartográficas mais usuais no Brasil

A **Projeção Policônica** é apropriada para uso em países ou regiões de extensão predominantemente Norte-Sul e com menor extensão Leste-Oeste. No Brasil é empregada na elaboração dos mapas da série Brasil, regionais, estaduais e temáticos, conforme ilustra a Figura 12.



Figura 12. Cartograma do mapa político da série Brasil na escala 1:5.000.000

Fonte: IBGE (2016)

A **Projeção Universal Transversa de Mercator – UTM** é um sistema de projeção cartográfica e corresponde a uma modificação da projeção de Mercator, onde o cilindro secante é colocado em posição transversa, conforme ilustram as Figura 13 e 14. Este sistema foi adotado pela Diretoria de Serviço Geográfico do Exército (DSG) e pelo IBGE como padrão para o mapeamento sistemático brasileiro.

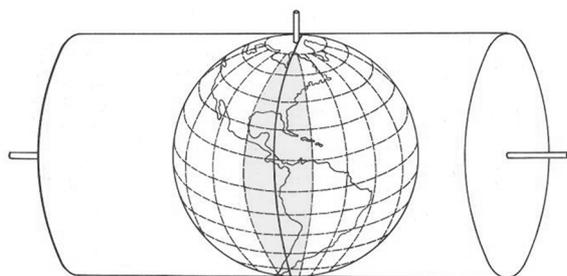


Figura 13. Sistema de projeção UTM: cilindro secante na posição transversa

Fonte: Teixeira (2010)

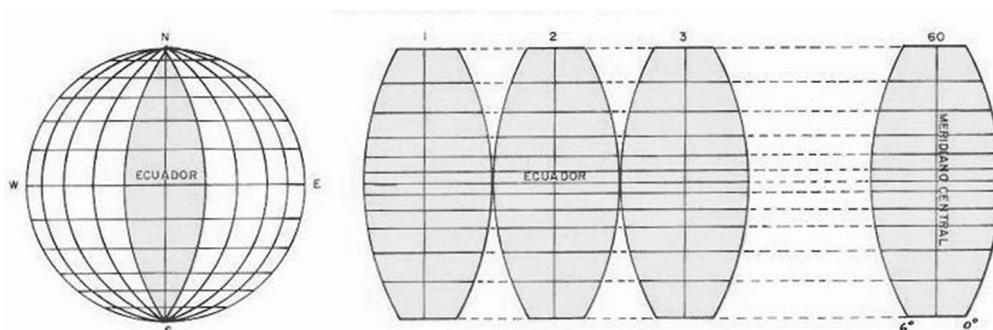


Figura 14. Exemplos de fusos da Projeção UTM

Fonte: Teixeira (2010)

A cada fuso, de 6 por 6 graus, associamos um sistema cartesiano métrico de referência, atribuindo à origem do sistema (interseção da linha do Equador com o meridiano central) as coordenadas **500.000 m**, para contagem de coordenadas ao longo do Equador, e **10.000.000 m** ou **0 (zero) m**, para contagem de coordenadas ao longo do meridiano central, para os **hemisférios sul e norte respectivamente**. Isto elimina a possibilidade de ocorrência de valores negativos de coordenadas. A Figura 15 exemplifica o sistema de coordenadas de um fuso UTM.

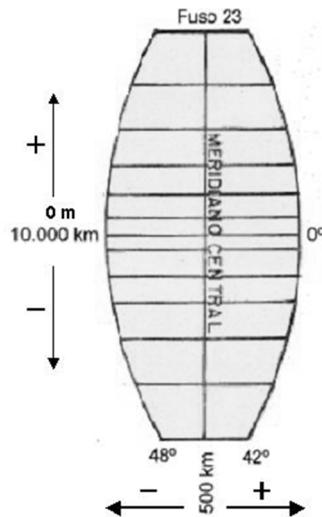


Figura 15. Sistema de coordenada de um fuso UTM

Fonte: Teixeira (2010)

Exemplo de notação das coordenadas:

E = 804 km; **N** = 7.466 km; **Fuso**: 23 Sul.

No Brasil são 8 (oito) fusos UTM, de 6 em 6 graus, cobrindo todo o território nacional, conforme ilustra a Figura 16.

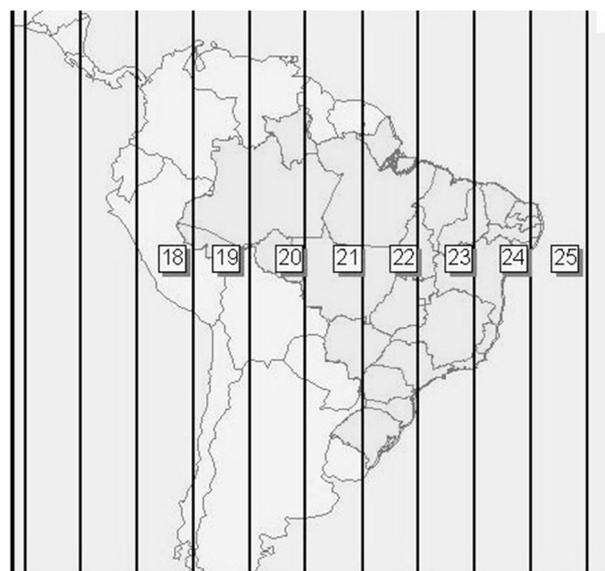


Figura 16. Fusos UTM no Brasil

Fonte: adaptado de Teixeira (2010)

2.2.2 Escala cartográfica

A escala cartográfica estabelece uma relação de proporcionalidade entre as distâncias lineares num desenho (mapa) e as distâncias correspondentes na realidade.

A indicação da escala de um mapa é direta quando feita junto à legenda, por expressão numérica ou gráfica, e indireta, quando essa mesma relação é estabelecida por elementos de grandeza conhecida.

As escalas podem ser: numéricas; gráficas; de declividades; e de cores.

Segundo IBGE (1998), a precisão gráfica é a menor grandeza medida no terreno, capaz de ser representada no mapa em sua escala especificada. Este limite prático determina o erro tolerável nas medições realizadas em uma determinada escala, calculado conforme a equação 2:

$$\text{Seja } E = \frac{1}{N}$$

$$e_m = 2 \times 10^{-4} \times N \text{ (em metros)} \quad \text{(equação 2)}$$

Onde:

E é a escala do mapa.

N é o denominador da escala do mapa.

e_m é o erro tolerável em metros.

Por exemplo: na escala 1:50.000 o erro prático corresponde a 10 metros no terreno, ou seja:

$$e_m = 2 \times 10^{-4} \times N \therefore e_m = 2 \times 10^{-4} \times 50000 \therefore e_m = 10$$

Escalas do mapeamento topográfico

As cartas e mapas, topográficos e geográficos, são documentos cartográficos com aplicações generalizadas, que apresentam os acidentes naturais e artificiais (IBGE, 1998).

A Cartografia Sistemática Terrestre visa a representação da área terrestre nacional, por meio de séries de cartas gerais, contínuas, homogêneas e articuladas, nas escalas-padrão abaixo discriminadas (BRASIL, 1967):

- Série de 1:1.000.000: carta topográfica onde 1cm = 10km;
- Série de 1:500.000: carta topográfica onde 1cm = 5km;
- Série de 1:250.000: carta topográfica onde 1cm = 2,5km;
- Série de 1:100.000: carta topográfica onde 1cm = 1km;
- Série de 1:50.000: carta topográfica onde 1cm = 500metros;
- Série de 1:25.000: carta topográfica onde 1cm = 250metros.

Bases cartográficas contínuas

Segundo Robinson (1995), os dados de uma base cartográfica são informações tipicamente representadas em mapas topográficos.

Seguindo as escalas-padrão, mais usuais, do mapeamento sistemático, o IBGE e a DSG estão produzindo bases cartográficas contínuas do território nacional, conforme descrição abaixo:

- Base Cartográfica Contínua do Brasil ao milionésimo, na escala 1:1.100.000 (BCIM);
- Base Cartográfica Contínua do Brasil, na escala 1:250.000 (BC250);
- Projeto da Base Cartográfica Contínua do Brasil, na escala 1:100.000 (BC100);
- Projeto Bases Cartográficas Contínuas (áreas de interesse), na escala 1:25.000 (BC25).

Ressalta-se a participação de órgãos setoriais parceiros na construção e atualização dessas bases cartográficas contínuas.

2.2.3 Superfícies a serem consideradas num ambiente SIG

Em um ambiente SIG, geralmente, adota-se como referencial cartográfico o sistema de coordenadas geográficas e, no caso do Brasil, o referencial geodésico SIRGAS 2000.

Para o cálculo de áreas, em extensões de superfície superiores a 50 km, recomenda-se o uso da projeção equivalente, como por exemplo, a *Projeção de Albers Equal Area*, com os parâmetros ajustados a região de interesse.

Para o cálculo de distâncias, em extensões de terra acima de 50 km, recomenda-se o uso de uma projeção equidistante, como por exemplo, a Projeção Policônica, com os parâmetros ajustados a região de interesse.

Para a impressão de mapas deve ser escolhido um referencial cartográfico (projeção cartográfica) adequado a apresentação e aplicação do produto.

Para pequenos mapas ilustrativos, como cartogramas, recomenda-se o uso de escala gráfica, legenda e grade de coordenadas. O referencial geodésico e cartográfico pode ser o mesmo do ambiente SIG, sem alterações.

2.3 Noções de Geoprocessamento

Geoprocessamento são todas as tecnologias utilizadas para aquisição, processamento, armazenamento, manutenção, interpretação e/ou análise de dados e informações georreferenciadas (DOMINGUES, 2007).

Um **dado espacial** descreve um fenômeno associado a alguma dimensão espacial. Um **dado geográfico ou geoespacial** é um dado espacial em que a dimensão espacial está associada à sua localização na superfície terrestre, em determinado instante ou período de tempo.

Entre essas tecnologias e métodos se destacam: **topografia**, **cartografia digital**, **SIG** (Sistema de Informação Geográfica), **CAD** (*Computer Aided Design*), **GNSS** (*Global Navigation Satellite System*), **Sensoriamento Remoto** de imagens orbitais (satélite) e não orbitais (**fotogrametria**), conforme ilustra a Figura 17.

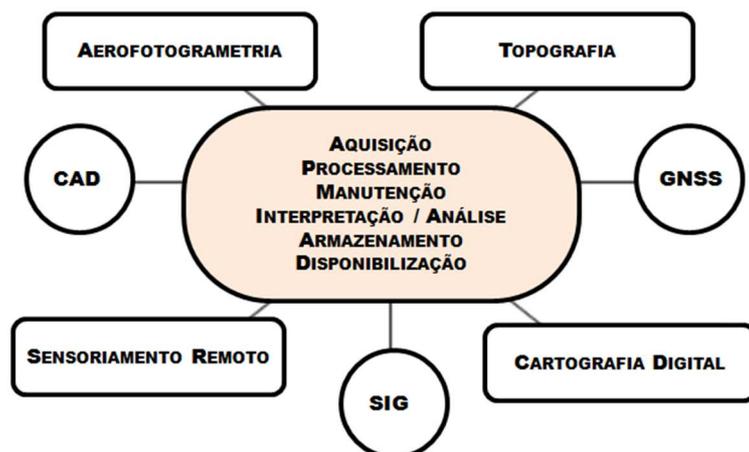


Figura 17. Tecnologias de Geoprocessamento

Fonte: adaptado de Domingues (2007)

2.3.1 Tipos de dados em Geoprocessamento

As tecnologias de Geoprocessamento utilizam e manipulam os seguintes tipos de dados:

Dados de referência e cadastrais: é a parte espacial de referência para o SIG, armazenada em forma de coordenadas, podendo ser vetorial ou matricial, e seus atributos não gráficos são armazenados em um banco de dados.

Dados temáticos: admitem tanto representação matricial quanto vetorial, e são dados referentes à temática a ser abordada no SIG, podendo ser dados: estatísticos, de vegetação, de uso do solo, de geologia, entre outros.

Redes: são parte dos dados de referência e temáticos, que são armazenados em forma de coordenadas vetoriais, com a topologia arco-nó e seus atributos não gráficos são guardados em um banco de dados.

Imagens de sensoriamento remoto: são insumos tanto para mapeamento de referência, quanto para mapeamento temático, e são armazenadas em representação matricial.

Modelos numéricos de terreno: são gerados por meio de algoritmos e podem ser armazenados em grades regulares (representação matricial), grades triangulares (representação vetorial com topologia arco-nó) ou isolinhas (representação vetorial com topologia).

2.3.2 Representação geográfica

A representação geográfica preocupa-se com a superfície terrestre, ou próximas a ela, variando da escala de um prédio à do globo (LONGLEY *et al.*, 2013).

A Figura 18 ilustra a representação geográfica na estrutura vetorial. A estrutura vetorial permite representar o dado geoespacial nas geometrias primitivas (ponto, linha e área), bem como em geometrias complexas ou multiparte.

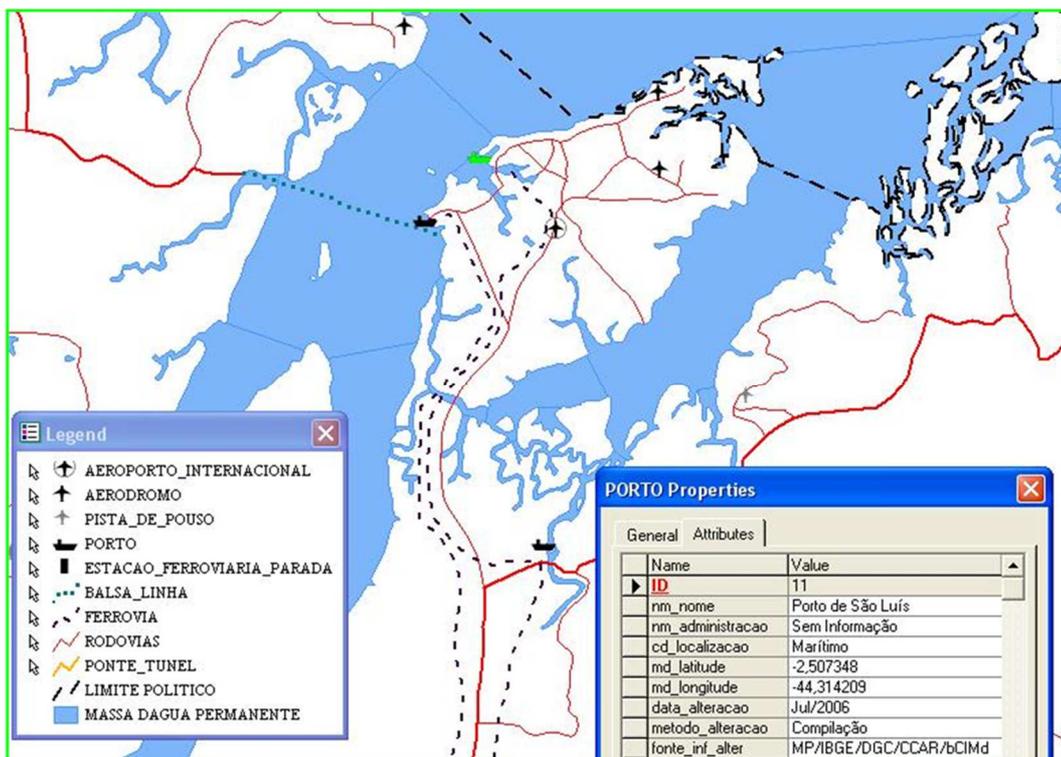


Figura 18. Representação vetorial (ponto, linha e área)

A Figura 19 ilustra a representação geográfica na estrutura matricial, oriundas de dados de sensoriamento remoto.



Figura 19. Representação matricial (raster)

2.3.3 Representação geográfica do relevo

Modelos Numéricos de Terreno (grade Regular) é uma representação **matricial** onde cada elemento da matriz está associado a um valor numérico, conforme Figura 20.

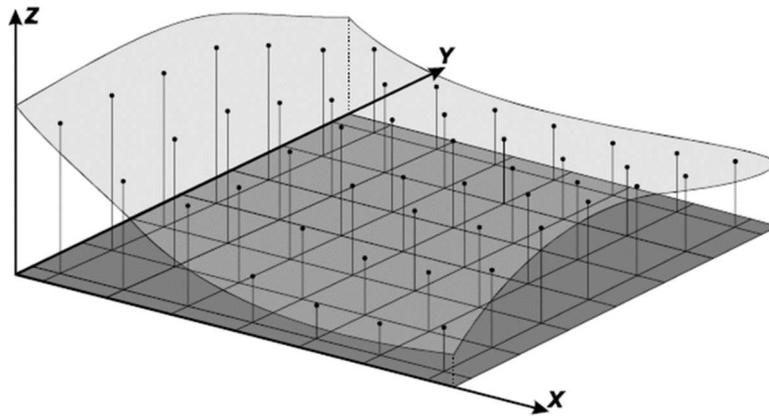


Figura 20. Representação do relevo em grade (formato matricial)

Fonte: Namikawa (1995) apud Câmara *et al.* (2001)

Malhas ou Grades Triangulares ou **TIN** (*triangular irregular network*) é uma estrutura do tipo vetorial com topologia do tipo nó-arco e representa uma superfície através de um conjunto de faces triangulares interligadas. Para cada um dos três vértices da face do triângulo são armazenadas as coordenadas de localização (x, y) e o atributo z, com o valor de elevação ou altitude, conforme Figura 21.

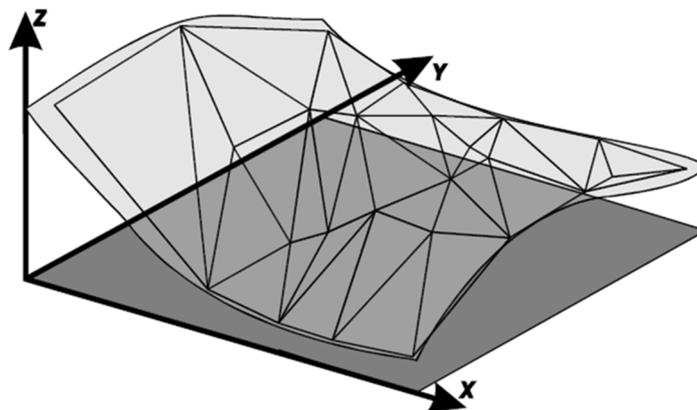


Figura 21. Representação do relevo em grade triangular (formato vetorial)

Fonte: Namikawa (1995) apud Câmara *et al.* (2001)

A **curva de nível** constitui uma linha imaginária do terreno, em que todos os pontos da referida linha têm a mesma altitude, acima ou abaixo de uma determinada superfície de referência, geralmente o nível médio do mar. Podem ser altimétricas ou batimétricas. A Figura 22 mostra a ideia e visualização de curvas de nível (IBGE, 1998).

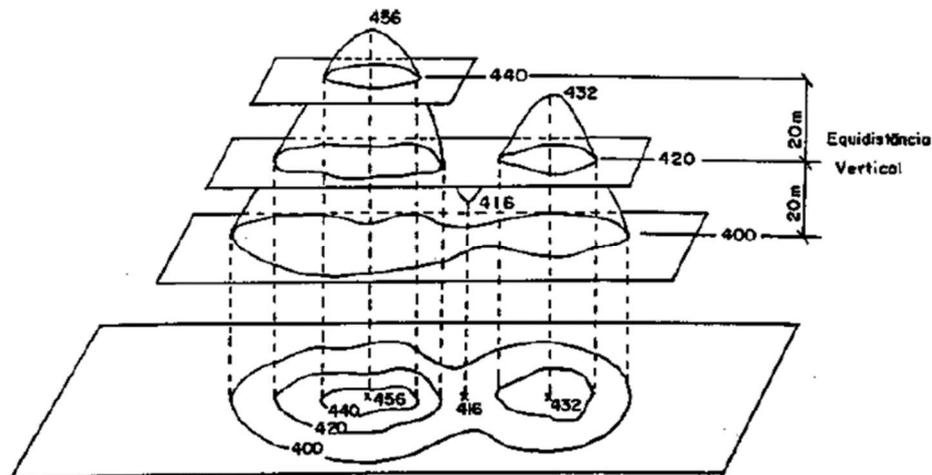


Figura 22. Representação do relevo em curvas de nível

Fonte: IBGE (1998)

2.3.4 Representação dos atributos dos dados geoespaciais

O **atributo** é qualquer informação descritiva (nomes, classificações, números, tabelas e textos) relacionada com um único objeto, elemento, entidade gráfica, objeto ou um conjunto deles, que caracteriza um dado fenômeno geográfico, conforme Figura 23.

Tabela de atributo - Rodovia :: Total de feições: 51593, filtrada(S): 51593, selecionada(s): 0

	geometria_	nm_sigla	nm_nng	cd_classe	cd_tipo_pa	cd_adminis
0	Não	BR424	Sem Toponímia n...	Outras Estradas	Sem Informação	Sem Informação
1	Não	BA-236	Sem Toponímia n...	Rodovia	Não Pavimentada	Estadual
2	Não	BA-263	Sem Toponímia n...	Rodovia	Pavimentada	Estadual
3	Não	BR-116	Sem Toponímia n...	Rodovia	Pavimentada	Federal
4	Não	Sem Toponímia n...	Sem Toponímia n...	Rodovia	Pavimentada	Sem Informação
5	Não	BR-135	Sem Toponímia n...	Rodovia	Pavimentada	Federal
6	Não	Sem Toponímia n...	Sem Toponímia n...	Outras Estradas	Sem Informação	Sem Informação
7	Não	BR-101	Sem Toponímia n...	Rodovia	Pavimentada	Federal
8	Não	BA-262	Sem Toponímia n...	Rodovia	Pavimentada	Estadual
9	Não	BA-655	Sem Toponímia n...	Rodovia	Não Pavimentada	Estadual
10	Não	BA-262	Sem Toponímia n...	Rodovia	Pavimentada	Estadual
11	Não	BA-262	Sem Toponímia n...	Rodovia	Pavimentada	Estadual
12	Não	BR-407/BA-407	Sem Toponímia n...	Rodovia	Pavimentada	Estadual

Mostrar todas as feições

Figura 23. Representação dos atributos

2.3.5 Banco de dados geográficos

Segundo Casanova *et al.* (2005), os Banco de Dados Geográficos – BDG - são para os Sistemas de Informação Geográfica o ponto central da arquitetura, é o componente responsável pelo armazenamento dos dados.

O banco de dados geográfico pode ser acessado por **multiusuário**, a partir de diferentes ambientes SIGs ou diferentes aplicações. Os sistemas gerenciadores de banco de dados (SGBD) controlam este acesso, conforme ilustra a Figura 24.

Numa mesma instituição pode existir diversos bancos de dados geográficos, armazenados em diferentes servidores de dados.



Figura 24. Formas de acesso ao banco de dados geográficos

2.3.6 Relacionamentos espaciais

Segundo o padrão ISO/OGC existem nove métodos de testar relacionamentos espaciais entre objetos geométricos, na estrutura vetorial, num banco de dados geográfico: *equal* (iguais); *disjoint* (disjuntos); *intersects* (interceptam); *touches* (tocam); *crosses* (cruzam); *within* (dentro de); *contains* (contém); *overlaps* (sobrepoem); e *relate* (relacionam-se).

De acordo com a geometria primitiva (ponto, linha e área) são possíveis os seguintes relacionamentos espaciais: entre pontos; entre ponto e linha; entre ponto e polígono; entre linhas; entre linha e área; e entre áreas

A Figura 25 mostra os relacionamentos possíveis com a geometria ponto.

	PONTO / PONTO	PONTO / LINHA	PONTO / POLÍGONO
Disjunto			
Adjacente/Toca			
Perto de			
Acima/Abaixo			
Em frente a			
Dentro de			
Sobre			
Coincidente			

Figura 25. Relacionamentos espaciais entre as geometrias do tipo ponto, linha e área

Fonte: Adaptado de Borges (1997) e CONCAR (2007)

A Figura 26 mostra os relacionamentos possíveis com a geometria linha.

	LINHA / LINHA	LINHA / POLÍGONO
Disjunto		
Toca		
Cruza		
Coincidente		
Acima/Abaixo		
Adjacente		
Perto de		
Entre		
Paralelo a		
Sobre		
Dentro		
Atravessa		
Em frente a		

Figura 26. Relacionamentos espaciais entre as geometrias do tipo linha e área

Fonte: Adaptado de Borges (1997) e CONCAR (2007)

A Figura 27 mostra os relacionamentos possíveis com a geometria área.

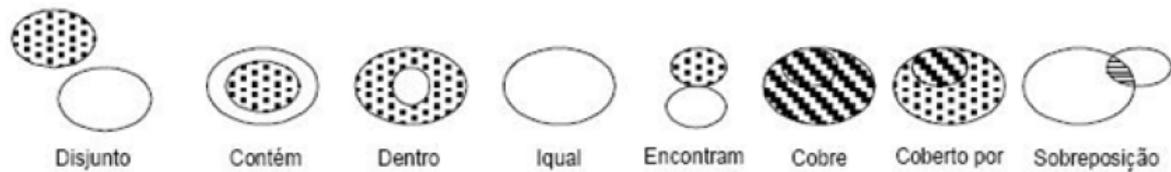


Figura 27. Relacionamentos espaciais entre as geometrias do tipo área

Fonte: Adaptado de Borges (1997)

2.3.7 Relacionamento topológico

Quando um mapa de uma região, que está sobre a superfície curva da Terra, é projetado sobre uma superfície plana, por exemplo: uma folha de papel, algumas propriedades são alteradas, como ângulo e distância, enquanto outras permanecem inalteradas, como adjacência e pertinência. As propriedades que não se alteram quando o mapa sofre uma transformação são conhecidas como propriedades topológicas (KEMP, 1992).

“Um banco de dados espacial é dito topológico se ele armazena a topologia dos objetos. Por outro lado, um banco de dados é dito cartográfico se os objetos são vistos e manipulados somente de forma independente” (GOODCHILD, 1990).

3 Acesso e Uso de Dados Geoespaciais

Os conceitos abordados no capítulo sobre **Noções básicas de geodésia, cartografia e geoprocessamento** são essenciais para a correta manipulação dos dados geoespaciais num ambiente de trabalho de SIG. Neste capítulo são apresentados diferentes tipos de dados geoespaciais e uma breve apresentação do ambiente SIG QGIS.

Os seguintes dados geoespaciais, manipulados num ambiente SIG, são abordados neste documento: bases cartográficas contínuas; folhas topográficas; modelos digitais de elevação; geoserviços; dados tabulares; banco de dados geográficos e informações geográficas voluntárias.

Os objetivos desta seção são: conceituar os tipos de dados geoespaciais e mostrar como acessá-los; propor uma estrutura de diretórios para o armazenamento dos dados geoespaciais no computador do leitor deste documento; realizar uma apresentação inicial do ambiente SIG QGIS.

Ressalta-se que os dados geoespaciais citados neste capítulo são manipulados nas seções posteriores de: Visualização, simbologia e organização de dados geoespaciais; Análise e consulta aos dados geoespaciais; Edição de feições geográficas; Impressão de mapas: elaboração de cartogramas; e Acesso a banco de dados geográficos.

3.1 Dados geoespaciais utilizados

Neste documento são manipulados dados na estrutura vetorial, matricial, tabulares e banco de dados geográficos. Todos os dados utilizados no presente documento serão descritos nesta seção. Dentre estes tipos de dados destacam-se:

- Dados na estrutura vetorial são representados por meio das geometrias primitivas: ponto, linha e área. Esta representação permite a descrição de sua posição e direção. Neste documento são utilizados a BCIM - Base Cartográfica Contínua do Brasil, na escala de 1:1.000.000 - e os arquivos vetoriais da folha topográfica de Ponte Nova, na escala 1:50.000;

- Dados na estrutura matricial são representados em células de tamanho igual, em formato de malha. A cada célula é atribuído um valor que representa uma classe, elemento ou variação das camadas do mapa. Neste documento são utilizados os arquivos na estrutura matricial (raster) da folha topográfica de Ponte Nova, na escala 1:50.000, o Modelo Numérico de Elevação do projeto SRTM - *Shuttle Radar Topography Mission* e imagens orbitais do sensor Sentinel;
- Dados tabulares são associados ou não aos dados gráficos ou espaciais, na estrutura vetorial, podem contemplar diferentes informações descritivas e complementares as entidades espaciais. Neste documento são utilizados dados do Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA.

Todos os tipos de dados citados acima podem ser armazenados na estrutura de banco de dados. Uma outra forma é utilizar a estrutura de diretórios proposta na Figura 28 para o facilitar o leitor no armazenamento e manipulação dos dados citados neste manual.

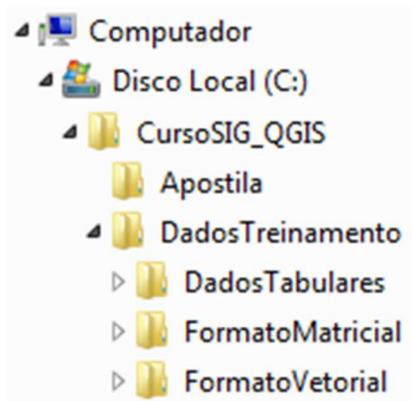


Figura 28. Proposta de estrutura de diretórios

Os dados geoespaciais utilizados neste documento são disponibilizados gratuitamente e o leitor precisará realizar o download por meio da internet nos links listados no Quadro 1 e descritos nas seções a seguir.

Quadro 1. Lista de conjunto de dados geoespaciais utilizados

Nome do conjunto de dados	Estrutura do dado (clique no hyperlink para acesso)
BCIM - Base Cartográfica Contínua do Brasil, na escala de 1:1.000.000	Vetorial
Folha topográfica de Ponte Nova, na escala 1:50.000.	Vetorial Matricial (fotolitos) Matricial (editorada)
Modelo Numérico de Elevação do projeto SRTM - <i>Shuttle Radar Topography Mission</i>	Matricial
Imagens orbitais do sensor Sentinel-2	Matricial
Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA	Tabular

Base Cartográfica Contínua

Uma base cartográfica contínua é um conjunto de dados geoespaciais de referência, estruturados em bases de dados digitais, permitindo uma visão integrada do território nacional. Neste manual, baseado em QGIS, são utilizados os dados geoespaciais da BCIM, Base Cartográfica Contínua do Brasil, na escala de 1:1.000.000, atendendo o modelo de dados geoespaciais da ET-EDGV (Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais), que padroniza estruturas de dados, viabilizando, com isso, o seu compartilhamento e interoperabilidade, conforme ilustra a Figura 29 e são descritas no Quadro 2.

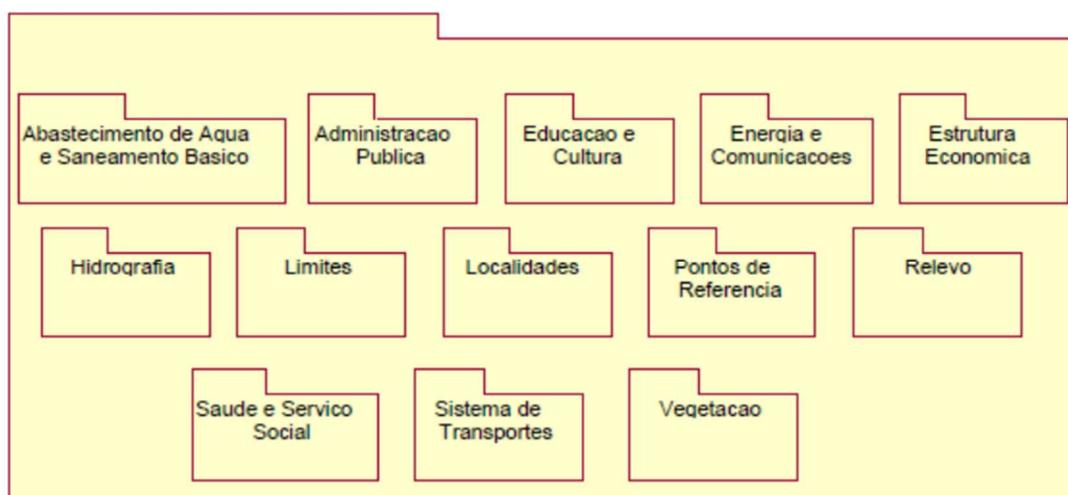


Figura 29. Categorias de informação da BCIM segundo a ET-EDGV

Fonte: CONCAR (2007)

Quadro 2. Descrição das categorias de informação da BCIM

Categoria EDGV	Sigla	Definição
Hidrografia	HID	Categoria que representa o conjunto das águas interiores e oceânicas da superfície terrestre, bem como elementos, naturais ou artificiais, emersos ou submersos, contidos nesse ambiente.
Relevo	REL	Categoria que representa a forma da superfície da Terra e do fundo das águas tratando, também, os materiais expostos, com exceção da cobertura vegetal.
Vegetação	VEG	Categoria que representa, em caráter geral, os diversos tipos de vegetação natural e cultivada.
Sistema de Transporte	TRA	Categoria que agrupa o conjunto de sistemas destinados ao transporte e deslocamento de carga e passageiros, bem como as estruturas de suporte ligadas a estas atividades.
Energia e Comunicações	ENC	Categoria que representa as estruturas associadas à geração, transmissão e distribuição de energia, bem como as de comunicação.
Abastecimento de Água e Saneamento Básico	ASB	Categoria que agrupa o conjunto de estruturas associadas à captação, ao armazenamento, ao tratamento e à distribuição de água, bem como as relativas ao saneamento básico.
Educação e Cultura	EDU	Categoria que representa as áreas e as edificações associadas à educação e ao esporte, à cultura e ao lazer.
Estrutura Econômica	ACO	Categoria que representa as áreas e as edificações onde são realizadas atividades para produção de bens e serviços que, em geral, apresentam resultado econômico.
Localidades	LOC	Categoria que representa os diversos tipos de concentração de habitações humanas.
Pontos de Referência	PTO	Categoria que agrupa as classes de elementos que servem como referência a medições em relação a superfície da Terra ou de fenômenos naturais.
Limites	LIM	Categoria que representa os distintos níveis político-administrativos e as áreas especiais; áreas de planejamento operacional, áreas particulares (não classificadas nas demais categorias), bem como os elementos que delimitam materialmente estas linhas no terreno.
Administração Pública	ADM	Categoria que representa as áreas e as edificações onde são realizadas as atividades inerentes ao poder público.
Saúde e Serviço Social	SAU	Categoria que representa as áreas e as edificações relativas ao serviço social e à saúde.

Fonte: CONCAR (2007)

Os dados geoespaciais da BCIM, citados neste documento em formato Shapefile, estão disponíveis no site do IBGE, na seção de “downloads de geociências” (<http://downloads.ibge.gov.br/>), conforme ilustra a Figura 30. Na pasta é possível acessar: a documentação técnica da BCIM e seus metadados em informações técnicas; a lista de nomes geográficos e a seus dados geoespaciais disponíveis em outros formatos digitais, como: geopackage e o banco PostGIS.

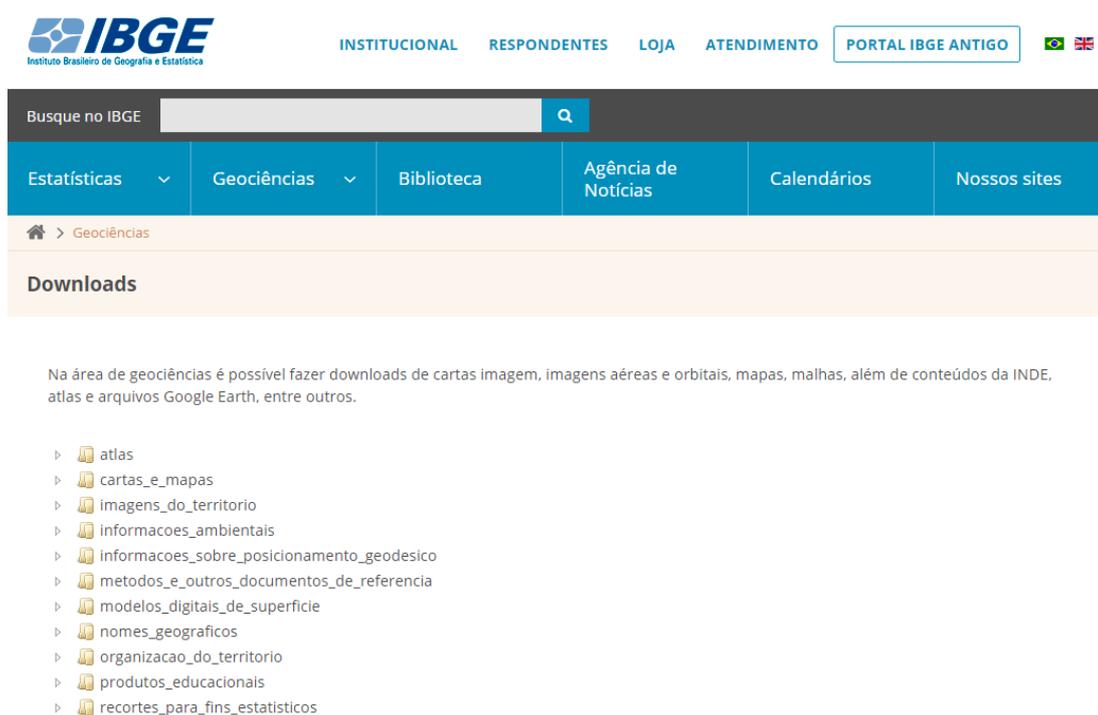


Figura 30. Seção de “Downloads de Geociências” no site do IBGE

Fonte: IBGE (2018)

Esta base cartográfica contínua também está disponível em:

[< ftp://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/bases cartograficas continuas /bcim/versao2016/shapefile/>](ftp://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/bases_cartograficas_continuas/bcim/versao2016/shapefile/). Os shapefiles estão no formato de arquivo compactado *.zip, o leitor pode baixar os dados e descompactar na pasta “**DadosTreinamento/FormatoVetorial**”, sugerida neste documento.

Esta base cartográfica contínua é o principal conjunto de dados geoespaciais do presente documento. A BCIM é utilizada e citada nos demais capítulos deste manual. Entretanto, o leitor pode utilizar seu próprio conjunto de

dados espaciais para reproduzir os exemplos e exercícios do presente documento.

Folhas topográficas

Folhas topográficas são representações cartográficas dos elementos geográficos naturais e artificiais da superfície terrestre, e seus respectivos nomes geográficos, disponibilizadas de acordo com o recorte geográfico do Mapeamento Topográfico Sistemático Terrestre do Brasil nas escalas 1:1.000.000, 1:250.000, 1:100.000, 1:50.000 e 1:25.000, conforme ilustra a Figura 31.

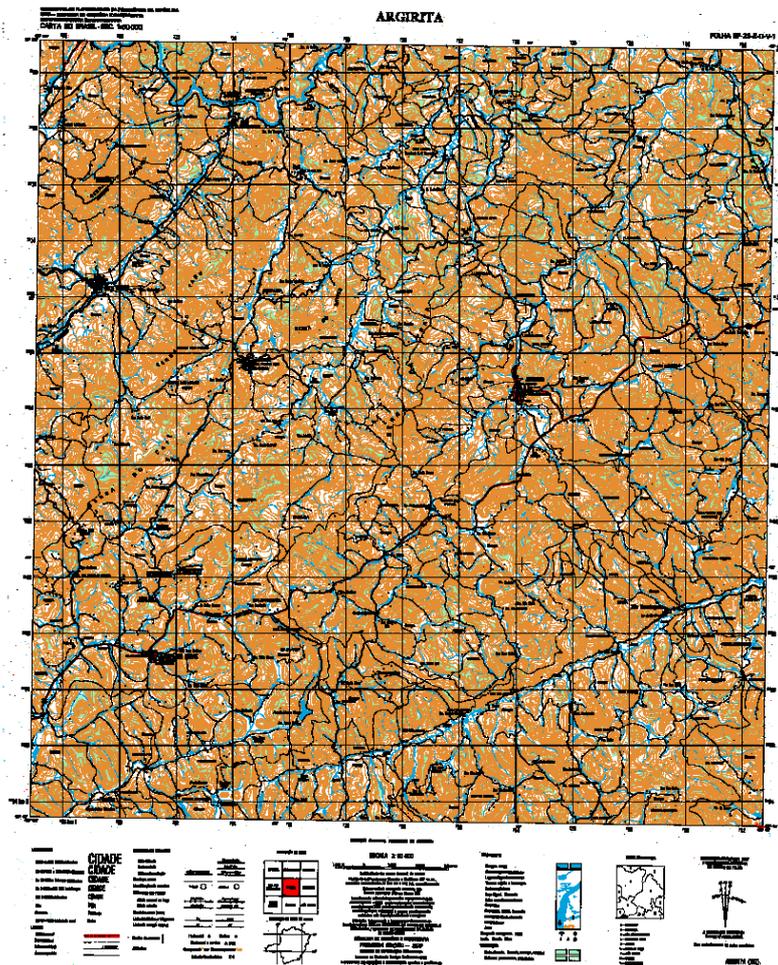


Figura 31. Folha topográfica de Argirita na escala 1:50.000

Fonte: IBGE (1977)

Neste documento foi utilizada a folha topográfica de Ponte Nova (MI 25753), na escala 1:50.000, tanto na estrutura vetorial, quanto matricial. As

folhas topográficas estão disponíveis no site do IBGE, no menu download > Geociências (<http://www.ibge.gov.br>), na pasta **folhas topográficas**, escala 1:50.000.

Na estrutura vetorial foram utilizados os arquivos os arquivos CAD (*Computer Aided Design*), da folha topográfica Ponte Nova (MI 25753), no formato *.dgn, disponíveis no endereço:

< [ftp://geoftp.ibge.gov.br/cartas e mapas/folhas topograficas/vetoriais/escala 50mil/projeto conv digital/ponte nova25753/vetor/](ftp://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/folhas_topograficas/vetoriais/escala_50mil/projeto_conv_digital/ponte_nova25753/vetor/)>. Os arquivos podem ser colocados na pasta **“DadosTreinamento/FormatoVetorial”**.

Na estrutura matricial foram utilizados os fotolitos da folha topográfica Ponte Nova (MI 25753), no formato *.tiff, não georreferenciado, disponíveis no endereço:

< [ftp://geoftp.ibge.gov.br/cartas e mapas/folhas topograficas/fotolitos/escala 50mil/ponte nova25753/raster/](ftp://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/folhas_topograficas/fotolitos/escala_50mil/ponte_nova25753/raster/)>. Os arquivos podem ser colocados na pasta **“DadosTreinamento/FormatoMatricial”**.

Estes dados geoespaciais são utilizados na seção **Manipulação de dados geoespaciais**, do capítulo **Visualização, simbologia e organização de dados geoespaciais**.

Modelo Digital de Elevação - MDE

Modelo digital que representa as altitudes da superfície topográfica agregada aos elementos geográficos existentes sobre ela, como cobertura vegetal e edificações. Neste documento, como exemplo de dado geoespacial na estrutura matricial, é utilizado o Modelo Numérico de Elevação **SRTM - Shuttle Radar Topography Mission**.

As cenas da missão **SRTM** estão disponíveis na ferramenta *Earth Explorer*, do **USGS - United States Geological Survey**, no site <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Inicia-se a pesquisa de cenas com a inclusão da localidade de interesse, na aba *Search Criteria* (Critérios de Pesquisa). Em seguida, na aba *Data Sets* (Conjunto de Dados), em *Digital Elevation* (Elevação Digital), marque a caixa **“SRTM 1 Arc-Second Global”**, conforme Figura 32. Na aba **“Results”** (Resultados) deve aparecer então o arquivo desejado. A partir daí,

deve-se clicar no ícone de download e, após login no site, baixar os dados. O cadastro é gratuito.

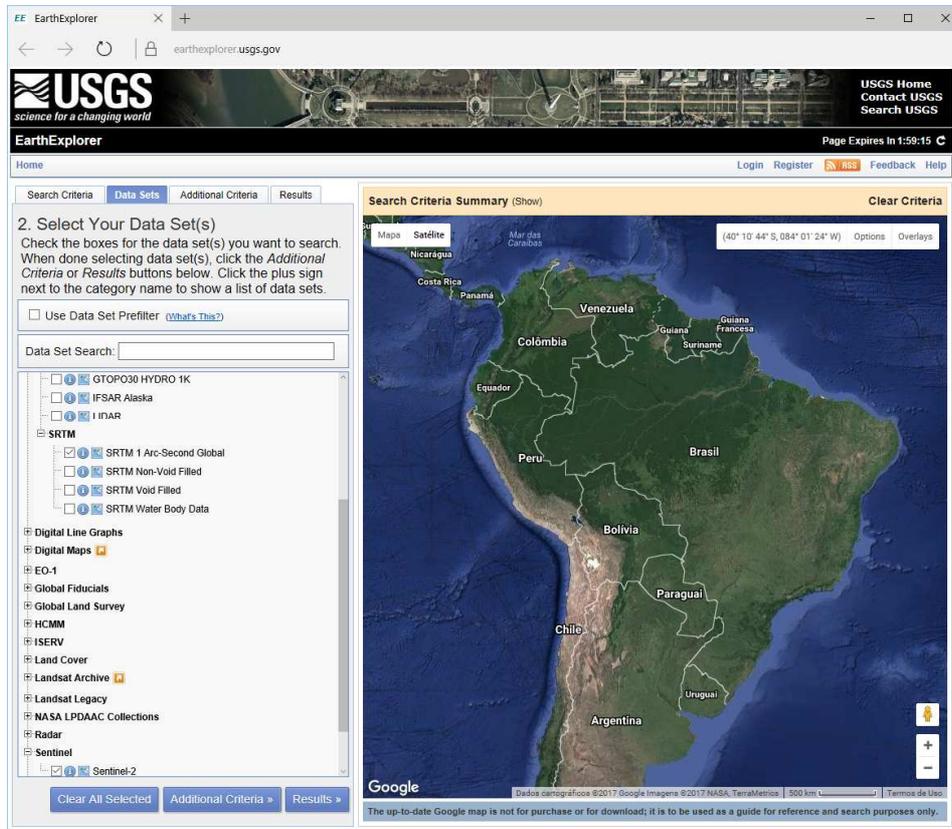


Figura 32. Página do Earth Explore, do USGS

Fonte: USGS (2018)

O **SRTM** coletou dados de radar, em fevereiro de 2000, cobrindo mais de 80% da superfície terrestre entre as latitudes: 60° Norte e 56° Sul. Os valores de cota foram obtidos a cada 1 segundo de arco, aproximadamente 30 metros. A Figura 33 ilustra uma cena do projeto SRTM sobre o estado do Pará.

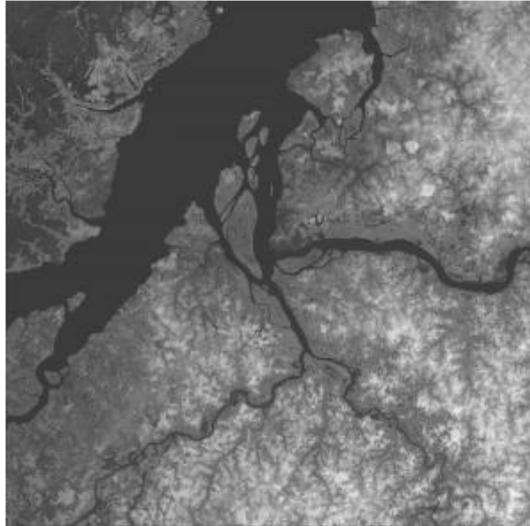


Figura 33. SRTM de 30 metros sobre o Pará

Por meio do site Brasil em Relevo da Embrapa (<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>) é possível realizar o download de cenas SRTM recortadas segundo a articulação do mapeamento sistemático 1:250.000. Neste documento foi utilizada o recorte referente a folha topográfica **SF-23-X-B**, em formato *.geotiff. Para acessá-lo no site Brasil em Relevo clique em Projeto > Dados para download, clique no link referente ao Estado de Minas Gerais MG e em seguida a clique sobre a articulação SF-23-X-B. Os arquivos referentes as cenas SRTM podem ser colocados na pasta “**DadosTreinamento/FormatoMatricial**”.

Imagens do território

Imagens do território são um conjunto de imagens da superfície da Terra obtidas por sensores a bordo de satélites artificiais (imagens de satélites) ou aeronaves (fotografias aéreas), também inclui fotografias da paisagem. Neste documento é utilizada uma cena da plataforma **Sentinel-2**, ilustrada na Figura 34. A missão **Sentinel-2** consiste em dois satélites, Sentinel-2A e Sentinel-2B, desenvolvidos para o monitoramento ambiental, uso do solo e cobertura da vegetação. O satélite **Sentinel-2A** foi lançado pela Agência Espacial Europeia – ESA - em 23 de junho de 2015 e opera em uma órbita sol-síncrona com um ciclo de repetição de 10 dias. O satélite **Sentinel-2B**, idêntico ao primeiro, foi

lançado em 7 de março de 2017. As duas plataformas recobrem toda a superfície terrestre a cada 5 (cinco) dias.



Figura 34. Imagem Sentinel-2: Pará em 20/07/2017

As cenas da missão **Sentinel-2** estão disponíveis na ferramenta **Earth Explorer**, do USGS, no site <https://earthexplorer.usgs.gov/>, conforme Figura 32. Inicia-se a pesquisa de cenas com a inclusão da localidade de interesse, na aba *Search Criteria* (Critérios de Pesquisa). Em seguida, na aba *Data Sets* (Conjunto de Dados), em *Sentinel*, marque a caixa "*Sentinel-2*". Na aba "*Results*" (Resultados) deve aparecer então o arquivo desejado. A partir daí, deve-se clicar no ícone de download e, após login no site, baixar os dados. O cadastro é gratuito.

Como as imagens Sentinel são gratuitas e de boa qualidade, outros serviços online oferecem acesso à sua base de dados. Dentre eles destaca-se o canadense *Remote Pixel* e o pan-europeu *ESA Copernicus*.

Os arquivos referentes às cenas Sentinel-2 podem ser colocados na pasta "**DadosTreinamento/FormatoMatricial**".

Geoserviços

Os geoserviços representam um novo conceito de acesso e manipulação de dados geoespaciais em Sistemas de Informação Geográfica, tanto na estrutura vetorial, quanto na estrutura matricial. Essa nova abordagem surgiu

da necessidade de acessar dados de diversas fontes e dos mais diversos formatos.

Padronização: pensando em dar uma solução para as dificuldades encontradas pelos usuários e produtores de dados geoespaciais em relação ao acesso e troca de informações a ISO resolve criar um Comitê Técnico (TC211) para estabelecer um conjunto de padrões relativos a dados e informações geoespaciais.

Entre os principais padrões estabelecidos pela OGC, destacam-se os seguintes:

- **WMS (Web Map Service):** especificação que fornece três operações (GetCapabilities, GetMap e GetFeatureInfo) que dão apoio a consulta e exibição de mapas em forma de figuras, criadas a partir de dados obtidos de origens remotas e heterogêneas;
- **WMTS (Web Map Tile Service):** semelhante ao WMS, diferencia-se na medida em que oferece mapas georreferenciados pré-renderizados, tornando o uso dos serviços mais rápido, vistos os ganhos de velocidade de processamento com imagens previamente processadas e comprimidas;
- **WFS (Web Feature Service):** especificação que permite a um cliente recuperar e atualizar dados geoespaciais codificados como Geography Markup Language (GML) de múltiplos servidores. A especificação define interfaces para acesso a dados e operações de manipulação sobre feições geográficas;
- **WCS (Web Coverage Service):** especificação que permite a um cliente acessar partes de dados de cobertura fornecidos por um servidor. Os dados disponibilizados como WCS são, normalmente, codificados em um formato binário de imagem;
- **CSW (Catalogue Service for the Web):** define interfaces comuns para descoberta, navegação e consulta a metadados sobre dados, serviços e outros potenciais recursos.

O IBGE disponibiliza geoserviços em WMS e WFS. A seguir são listados alguns geoserviços:

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

<http://www.geoservicos.ibge.gov.br:80/geoserver/ows?SERVICE=WMS&>

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

<http://mapas.icmbio.gov.br/geoserver/ows?service=wfs&version=1.1.0&request=GetCapabilities>

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Biomas:

[http://mapas.mma.gov.br/cgi-](http://mapas.mma.gov.br/cgi-bin/mapserv?map=/opt/www/html/webservices/biorregioes.map&)

[bin/mapserv?map=/opt/www/html/webservices/biorregioes.map&](http://mapas.mma.gov.br/cgi-bin/mapserv?map=/opt/www/html/webservices/biorregioes.map&)

[http://mapas.mma.gov.br/cgi-](http://mapas.mma.gov.br/cgi-bin/mapserv?map=/opt/www/html/webservices/ucs.map&)

[bin/mapserv?map=/opt/www/html/webservices/ucs.map&](http://mapas.mma.gov.br/cgi-bin/mapserv?map=/opt/www/html/webservices/ucs.map&)

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

<http://sigel.aneel.gov.br/arcgis/services/SIGEL/Tematicos/MapServer/WmsServer?>

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – Mapa geológico 1:1.000.000

http://arcgisserver.cprm.gov.br:6080/arcgis/services/Lito_1000000/MapServer/WMServer

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

<http://siscom.ibama.gov.br:80/geoserver/ows?SERVICE=WMS&>

SC – Produtos do Levantamento Aerofotogramétrico da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS) de Santa Catarina

<http://sigsc.sc.gov.br/sigserver/SIGSC/wms>

SP – Secretaria do Meio Ambiente de SP

<http://datageo.ambiente.sp.gov.br/geoserver/datageo/ows?SERVICE=WMS&>

Servidores WFS

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

<http://www.geoservicos.ibge.gov.br:80/geoserver/wfs>

Dados Tabulares

Neste documento são utilizados dados referentes aos Censos, dentre outras pesquisas do IBGE. O Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA, conforme ilustra a Figura 35, visa facilitar aos administradores públicos e à sociedade em geral, por meio da Internet, a obtenção gratuita dos dados agregados de estudos e pesquisas realizados pelo IBGE. Por meio do SIDRA é possível gerar distintas informações tabulares, das quais muitas podem ser associadas ao geocódigo (identificador numérico composto pelos códigos de UF, Município, Distrito, Subdistrito e Setor Censitário) do IBGE.



Figura 35. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA

Fonte: IBGE (2018a)

Para a extração de informações estatísticas do SIDRA é necessário selecionar uma pesquisa ou tabela, na seção “Acervo” do site. Neste manual, o objetivo foi construir uma planilha com a população do meio urbano e rural, por município, separados em quantitativo de homens e mulheres. Os dados estatísticos gerados no SIDRA são utilizados na seção de **Análise e consulta a dados geoespaciais**.

O primeiro passo é selecionar as variáveis de interesse na opção “Tabela de Dados Agregados” da seção Pesquisa, e colocá-las no layout da tabela, conforme ilustra a Figura 36. Neste manual foi escolhida a Tabela 1378 (População residente, por situação do domicílio, sexo e idade, segundo a condição no domicílio e compartilhamento da responsabilidade pelo domicílio). As variáveis que não são utilizadas podem ser colocadas no cabeçalho da planilha a ser gerada. Na Figura 36 observe a posição e o quantitativo da

unidade territorial selecionada, no caso os municípios, e a subdivisão da situação do domicílio, segundo o sexo. Marque as opções “Urbana” e “Rural” no menu Situação de Domicílio e “Homens” e “Mulheres” no menu Sexo. Clicar no botão OK para gerar uma visualização da consulta.

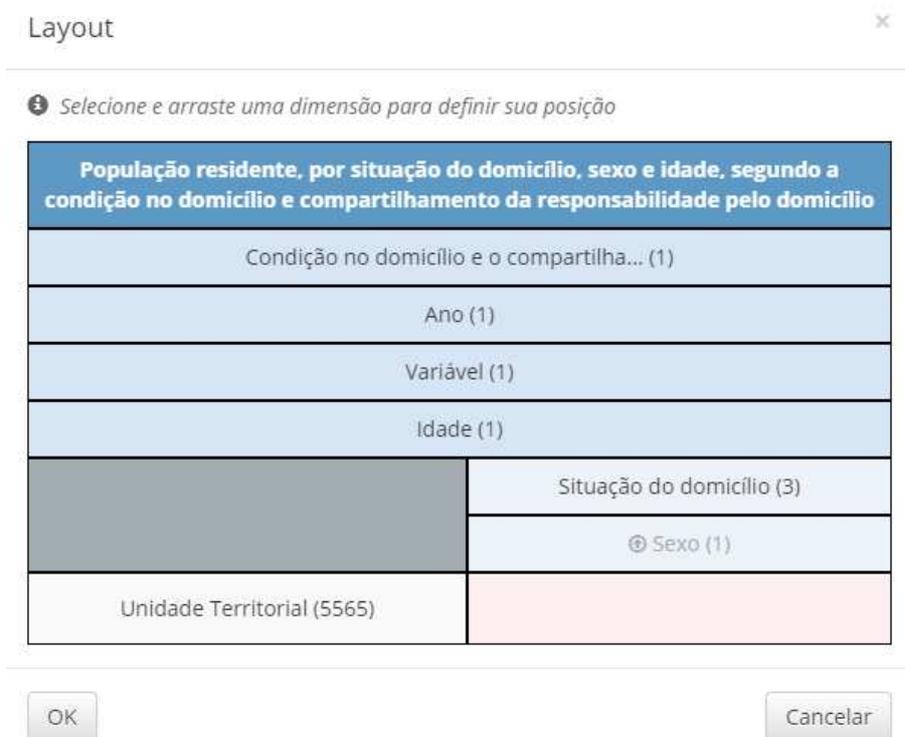


Figura 36. Selecionando e configurando as variáveis de interesse no SIDRA

O segundo passo é exibir os códigos da unidade territorial, marcando a opção “Exibir códigos” por meio das Opções de Visualização, presente no canto superior esquerdo da tela, conforme Figura 37. Neste documento é desejável que os dados estatísticos sejam associados aos municípios, ou seja, aos seus respectivos geocódigos.

Seguro | <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/1378#resultado>

Layout Ordenar Funções

Gerais

- Dimensões com 1 campo no cabeçalho
- Notas de rodapé
- Rótulos completos

Dimensões

- Unidades de medida
- Nomes completos em somatórios

Unidades Territoriais

- Indentação de rótulos
- Exibir siglas de níveis
- Exibir códigos
- Exibir nomes
- Primeiro complemento
- Segundo complemento
- Unidades da federação

Situação do domicílio, sexo e idade, segundo a condição no domicílio e compartilhamento da responsabilidade pelo domicílio

Condição no domicílio e o compartilhamento da responsabilidade pelo domicílio - Total

Ano - 2010

Variável - População residente (Pessoas)

Idade - Total

Sexo - Total

Município	Situação do domicílio			
	Total	Urbana	Rural	
(RO)	24.392	13.970	10.422	
	90.353	76.525	13.828	
	6.313	2.693	3.620	
1100049	Cacoal (RO)	78.574	61.921	16.653
1100056	Cerejeiras (RO)	17.029	14.419	2.610
1100064	Colorado do Oeste (RO)	18.591	13.657	4.934
1100072	Corumbiara (RO)	8.783	2.590	6.193
1100080	Costa Marques (RO)	13.678	7.497	6.181
1100098	Espigão D'Oeste (RO)	28.729	20.610	8.119
1100106	Guajará-Mirim (RO)	41.656	35.207	6.449
1100114	Jaru (RO)	52.005	35.118	16.887
1100122	Ji-Paraná (RO)	116.610	104.858	11.752
1100130	Machadinho D'Oeste (RO)	31.135	16.173	14.962
1100148	Nova Brasilândia D'Oeste (RO)	19.874	8.380	11.494
1100155	Ouro Preto do Oeste (RO)	37.928	28.180	9.748

<https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/1378#>

Figura 37. Exibindo o geocódigo da unidade territorial municípios

O terceiro passo é referente a exportação, conforme ilustra a Figura 38, para o formato ODS ou XLSX. Ao clicar no formato desejado, no caso deste documento, foi gerado um arquivo no formato ODS denominado de "Tabela1378". Este arquivo pode ser lido tanto no LibreOffice Calc, quanto pelo próprio QGIS. O arquivo deve ser salvo na pasta "DadosTreinamento/DadosTabulares". Entretanto, antes de ser lido no QGIS é essencial a edição da planilha gerada, mas este tópico será abordado na seção Análise e Consulta aos Dados Geoespaciais.

Tabela 1378 - População residente por município, sexo e idade, segundo a condição no domicílio e compartilhamento da responsabilidade pelo domicílio

Ano - 2010

Variável - População residente (Pessoas)

Idade - Total

Sexo - Total

Cód.	Município	Situação do domicílio		
		Total	Urbana	Rural
1100015	Alta Floresta D'Oeste (RO)	24.392	13.970	10.422
1100023	Ariquemes (RO)	90.353	76.525	13.828
1100031	Cabixi (RO)	6.313	2.693	3.620
1100049	Cacoal (RO)	78.574	61.921	16.653
1100056	Cerejeiras (RO)	17.029	14.419	2.610
1100064	Colorado do Oeste (RO)	18.591	13.657	4.934
1100072	Corumbiara (RO)	8.783	2.590	6.193
1100080	Costa Marques (RO)	13.678	7.497	6.181
1100098	Espigão D'Oeste (RO)	28.729	20.610	8.119
1100106	Guajará-Mirim (RO)	41.656	35.207	6.449
1100114	Jaru (RO)	52.005	35.118	16.887
1100122	Ji-Paraná (RO)	116.610	104.858	11.752
1100130	Machadinho D'Oeste (RO)	31.135	16.173	14.962
1100148	Nova Brasilândia D'Oeste (RO)	19.874	8.380	11.494
1100155	Ouro Preto do Oeste (RO)	37.928	28.180	9.748

Figura 38. Exportando o resultado da consulta no SIDRA

Banco de dados geográficos

Os bancos de dados geográficos ou espaciais são bancos de dados relacionais, ou seja, são do tipo que modelam os dados de modo que estes sejam apresentados como tabelas, representando as relações entre os mesmos. Eles se destacam por conter, além da estrutura tradicional de um banco de dados, informações de caráter geográfico ou espacial, através do suporte a feições geométricas em suas tabelas. Os principais BDGs são:

- Oracle Spatial;
- MySQL Spatial Extension;
- Microsoft SQL Server Spatial (MSSQLSpatial)
- PostGIS – extensão espacial do PostgreSQL
- Spatialite – extensão espacial do SQLite

Este documento aborda o banco de dados espacial no formato Spatialite. O Spatialite é uma biblioteca livre que estende o SQLite, tornando-o capaz de suportar capacidades espaciais avançadas. Ele não necessita de arquiteturas cliente/servidor complexas, não tem limite de tamanho para arquivos, tem grande interoperabilidade e não precisa de instalação ou configuração.

Informação Geográfica Voluntária – VGI

Com o desenvolvimento e disseminação da Web 2.0 – onde se privilegia a usabilidade, interoperabilidade e o conteúdo particular dos usuários – projetos colaborativos de contribuição remota puderam ser estabelecidos. Nesse contexto também se insere a cartografia. Diversas iniciativas já reúnem milhões de pessoas e uma quantidade gigantesca de dados voluntários, beneficiando projetos humanitários, desenvolvimento social e integração com a comunidade.

Portanto, sugere-se ao leitor que busque o engajamento com projetos desta natureza. As principais iniciativas de cartografia colaborativa são:

- OpenStreetMap: mais de 4,5 milhões de participantes contribuíram quase 1 TB de dados desde 2007 (dados acessados em abril de 2018);
- Wikimapia: projeto privado de mapeamento colaborativo que aposta na integração da comunidade;
- HERE MapCreator: extensão da plataforma HERE para contribuições voluntárias.

3.2 O ambiente SIG QGIS

O QuantumGIS ou QGIS, como também é chamado, é um projeto oficial da *Open Source Geospatial Foundation* (OSGeo). Pode ser utilizado nas plataformas Linux, Unix, Mac OSX, Windows e Android e utiliza tanto dados vetoriais quanto formatos matriciais e apresenta diversas funcionalidades básicas e extensões conhecidas como *plugins*. Por meio deste programa é possível: visualizar, criar, editar, analisar dados geoespaciais e compor mapas para impressão.

Para iniciar o programa selecione **Iniciar > Programas > QGIS**. Ao iniciar o aplicativo QGIS, um projeto em branco será aberto, conforme a Figura 39.

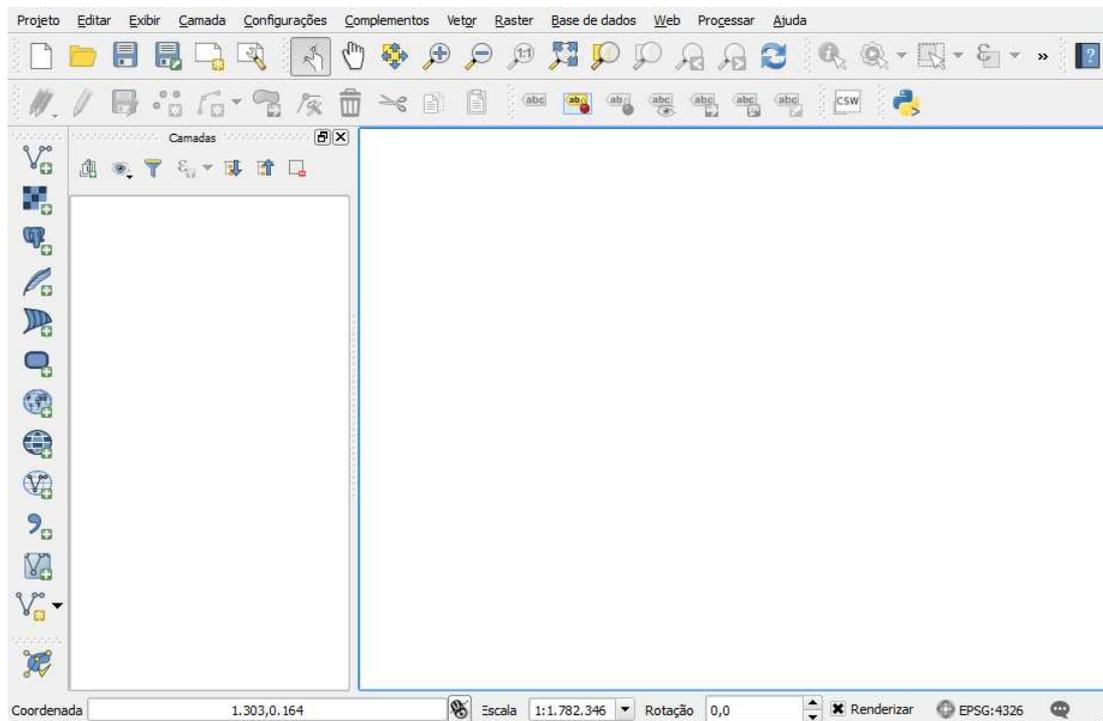


Figura 39. Projeto QGIS em branco

3.2.1 Criando um novo projeto

Para criar um novo projeto, selecione: **Projeto > Novo**, conforme a Figura 40.

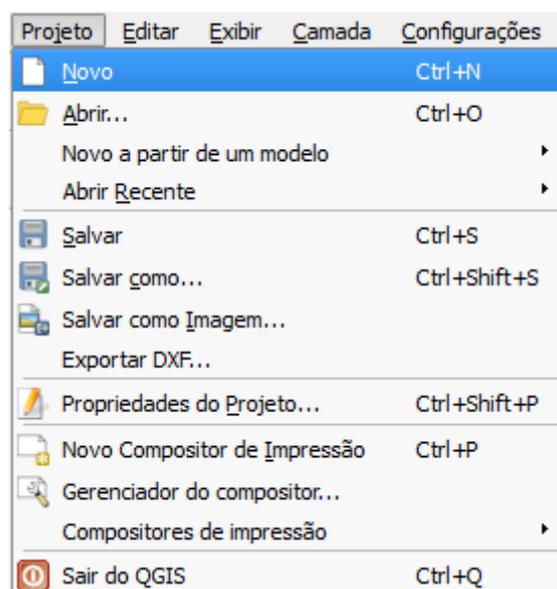


Figura 40. Criando um novo projeto no QGIS

3.2.2 Salvando o ambiente de trabalho

Para salvar o **ambiente de trabalho**, selecione: **Projeto > Salvar como**. Nomear o projeto como: **ExercicioQGIS**, a extensão do arquivo será *.qgs, conforme mostra a Figura 41.

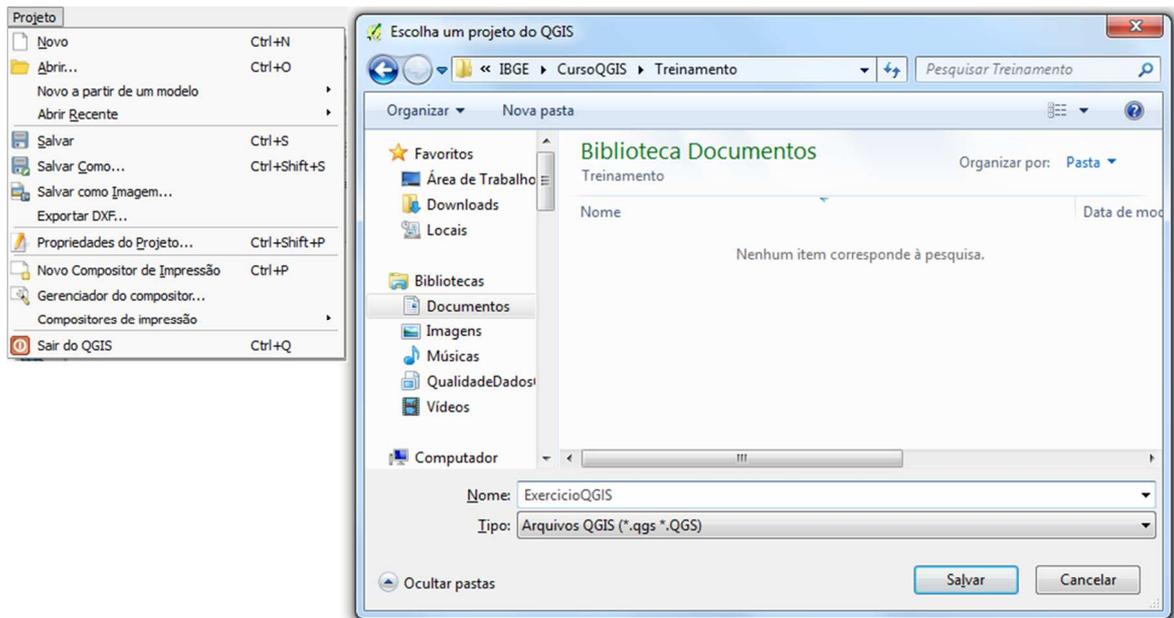


Figura 41. Salvando o ambiente de trabalho

3.2.3 Complementos (*plugins*) do QGIS

Como é um software livre e desenvolvido para ser interoperável, o QGIS oferece suporte nativo a uma arquitetura de complementos, permitindo que recursos e funções sejam implementados no programa, de modo que este se torne mais funcional. Os complementos podem ser desenvolvidos e publicados gratuitamente por qualquer pessoa, sendo a linguagem de programação utilizada para isso o Python. Com o desenvolvimento de novas versões do software, alguns complementos como o “Captura de Coordenadas” foram sendo integrados ao código-fonte, de modo a estender as funcionalidades básicas do QGIS.

No menu “Complementos”, conforme Figura 42 e Figura 43, é possível instalar e gerenciar diversos *plugins*, ilustrados na Figura 44, desenvolvidos pela comunidade do QGIS no mundo.

Figura 42. Menu complementos (plugins) do QGIS

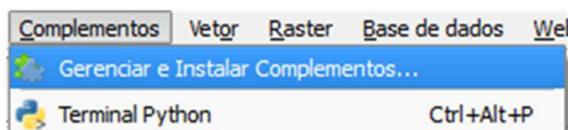


Figura 43. Gerenciar e instalar complementos

Cada complemento tem sua especificidade, alguns são bem específicos outros mais abrangentes.

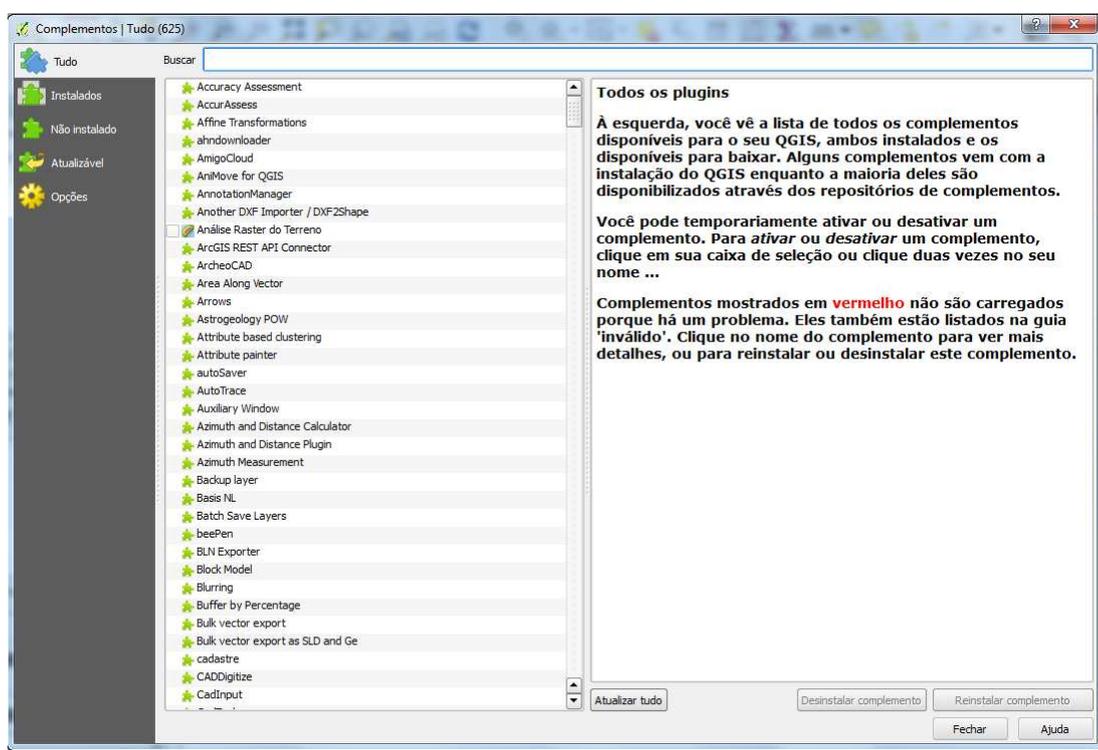


Figura 44. Complementos (plugins) do QGIS

Instalação de complementos no QGIS

Dentre os complementos presentes na caixa de diálogo, ilustrada na Figura 44, é recomendado a busca e instalação dos seguintes:

- **Quick Map Service:** para visualização de dados abertos, como Open Street Map, Google Maps, Bing Maps, entre outros;
- **Ferramenta DSG Tools (DSG Tools):** para visualização de dados do mapeamento sistemático do Brasil; imagens de satélite Rapideye e outras funcionalidades;

- **Google Earth (GEarthView)** para visualizar a área de trabalho exibida no QGIS no ambiente 3D desse outro aplicativo.

Ressalta-se que ao instalar uma nova versão de QGIS é recomendado atualizar todos os *plugins* utilizados, por meio do caixa de diálogo “Complementos”.

4 Visualização, simbologia e organização de dados geoespaciais

Na manipulação dos dados geoespaciais é essencial a sua carga no ambiente SIG, segundo sua estrutura de armazenamento: vetorial, matricial, banco de dados, sua simbolização e organização para proporcionar sua interpretação e análise. Neste capítulo são mostrados exemplos e realizados exercícios para melhor entendimento dos dados geoespaciais carregados num ambiente SIG.

4.1 Visualização de camadas de informação

Os tipos de camadas de informação no QGIS são classificados e agrupados segundo sua estrutura e forma de armazenamento:

Camada vetorial (Figura 45).



Figura 45. Adicionar camada vetorial

Camada *raster* (matricial) (Figura 46).



Figura 46. Adicionar camada raster (matricial)

Camada banco de dados espacial (Figura 47).



Figura 47. Adicionar camada banco de dados espaciais

Camada geoserviços (Figura 48).



Figura 48. Adicionar camada de geoserviços (WMS, WCS, WFS)

Outros tipos de camadas manipuladas pelo QGIS são textos com pares de coordenadas, conforme Figura 48.



Figura 49. Adicionar camada tipo texto delimitado com pares de coordenadas

Para criar uma nova camada é possível criá-la no formato Shapefile e SpatiaLite, conforme Figura 50.



Figura 50. Criar nova camada (shapefile e SpatiaLite)

Dados oriundos de receptor GNSS podem ser carregados na opção adicionar camadas de dados de GPS (*Global Position System*), no formato GPX. A Figura 51 mostra o antigo ícone para incorporar os dados GPX, este formato agora pode ser adicionado como camada vetorial.



Figura 51. Adicionar camada dados de GNSS

Toda camada adicionada pode ser removida por meio da opção remover camada (Figura 52).



Figura 52. Remover camada

Ferramentas de visualização, navegação, identificação e seleção de feições

Todo ambiente SIG possui ferramentas de visualização e navegação, conforme mostra a Figura 53.



Figura 53. Barra de ferramentas de visualização e navegação

Para mostrar ou ocultar uma determinada camada é preciso ativar ou desativar a visualização da classe de feições geográficas no “Painel de camadas”. Para ativar a visualização basta marcar a caixa de seleção ao lado do nome da camada: Para desativar a visualização da camada basta desmarcar a caixa de seleção. Por exemplo: na Figura 54 todas as camadas estão sendo visualizadas.

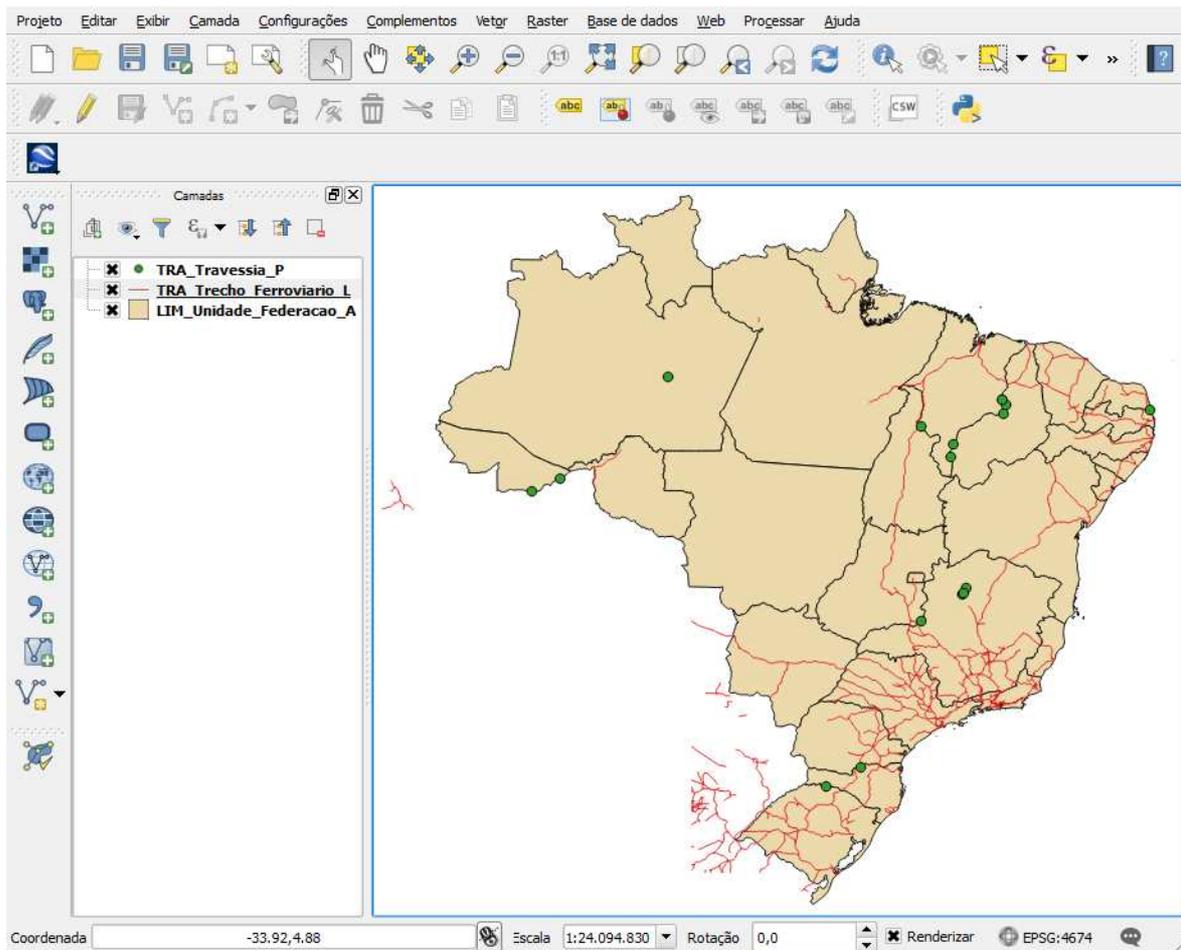


Figura 54. Ativando e desativando a visualização de camadas

O QGIS apresenta um conjunto de ferramentas dedicado a identificação e seleção de feições geográficas, conforme ilustra a Figura 55.



Figura 55. Ferramentas de identificação e seleção de feições

Além das opções da camada existe uma série de ferramentas e funções ao clicar com o botão direito do mouse sobre a camada ativa, conforme a Figura 56.

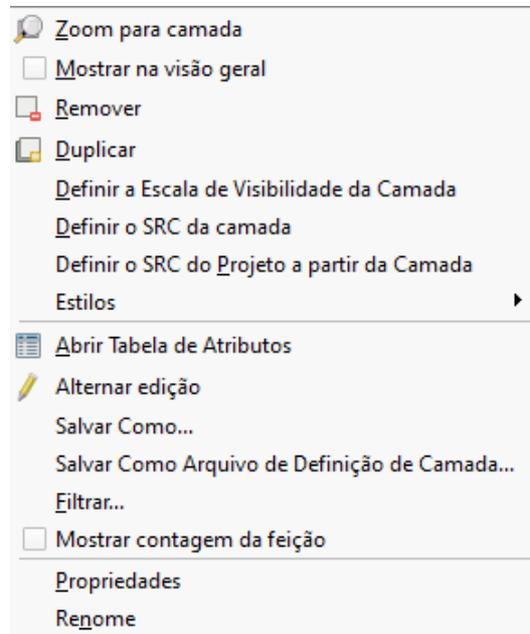


Figura 56. Opções da camada

Organização das camadas de informação

Para organização dos elementos gráficos, recomenda-se colocar a hierarquia dos dados geoespaciais, **segundo a sua geometria primitiva**, conforme as Figuras 57.

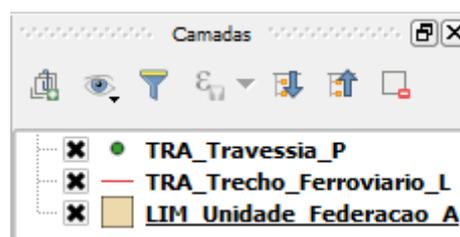


Figura 57. Hierarquia para organização dos elementos gráficos segundo a geometria primitiva (ponto, linha e área)

4.2 Simbologia e toponímia

Os símbolos são representações gráficas de um objeto ou fenômeno de modo simplificado. Como seus significados não são universalmente compreendidos, os símbolos estão aliados às legendas, que facilitam o reconhecimento do significado de cada um.

A toponímia é uma parte da linguística que estuda os topônimos, que são nomes associados a um lugar geográfico. Utiliza-se da taxonomia e história para determinar a origem e evolução dos topônimos, caracterizando assim as particularidades e regionalidades dos lugares associados.

4.2.1 Simbolização (estilo)

Para realizar a **simbolização dos elementos gráficos** é necessário acessar o item “Estilo” da caixa de diálogo “Propriedades da camada”, acessada clicando com o botão direito do mouse sobre a camada escolhida. De acordo com a estrutura do dado geoespacial, vetorial ou matricial, e o tipo de geometria da camada, o conjunto de parâmetros para caracterizar a simbologia da feição será diferente.

A Figura 58 ilustra o item “Estilo” para a personalização da simbologia de uma camada vetorial com a geometria primitiva polígono.

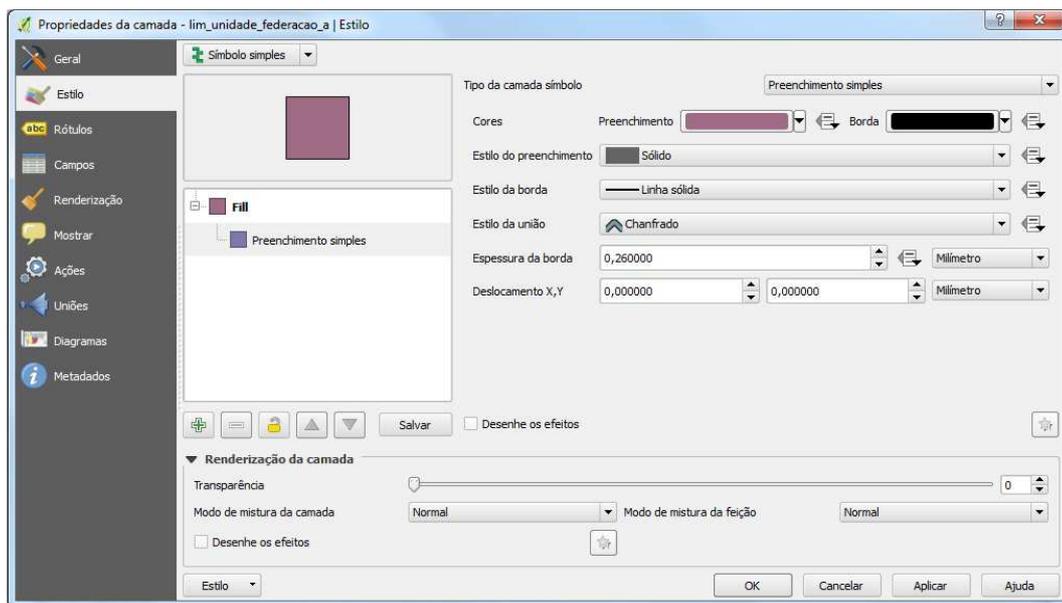


Figura 58. Propriedades da camada: simbologia (estilo) de uma camada vetorial do tipo polígono

A Figura 59 ilustra o item “Estilo” para a personalização da simbologia de uma camada matricial.

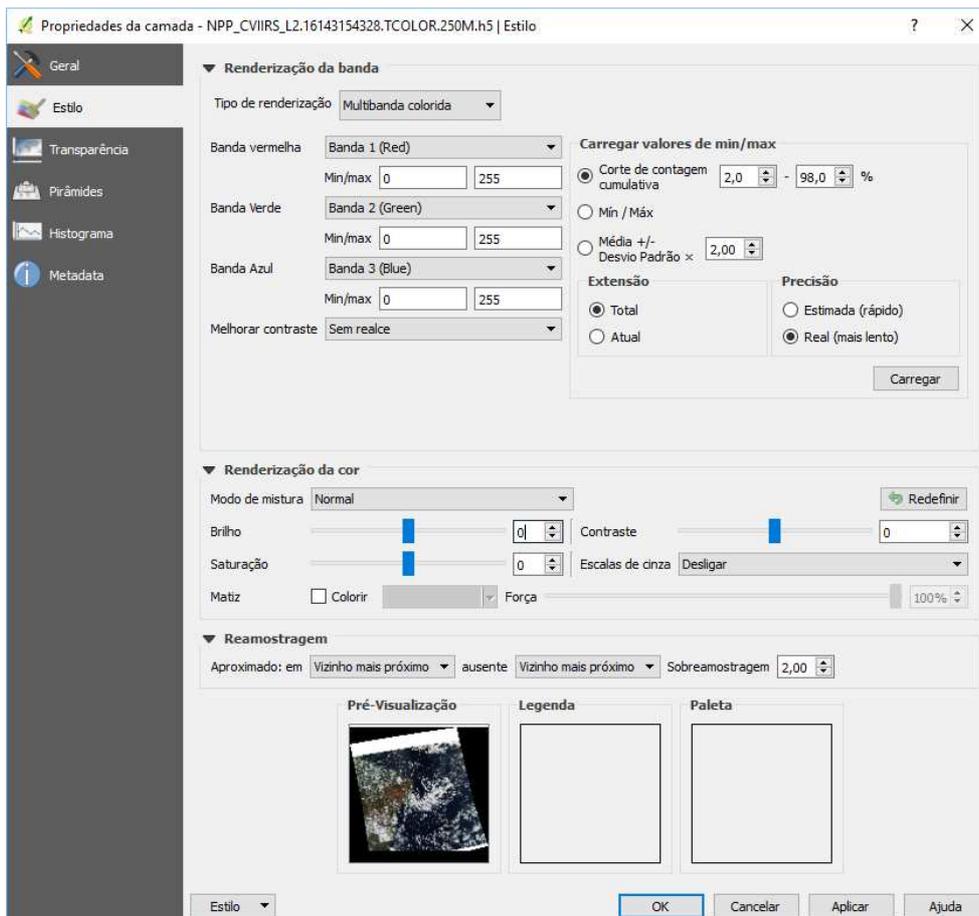


Figura 59. Propriedades da camada: simbologia (estilo) de uma camada vetorial do tipo matricial

4.2.2 Toponímia (rótulo / label)

Para visualizar um determinado atributo de uma camada de feições geográficas, na estrutura vetorial é necessário acessar a seção “rótulos” da caixa de diálogo “Propriedades da camada”. A Figura 60 ilustra a configuração para exibir a toponímia (nomes geográficos) de uma camada vetorial.

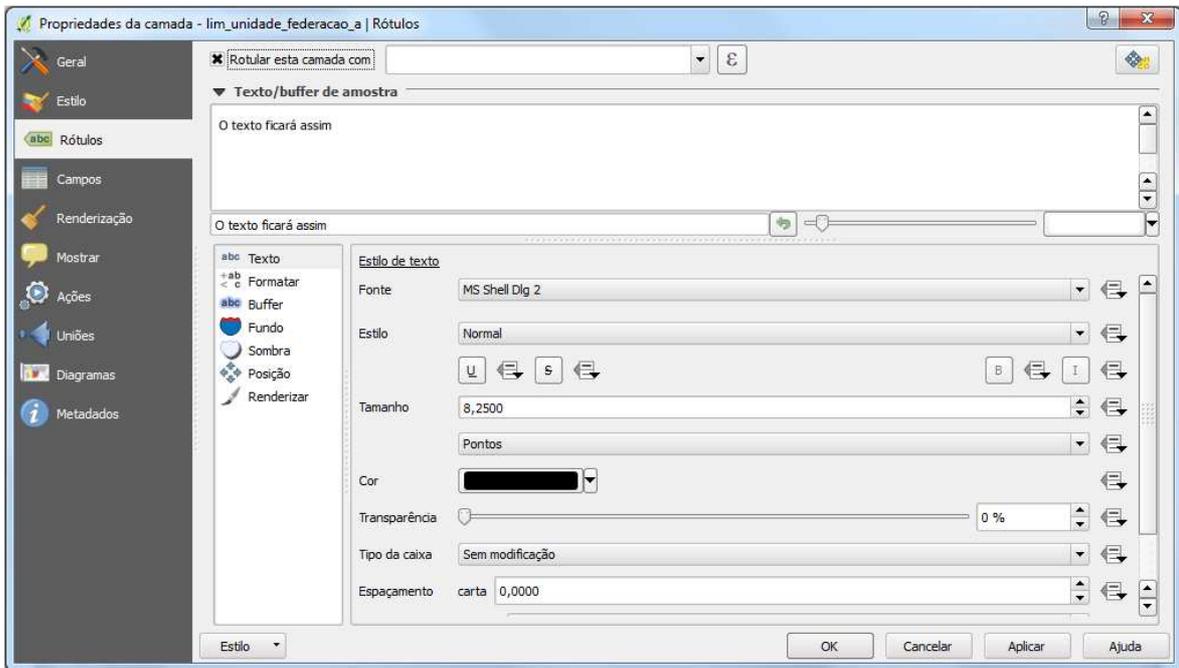


Figura 60. Propriedades da camada: toponímia (rótulo) de uma camada vetorial

O QGIS permite ao usuário personalizar e gerenciar os símbolos criados, através da caixa de diálogo “Gerenciador de estilos”, conforme ilustra a Figura 61. Esta ferramenta está presente em: **Configurações > Gerenciador de Estilos**.

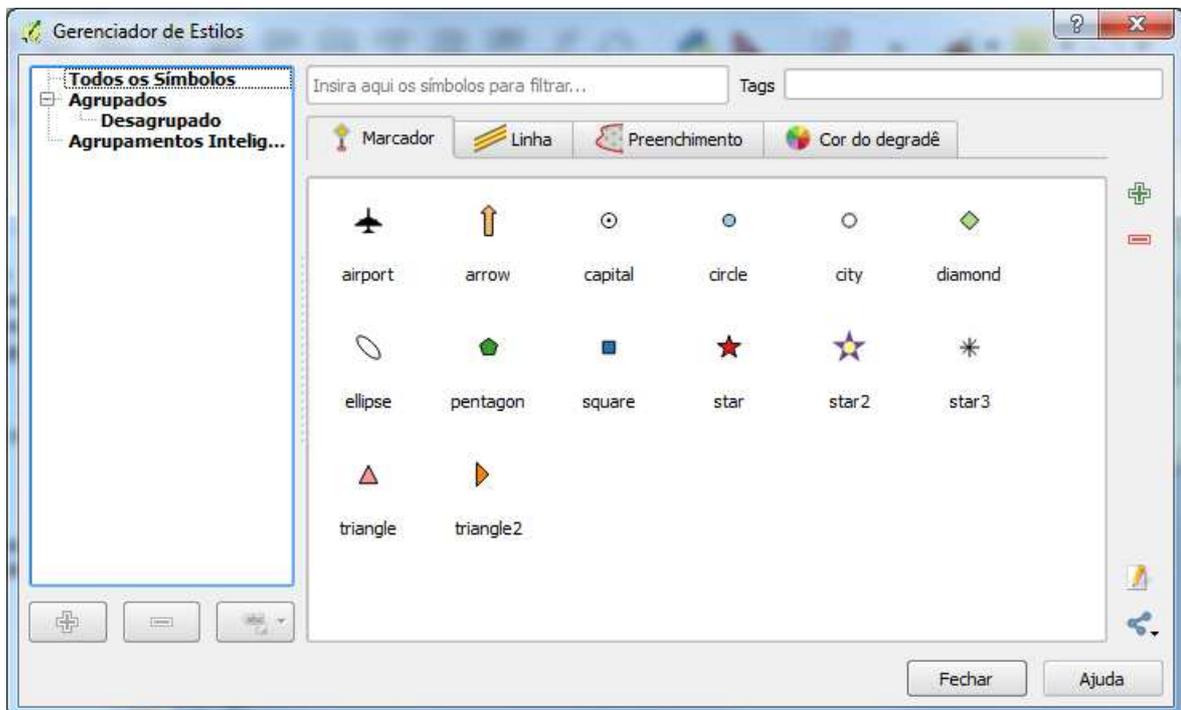


Figura 61. Gerenciador de estilos (simbologias)

4.3 Visualização de uma base cartográfica contínua

Neste exemplo são carregados e visualizados os dados geoespaciais das “Unidades da Federação”, “Trechos Ferroviários” e “Travessias” presente na Base Cartográfica Contínua do Brasil, ao milionésimo, escala 1:1.000.000.

A - Adicionar camada vetorial

Selecione: **Camada > Adicionar camada > Vetorial**, conforme a Figura 63, ou por meio do ícone mostrado na Figura 62.



Figura 62. Adicionar camada vetorial

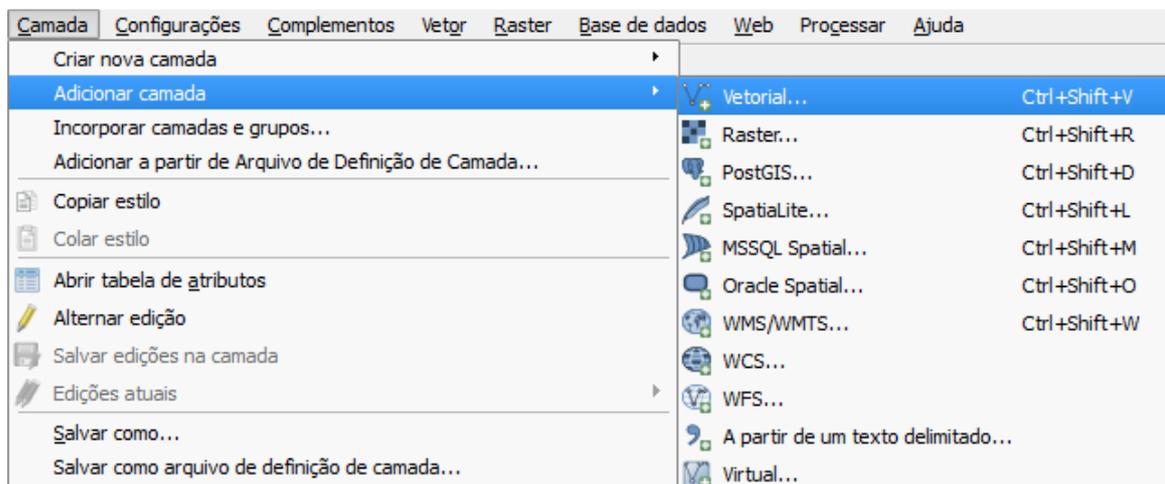


Figura 63. Adicionar camada vetorial

B - Buscar a camada vetorial

Selecione: **Buscar > Abrir**, conforme a Figura 64.

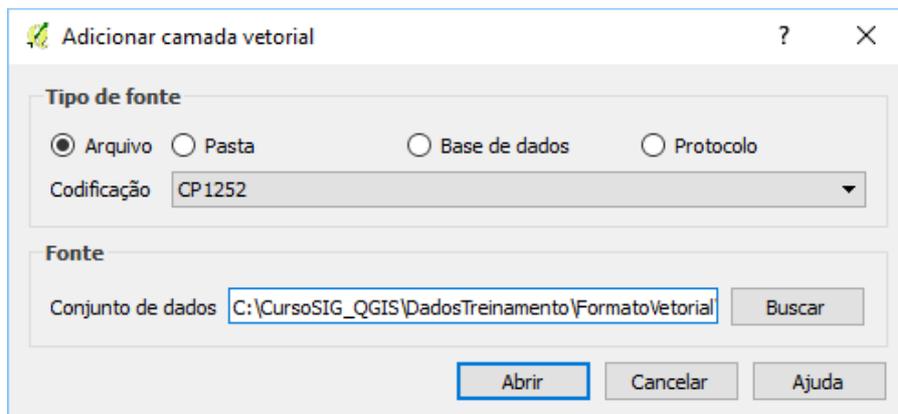


Figura 64. Selecionar (buscar) uma camada vetorial

C - Carregar camada vetorial

Na pasta referente a **BCIM, Base Cartográfica Contínua do Brasil**, na escala de **1:1.000.000**, presentes no diretório: **"C:\CursoSIG_QGIS\DadosTreinamento\FormatoVetorial\BCIM"**, carregar as classes de feições: Travessia, Trecho Ferroviário e Unidades da Federação. Estas camadas estão presentes nos shapefiles listados abaixo:

- LIM_Unidade_Federacao_A
- TRA_Trecho_Ferrovuario_L
- TRA_Travessia_P

4.4 Visualização de folhas topográficas

Neste exemplo de visualização de um arquivo CAD foi utilizada a **folha de Ponte Nova (MI 25753)**, no formato **DGN**, na escala **1:50.000**. O referencial geodésico é **SAD69 (South American Datum 1969)**, o referencial cartográfico é a projeção **UTM, fuso 23 Sul**, e a unidade de medidas está em quilômetros.

Foi demandada a conversão dos dados do **formato DGN** para o formato **shapefile**, com o referencial cartográfico e geodésico mantidos (**SRC UTM23S / SAD69**), mas com a **unidade de medida em metros**.

Para isto são realizados os seguintes procedimentos:

- A. Criar um **SRC Personalizado** através do menu "Configurações" da barra de ferramentas, preenchendo os campos:

Nome: Manual_QGIS

Parâmetros: +proj=utm +zone=23 +south +ellps=aust_SA
+towgs84=-57,1,-41,0,0,0,0 +units=km +no_defs

- B. Carregar os arquivos referentes a hidrografia e transportes (0425753hd.dgn e 0425753st.dgn), presentes na pasta: **"...\FormatoVetorial\CAD_formatoDGN\PonteNova_mi25753"**. Durante o carregamento será questionada qual a primitiva gráfica que será exibida. Neste manual utilizaremos as primitivas **lineares** em ambos os casos.
- C. Clicando com o botão direito do mouse sobre as camadas, selecionar a opção **"Salvar como..."** para gravar as camadas como shapefile:

“PonteNova_hd.shp” e “PonteNova_st.shp”, no sistema de coordenadas UTM 23S / SAD69 e unidade de medida em metros.

A folha topográfica está disponível no site do IBGE (<http://www.ibge.gov.br>), em **download** > **Geociências**, na pasta folhas topográficas, escala 1:50.000, formato vetoriais¹. A visualização do arquivo CAD exportado para shapefile é ilustrada na Figura 65.

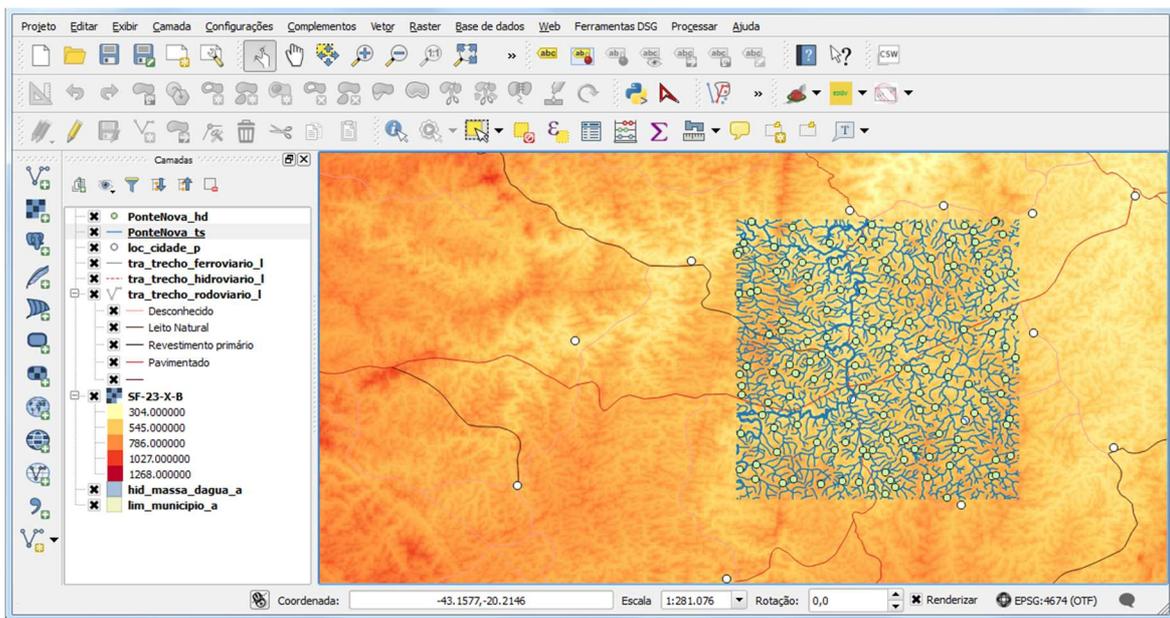


Figura 65. Conversão de formato: arquivo CAD para shapefile.

4.5 Visualização de um modelo digital de elevação - MDE

Neste exemplo são carregados e visualizados os dados geoespaciais de um Modelo Digital de Elevação (MDE), referente à folha **SF-23-X-B**, em formato geotiff, disponível no site Brasil em Relevo da Embrapa (<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>) do **Projeto SRTM**. O objetivo é carregar e simbolizar este dado geoespacial.

¹ Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/geociencias-novoportal/cartas-e-mapas/folhas-topograficas/15809-folhas-da-carta-do-brasil.html?edicao=16041&t=acesso-ao-produto>>

A - Adicionar camada raster

Por meio do menu Camada > Adicionar camada ou do ícone ilustrado na Figura 66, inserir a cena SRTM, referente a folha SF-23-X-B.



Figura 66. Adicionar camada raster

B – Abrir caixa de diálogo Propriedade

Em seguida, após carregar a camada matricial, é possível definir uma simbologia (**renderização da banda**). Por exemplo: “Banda simples falsa-cor” e variação da paleta de **amarelo** para **vermelho**, conforme Figura 67. Para efetivar a simbologia deve-se clicar no botão “Classificar”.

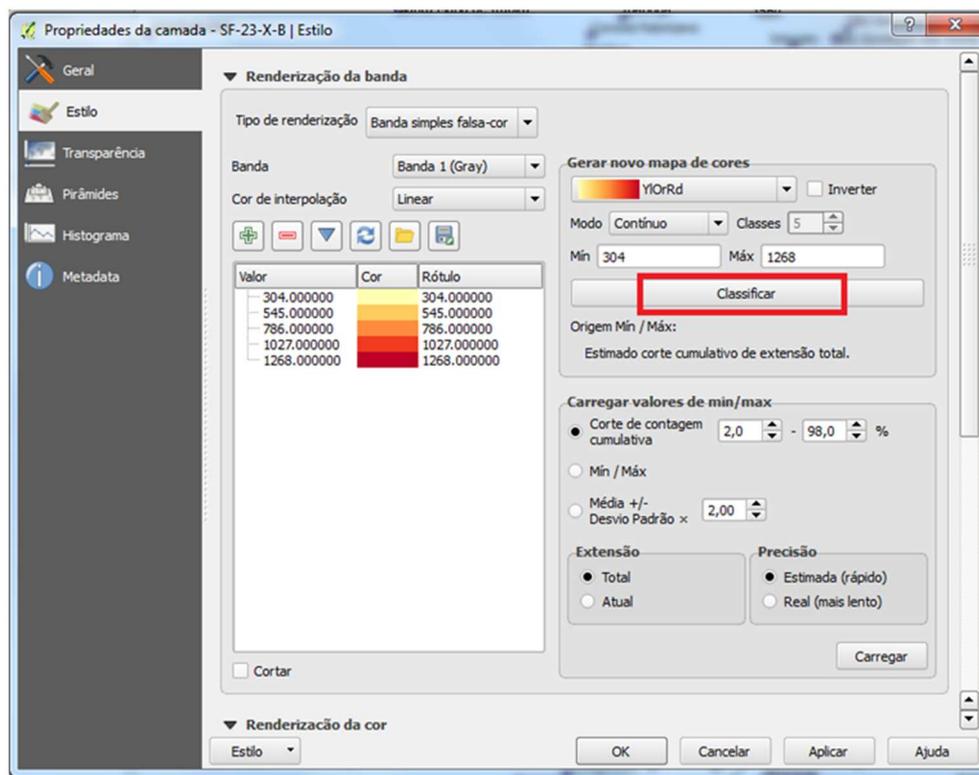


Figura 67. Estilo falsa cor para o SRTM

No resultado ilustrado na Figura 68 foi acrescentado a classe da BCIM que contempla as **idades** (“loc_cidade_p”). Foi escolhido um símbolo pontual para esta camada e foi mostrado o rótulo (toponímia), segundo o campo “nome”.

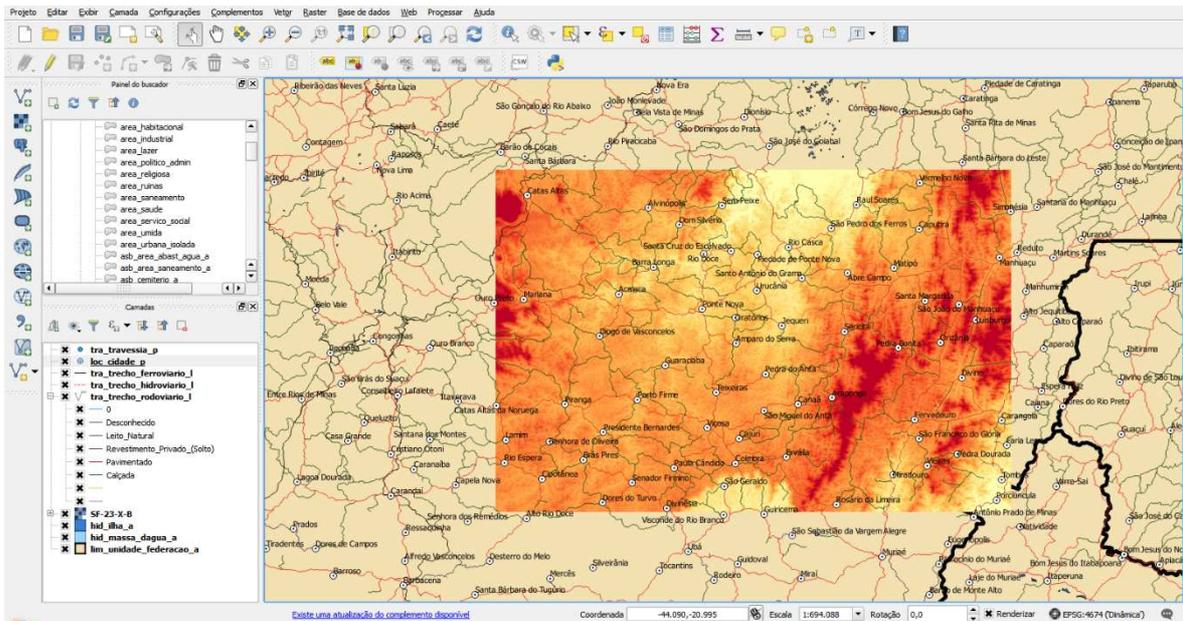


Figura 68. Visualização de dados geoespaciais na estrutura matricial

4.6 Visualização de imagens do território

O Projeto Sentinel 2 é um projeto da ESA (*European Space Agency*) para aquisição de imagens de satélite do planeta Terra disponíveis gratuitamente no site <https://earthexplorer.usgs.gov/> (Figura 69).

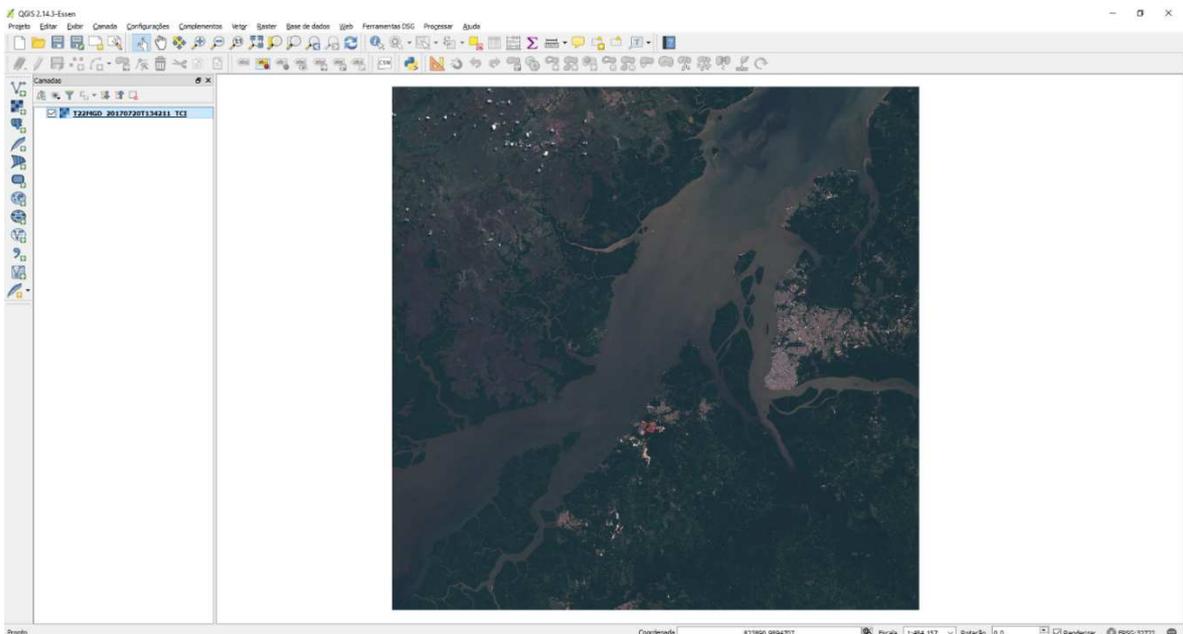


Figura 69. Esquema de Bandas RGB para visualização da imagem do Sentinel 2

Carregar a imagem Sentinel 2 “T22MGD_20170720T134211_TCI” em formato jp2. Assim como outras imagens de satélite, as que provêm do Sentinel 2 possuem diversas bandas que, dependendo da composição, permitem melhores análises e processamentos de imagens. Neste exemplo utilizaremos o esquema clássico RGB (*Red/Green/Blue*), portanto a configuração das bandas será como a que está explicitada na Figura 70.

Como atividade complementar, outras combinações de banda podem ser experimentadas para verificar as mudanças ocorridas na imagem e como as feições são representadas a cada mudança.

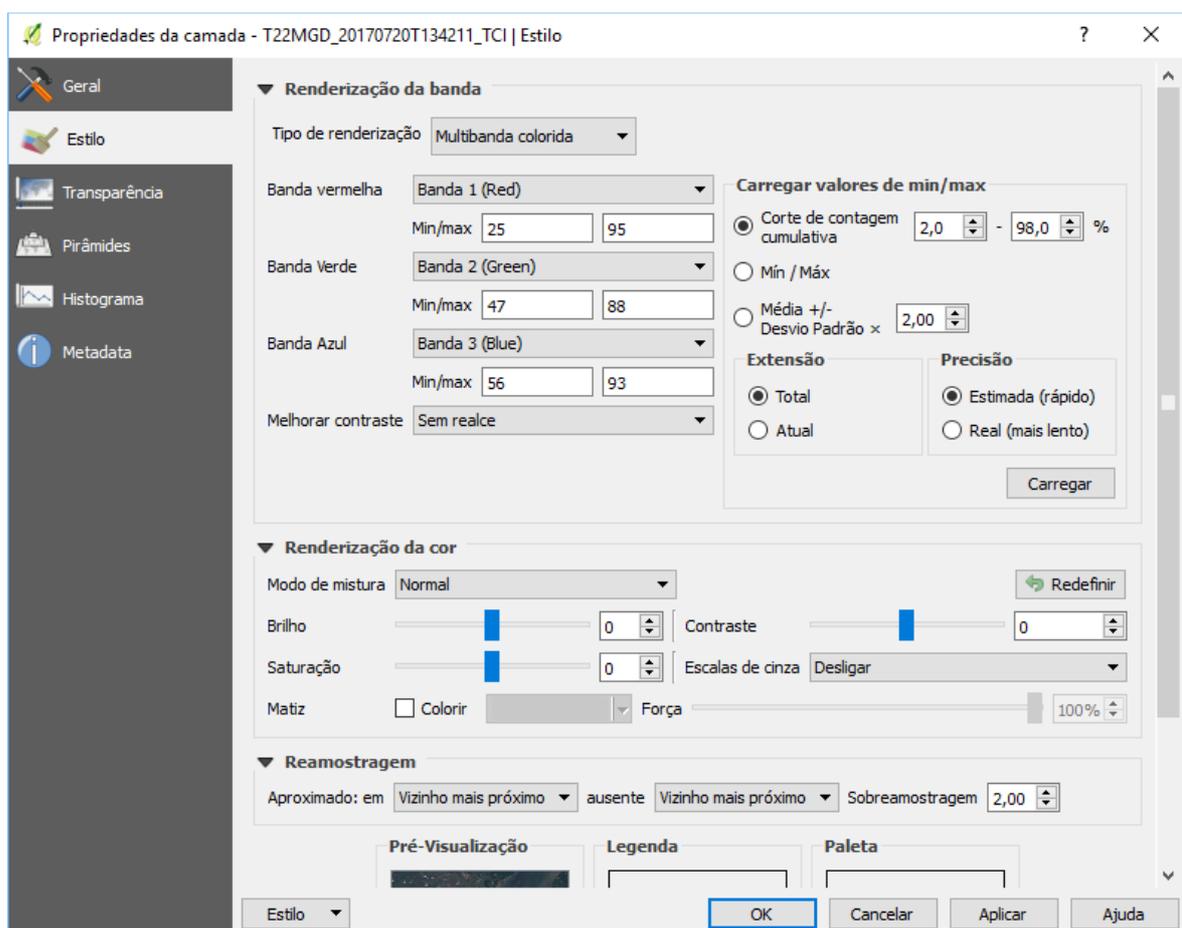


Figura 70. Visualização de bandas de imagens do Sentinel 2

Além do Sentinel 2, existem outras fontes de imagens de satélite como o projeto Landsat 8 (<https://landsat.usgs.gov/>) e o projeto CBERS (<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>). Acessíveis em diferentes portais de imagens de

sensoriamento remoto como o próprio <https://earthexplorer.usgs.gov/> da USGS e <https://remotepixel.ca/projects/satellitesearch.html> da *Remote Pixel*.

4.7 Acesso a geoserviços

Para conectar “geoserviços”, disponíveis na internet, selecione: **Camada > Adicionar camada > WMS ou WFS ou WCS**, conforme Figura 71. A caixa de diálogo para adicionar um geoserviço é mostrada na Figura 72.



Figura 71. Adicionar geoserviços (WMS, WFS ou WCS)

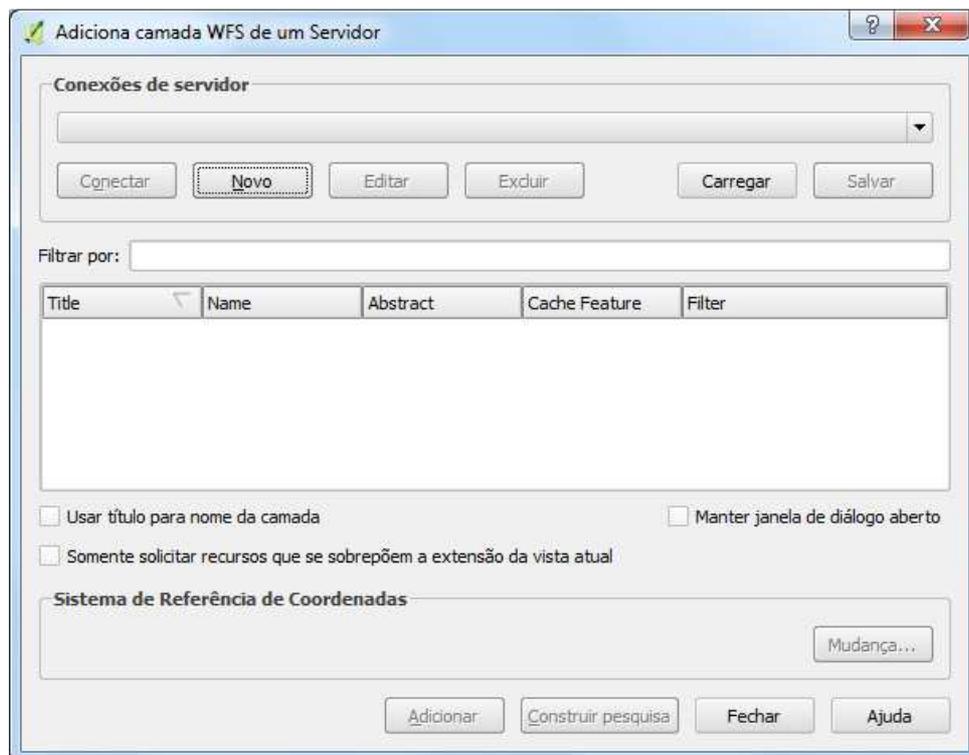


Figura 72. Adicionando geoserviços

4.7.1 Acesso a geoserviços WFS

Um geoserviço WFS – *Web Feature Service* oferece dados vetoriais que podem ser gravados localmente e manipulados livremente.

Por exemplo: acessar o geoserviço do IBGE referente às Terras Indígenas. No ambiente QGIS, adicionar um geoserviço WFS e criar um novo servidor

denominado "IBGE WFS", através do seguinte endereço URL: <http://www.geoservicos.ibge.gov.br:80/geoserver/wfs>, conforme Figura 73.

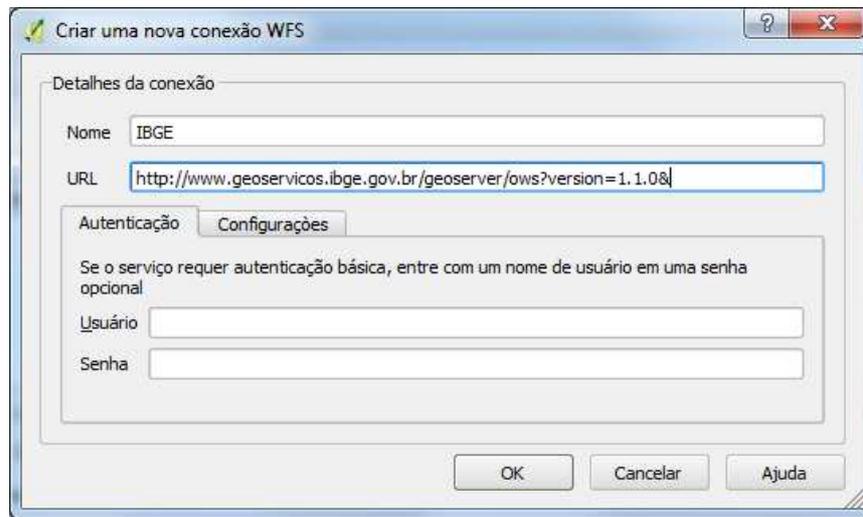


Figura 73. Criando uma nova conexão WFS

A Figura 74 ilustra duas camadas disponíveis no geoserviço do IBGE: "Terras Indígenas" e "População Indígena".

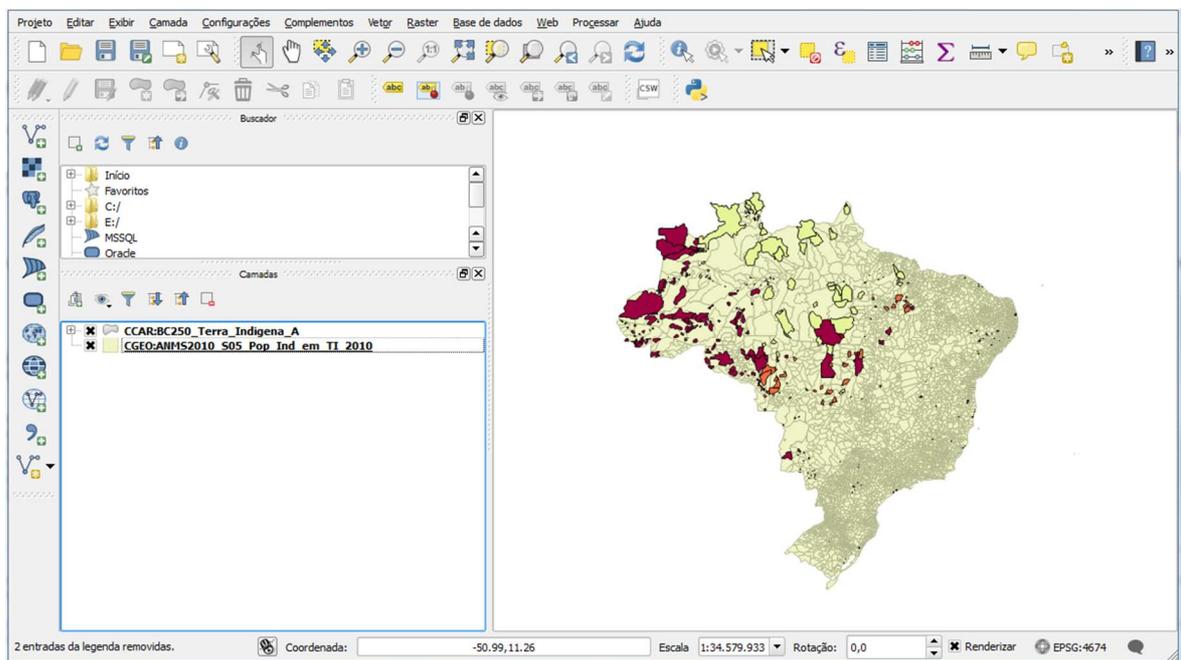


Figura 74. Camadas WFS adicionadas do geoserviço do IBGE

4.7.2 Acesso a geoserviços WMS

Um geoserviço WMS – *Web Map Service* oferece dados matriciais em formatos diferentes (JPEG, PNG, TIFF, etc.) que podem ser disponibilizados com

transparência definida pelo usuário e utilizados em conjunto com outros dados locais.

Como exemplo, para acessar o geoserviço do IBGE referente à expectativa de vida mundial, no ambiente QGIS, adicionar um geoserviço WMS e criar um novo servidor denominado "IBGE WMS", através do seguinte endereço URL: <http://www.geoservicos.ibge.gov.br:80/geoserver/ows?SERVICE=WMS&>, conforme ilustra a Figura 75.

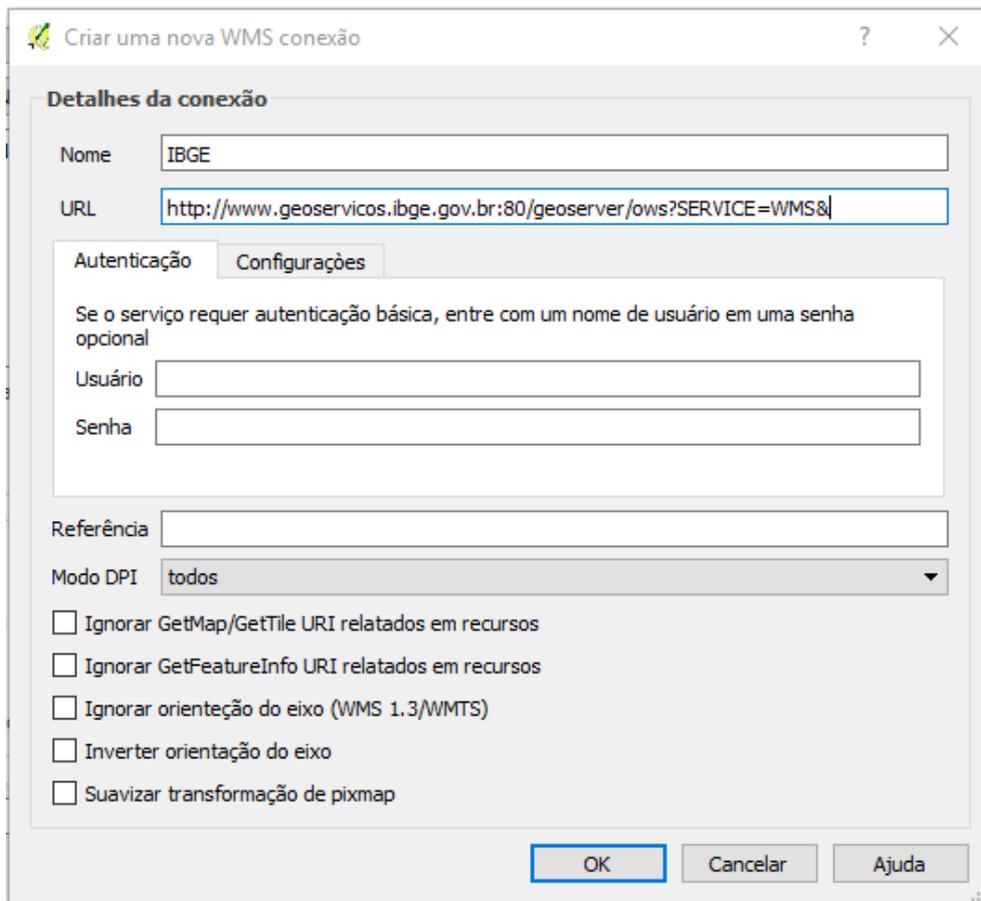


Figura 75. Criando uma nova conexão WMS

A Figura 76 ilustra uma camada disponível no geoserviço do IBGE: "Expectativa de Vida ao Nascer".

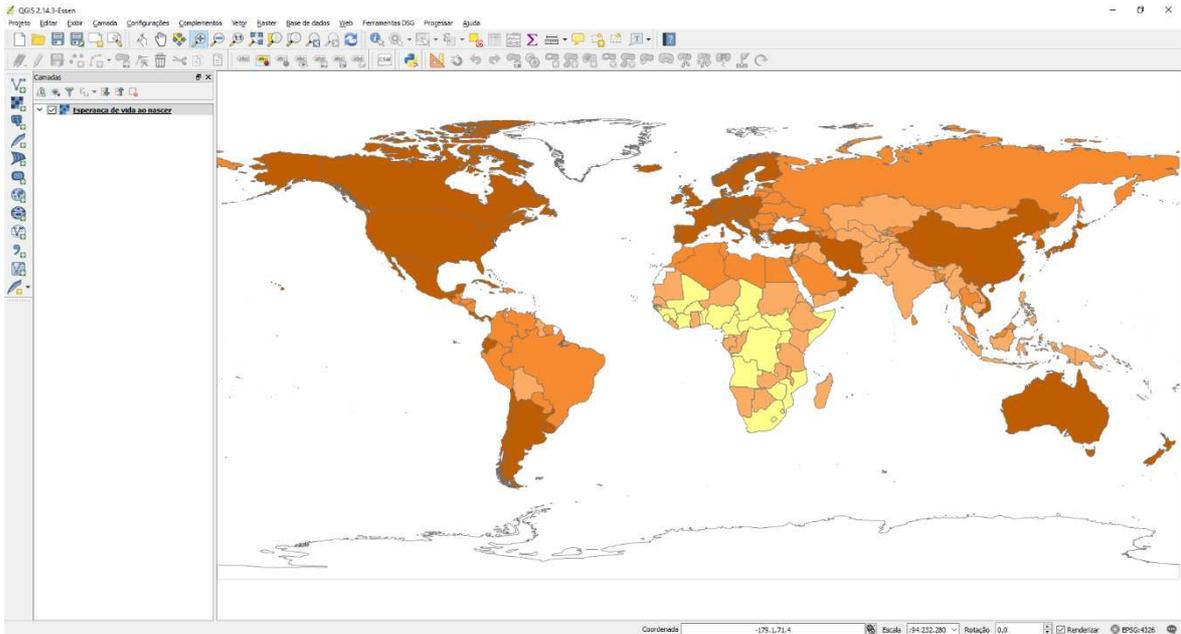


Figura 76. Camadas WMS adicionadas do geoserviço do IBGE

4.8 Manipulação de dados geoespaciais

O ambiente SIG QGIS permite a manipulação dos dados geoespaciais, entre elas: a conversão de estruturas (vetorial e matricial) e o georreferenciamento de dados não espaciais, mas com coordenadas acessíveis.

Conversão de um MNE da estrutura matricial para vetorial

Para converter o SRTM da estrutura matricial para estrutura vetorial, selecione **Raster > Converter > Raster para Vetor (Poligonizar)**, conforme a Figura 78.

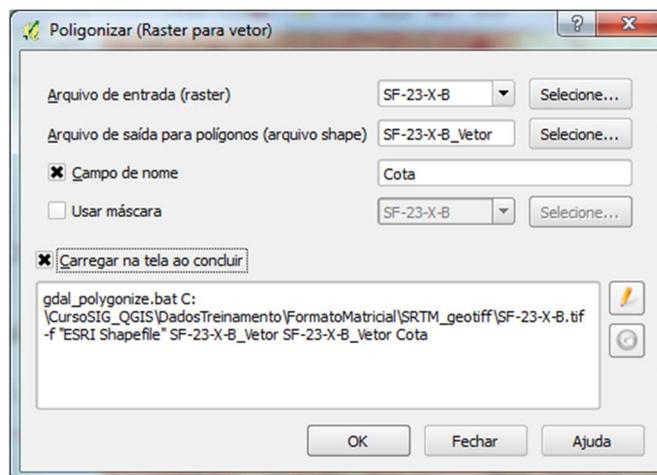


Figura 77. Caixa de diálogo para conversão da estrutura matricial para vetorial

A Figura 78 mostra o resultado da conversão da estrutura matricial para vetorial.

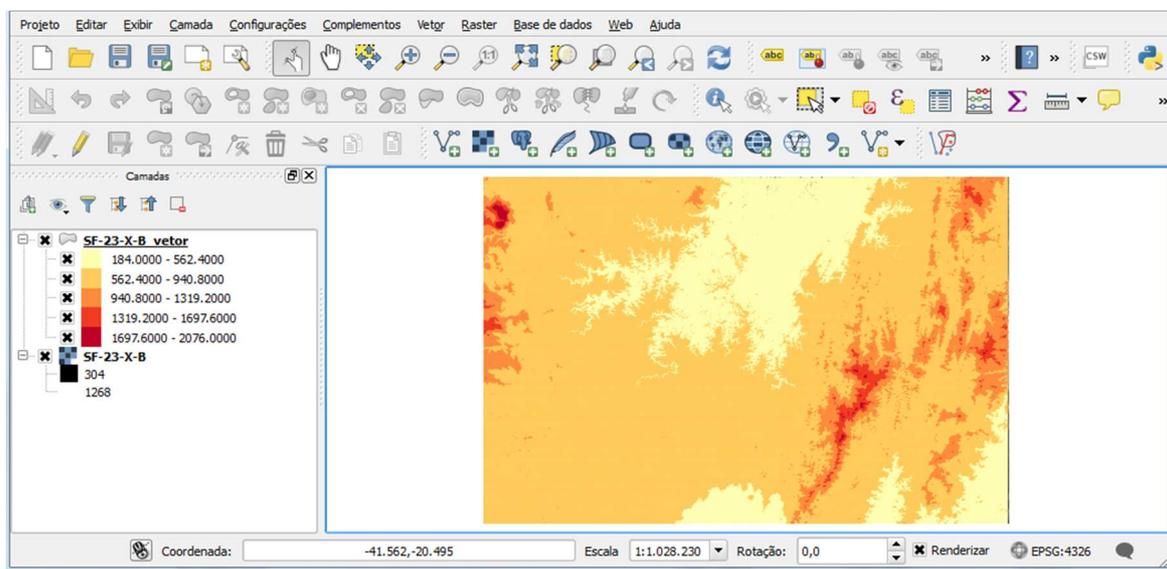


Figura 78. Resultado da conversão da estrutura matricial para vetorial.

Para **converter** o arquivo **SRTM** da **estrutura matricial** para **estrutura vetorial**, **curvas de nível** (isolinhas hipsométricas), selecione: **Raster > Extrair > Contorno**, com intervalo das curvas de nível de 100 metros, conforme a Figura 79.

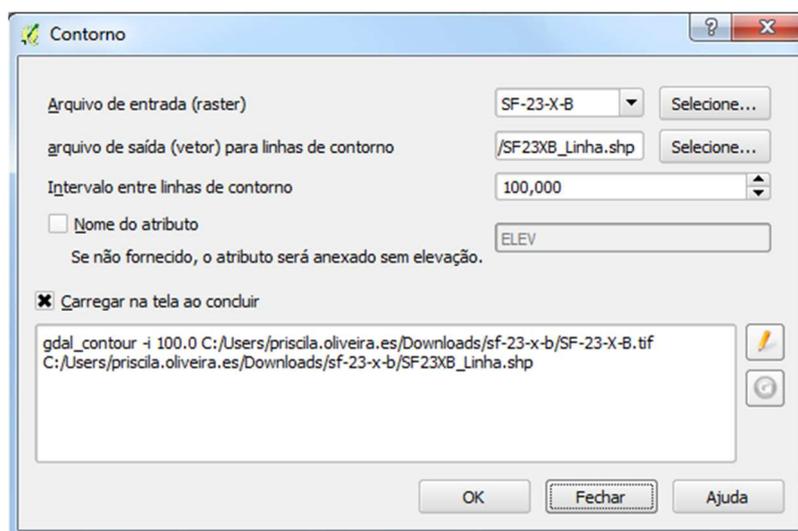


Figura 79. Caixa de diálogo para conversão do MNE (matricial) para curvas de nível (vetorial).

As curvas de nível geradas são representadas na Figura 80.

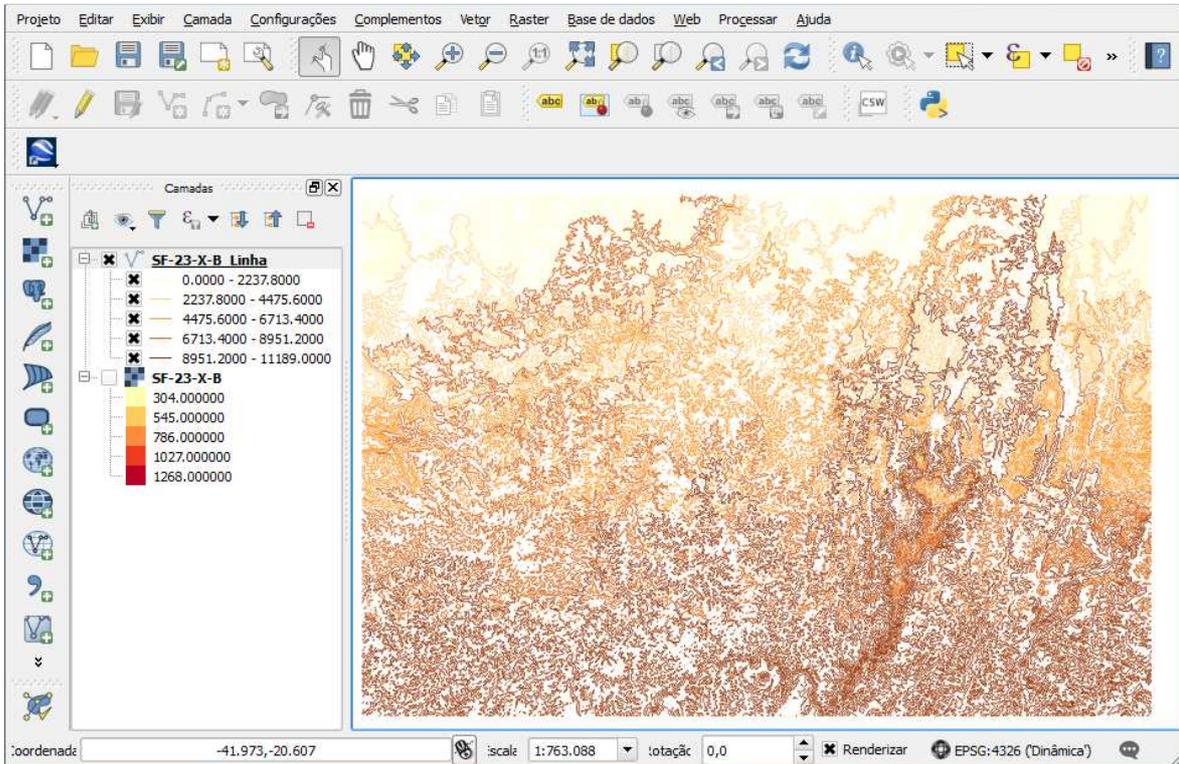


Figura 80. Resultado da conversão do MNE para curvas de nível.

Georreferenciamento de um mapa na estrutura matricial

Carregar a carta topográfica Ponte Nova SF-23-X-B-II-3 (MI 25753), não georreferenciada (encontrada em <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/mapas/GEBIS%20-%20RJ/SF-23-X-B.jpg>), na escala 1:50.000. O referencial geodésico da folha é SAD69, na projeção UTM fuso 23 Sul. Utilize as coordenadas geográficas localizadas nos cantos da folha topográfica para realizar o georreferenciamento. Para isto selecione: **Raster > Georrefenciador**. Adicione pontos a carta por meio da ferramenta ilustrada na Figura 81, distribuídos conforme Figura 82.



Figura 81. Adicionar pontos

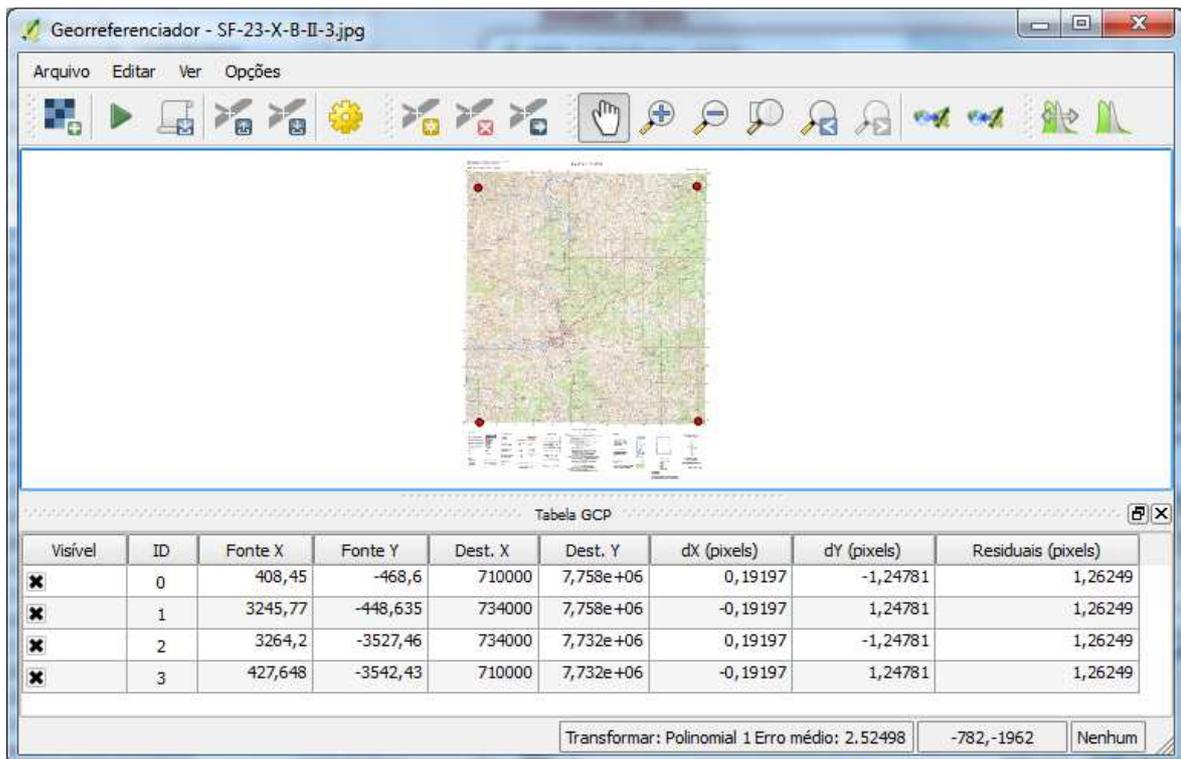


Figura 82. Georreferenciamento: adicionar pontos a folha topográfica

Selecione: **Configurações de transformação**, ícone ilustrado na Figura 83, e preencha os campos de acordo com a Figura 84.



Figura 83. Configurações de transformação

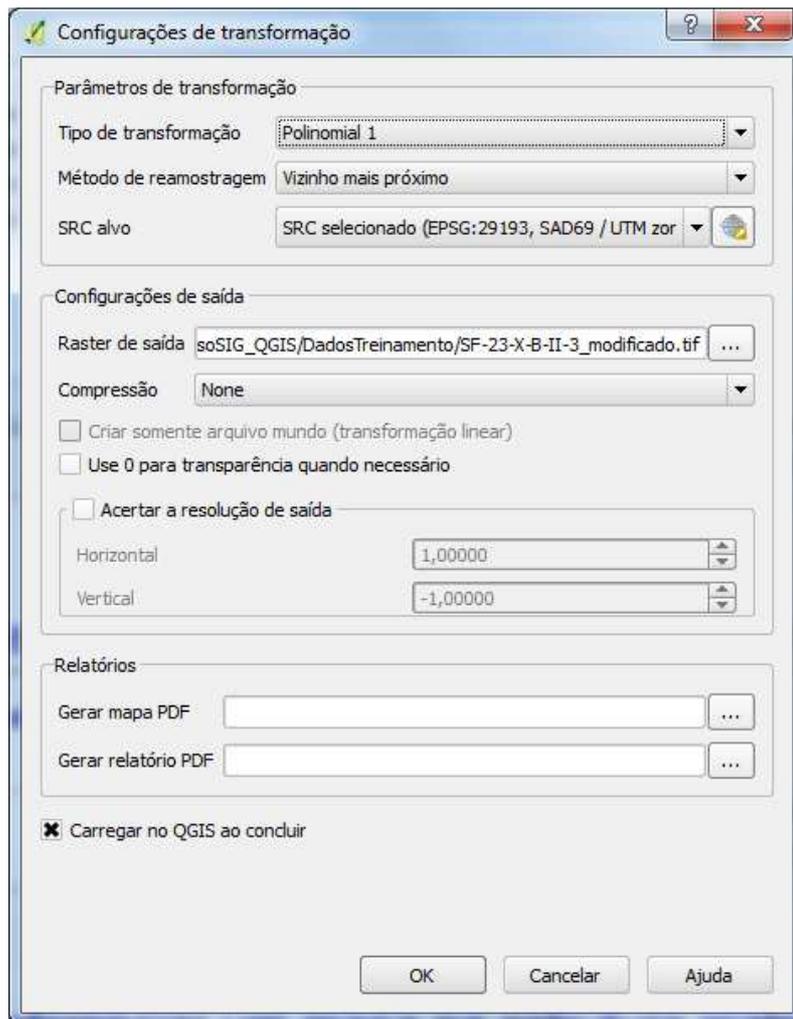


Figura 84. Configurações de transformação para o georreferenciamento de uma folha topográfica

4.9 Exercício: visualização de dados geoespaciais

Carregar no ambiente de trabalho QGIS as seguintes camadas da BCIM, agrupadas por categoria de informação da ET-EDGV:

- **Categoria limite:** Limites das Unidades da Federação;
- **Categoria sistema de transporte:** Trecho Ferroviário; Travessia (ponto e linha); Trecho Hidroviário; Edificação de Construção Portuária; Trecho Rodoviário;
- **Categoria hidrografia:** Ilha; e Massa d'água;
- **Categoria localidade:** Cidade.

Para visualizar uma camada na estrutura vetorial no ambiente QGIS selecione: **Camada > Adicionar camada > Vetorial** ou clique no ícone ilustrado na Figura 85.



Figura 85. Adicionar camada vetorial

Durante a construção do ambiente de trabalho salve o projeto. Selecione: **Projeto > Salvar como**, denominar o arquivo como **“VisualizacaoDadoGeoespacial.qgs”**, conforme a Figura 86.

Qualquer **simbologia** criada pode ser definida como **padrão**, na caixa de diálogo localizada no canto inferior esquerdo da aba **“Estilo”** do menu de Propriedades.

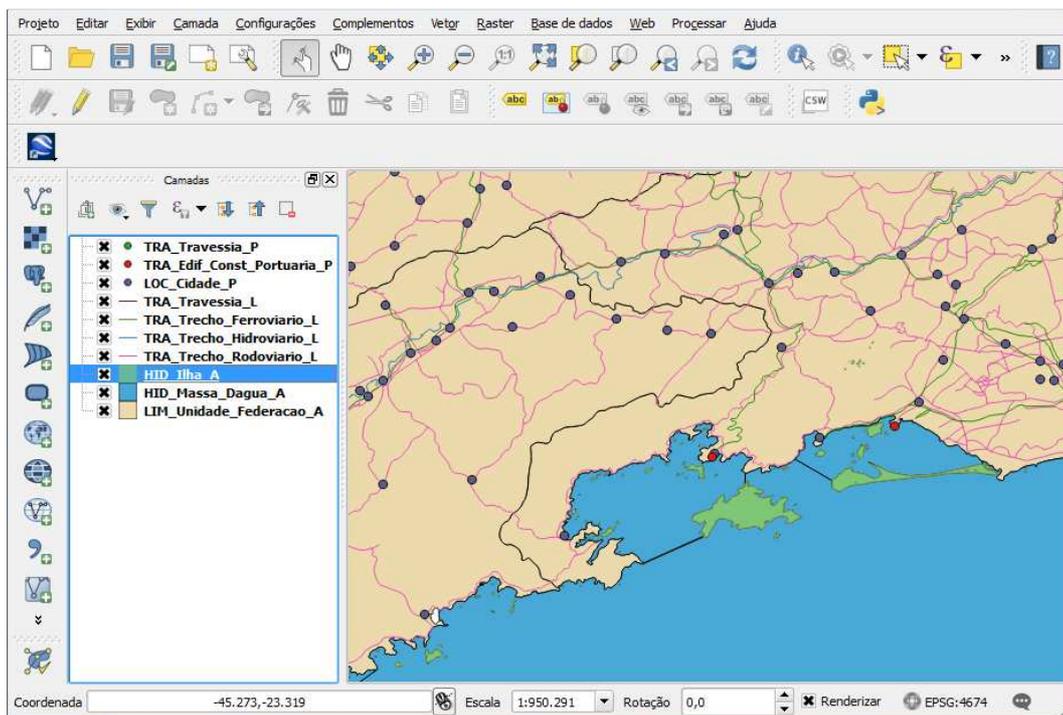


Figura 86. Camadas visualizadas e simbolizadas

5 Análise e consulta aos dados geoespaciais

A análise espacial pode ser descrita como a mensuração de propriedades e relacionamentos, levando em conta a localização espacial do fenômeno em estudo, incorporando assim o espaço à análise efetuada. A compreensão da distribuição espacial de dados oriundos de fenômenos ocorridos no espaço é uma das funções mais importantes oferecidas por um SIG (Câmara *et al.*, 2004).

A consulta aos dados geoespaciais pode ser realizada tanto por atributo, quanto espacialmente dentro do ambiente SIG.

5.1 Análises e consultas por atributo

Para iniciar uma a consulta por atributos é necessário abrir a tabela de atributos do elemento desejado, conforme a Figura 87.

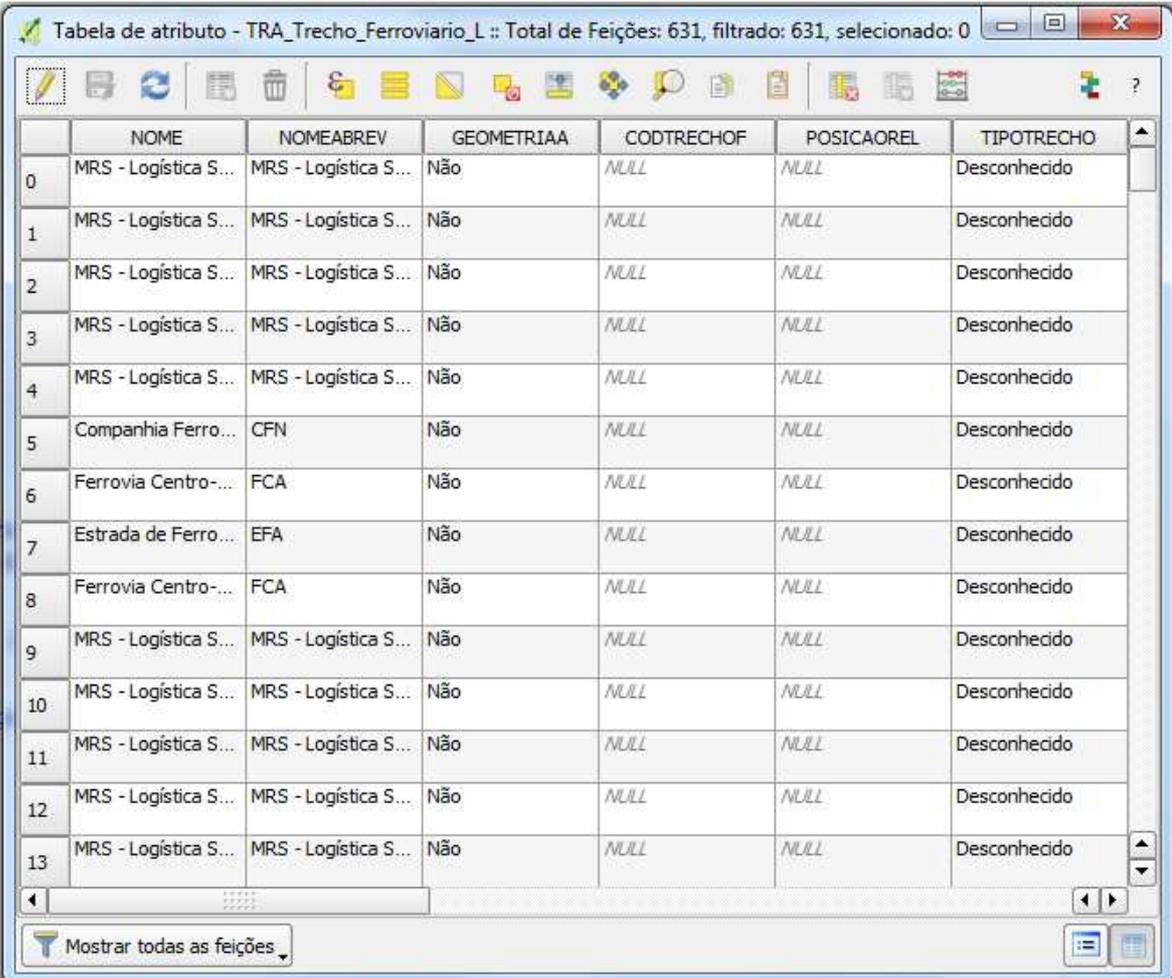


Tabela de atributo - TRA_Trecho_Ferrovuario_L :: Total de Feições: 631, filtrado: 631, selecionado: 0

	NOME	NOMEABREV	GEOMETRIAA	CODTRECHOF	POSICAOREL	TIPOTRECHO
0	MRS - Logística S...	MRS - Logística S...	Não	NULL	NULL	Desconhecido
1	MRS - Logística S...	MRS - Logística S...	Não	NULL	NULL	Desconhecido
2	MRS - Logística S...	MRS - Logística S...	Não	NULL	NULL	Desconhecido
3	MRS - Logística S...	MRS - Logística S...	Não	NULL	NULL	Desconhecido
4	MRS - Logística S...	MRS - Logística S...	Não	NULL	NULL	Desconhecido
5	Companhia Ferro...	CFN	Não	NULL	NULL	Desconhecido
6	Ferrovia Centro-...	FCA	Não	NULL	NULL	Desconhecido
7	Estrada de Ferro...	EFA	Não	NULL	NULL	Desconhecido
8	Ferrovia Centro-...	FCA	Não	NULL	NULL	Desconhecido
9	MRS - Logística S...	MRS - Logística S...	Não	NULL	NULL	Desconhecido
10	MRS - Logística S...	MRS - Logística S...	Não	NULL	NULL	Desconhecido
11	MRS - Logística S...	MRS - Logística S...	Não	NULL	NULL	Desconhecido
12	MRS - Logística S...	MRS - Logística S...	Não	NULL	NULL	Desconhecido
13	MRS - Logística S...	MRS - Logística S...	Não	NULL	NULL	Desconhecido

Mostrar todas as feições

Figura 87. Tabela de atributos referente a camada trecho ferroviário

As ferramentas da tabela de atributos são mostradas e descritas na Figura 88.

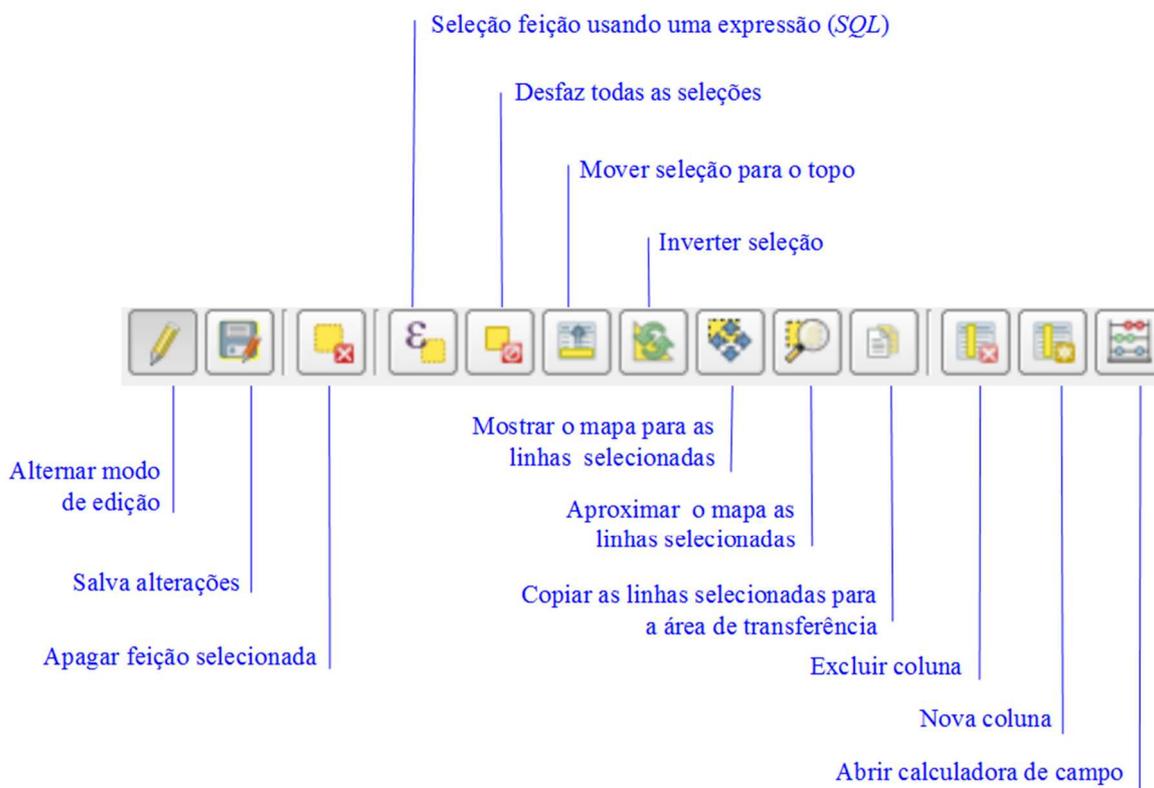


Figura 88. Ferramentas disponíveis na tabela de atributos.

Quando a camada ativa está em modo de edição, a funcionalidade possui vantagens e desvantagens e, portanto, seu uso deve ser realizado de forma consciente para evitar a perda de informações. A atualização dos atributos está vinculada a região e a forma como os registros estão sendo exibidos.

5.1.1 Formas de exibição da tabela de atributos

No canto inferior direito da tabela de atributos existem duas opções de exibição dos registros. A primeira mostra os registros como um formulário, conforme Figura 89; e a segunda mostra como listagem de registro, conforme Figura 90.



Figura 89. Opção para exibir tabela de atributos como formulário



Figura 90. Opção para exibir tabela de atributos como lista de registros.

5.1.2 Opções de visualização dos registros da tabela de atributos

No canto inferior esquerdo o usuário tem as seguintes opções para visualização dos registros da tabela de atributos, conforme ilustra a Figura 91:

- Mostrar feições visíveis no mapa: torna dinâmica a exibição de registros exibidos na **Map Window**;
- Filtrar coluna: consultas simples onde o usuário seleciona o campo e o valor de atributo desejado, toda consulta realizada é armazenada temporariamente neste;
- Filtro avançado (expressão): consulta avançada de atributos através de expressões em SQL.

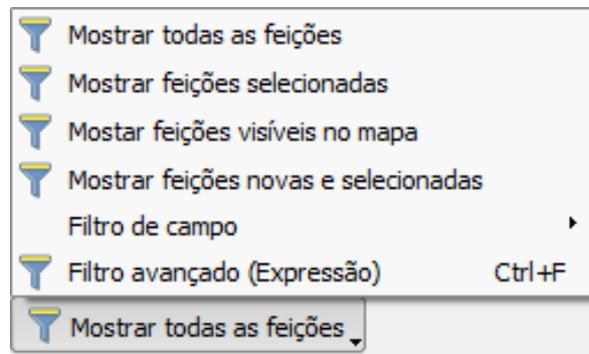


Figura 91. Opções de visualização dos registros da tabela de atributos.

5.1.3 Filtrar a exibição dos registros

No canto inferior esquerdo da tabela de atributos, selecione: **Filtrar por campo** > **NOMEABREV** > digite: **"FSA"** > **Aplicar**, conforme a Figura 92.

Tabela de atributo - TRA_Trecho_Ferrovuario_L :: Total de Feições: 631, filtrado: 169, selecionado: 1

	NOME	NOMEABREV	GEOMETRIAA	CODTRECHOF	POSICAOREL	TIPOTRECHO
120	Ferrovia Sul Atã...	FSA	Não	NULL	NULL	Desconhecido
187	Ferrovia Sul Atã...	FSA	Não	NULL	NULL	Desconhecido
229	Ferrovia Sul Atã...	FSA	Não	NULL	NULL	Desconhecido
391	Ferrovia Sul Atã...	FSA	Não	NULL	NULL	Desconhecido
401	Ferrovia Sul Atã...	FSA	Não	NULL	NULL	Desconhecido
402	Ferrovia Sul Atã...	FSA	Não	NULL	NULL	Desconhecido
403	Ferrovia Sul Atã...	FSA	Não	NULL	NULL	Desconhecido
404	Ferrovia Sul Atã...	FSA	Não	NULL	NULL	Desconhecido
405	Ferrovia Sul Atã...	FSA	Não	NULL	NULL	Desconhecido
406	Ferrovia Sul Atã...	FSA	Não	NULL	NULL	Desconhecido
407	Ferrovia Sul Atã...	FSA	Não	NULL	NULL	Desconhecido
408	Ferrovia Sul Atã...	FSA	Não	NULL	NULL	Desconhecido
409	Ferrovia Sul Atã...	FSA	Não	NULL	NULL	Desconhecido
410	Ferrovia Sul Atã...	FSA	Não	NULL	NULL	Desconhecido

Filtro avançado (Expressão) 'NOMEABREV' ILIKE '%FSA%'

Aplicar

Figura 92. Realizando um filtro por coluna.

5.2 Elaborando consultas por atributo

Para realizar consultas por atributo deve ser utilizado a ferramenta "Selecionar feições usando uma expressão", habilitada por meio do ícone mostrado na Figura 93. A caixa de diálogo é mostrada na Figura 94.



Figura 93. Selecionar feições usando uma expressão

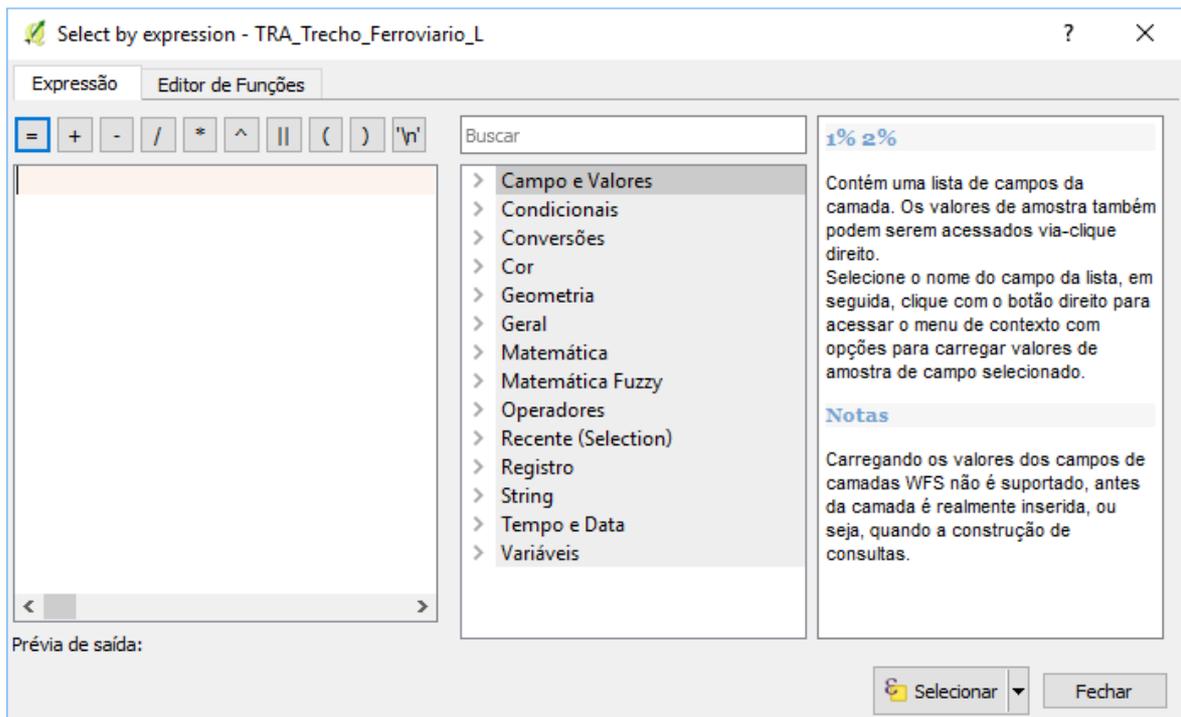


Figura 94. Consulta por atributos por meio de expressões SQL

5.2.1 Expressões SQL (Structure Query Language)

As expressões são construídas utilizando o padrão **SQL** (*Structured Query Language*). Esta linguagem é um padrão utilizado para consulta a banco de dados.

Para caracteres com espaços e com aspas, o operador **LIKE** permite a busca de denominações incompletas desde que, após as iniciais da denominação, se coloque o caractere %, limitando o termo a ser localizado por aspas simples.

Por exemplo: `nm_nng LIKE 'Rio Santo%'` ou `nm_nng LIKE '%Antônio%'`

Para caracteres, com a denominação completa, o operador pode ser =, com espaços e com aspas.

Por exemplo: `nm_nng = 'Rio Santo Antônio'`.

Para atributos numéricos os operadores =, >, <, sem espaços e com apóstrofo.

Por exemplo: `md_latitude > '-4'`

Exemplo de consulta por atributos

Localizar os trechos de massa d'água denominados de "Rio Araguaia" presentes na base cartográfica. A expressão SQL a ser utilizada pode ser:

NOME LIKE '%Rio Araguaia%', conforme a Figura "NOME" = 'Rio Araguaia', conforme mostra a Figura 95.

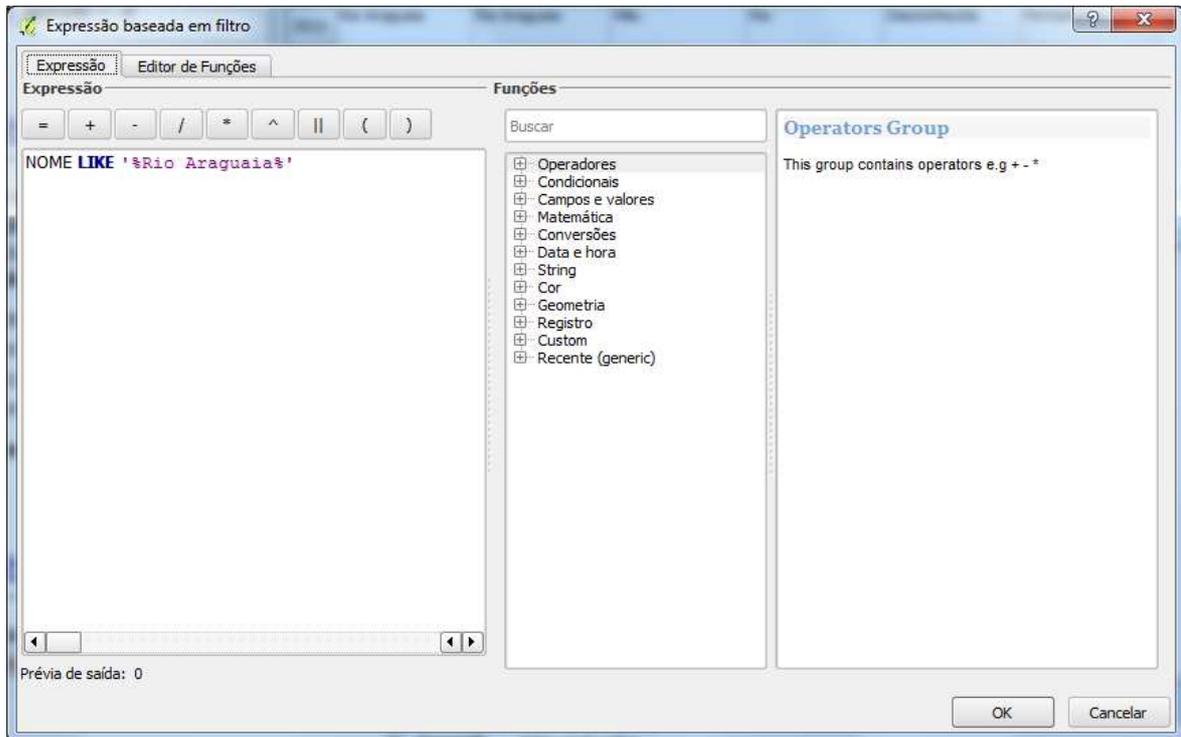


Figura 95. Consulta SQL para a seleção de uma massa d'água

Na tabela de atributos do trecho de massa d'água, ao selecionar uma linha é possível enquadrar sua visualização na tela. Selecione a ferramenta "Aproximar o mapa para as linhas selecionadas", conforme Figura 96. A linha selecionada será exibida na tela, conforme exemplifica Figura 97. O resultado também pode ser visualizado na Tabela de Atributos, conforme Figura 98. Salve o projeto como "ConsultaPorAtributo.qgs".



Figura 96. Zoom na seleção

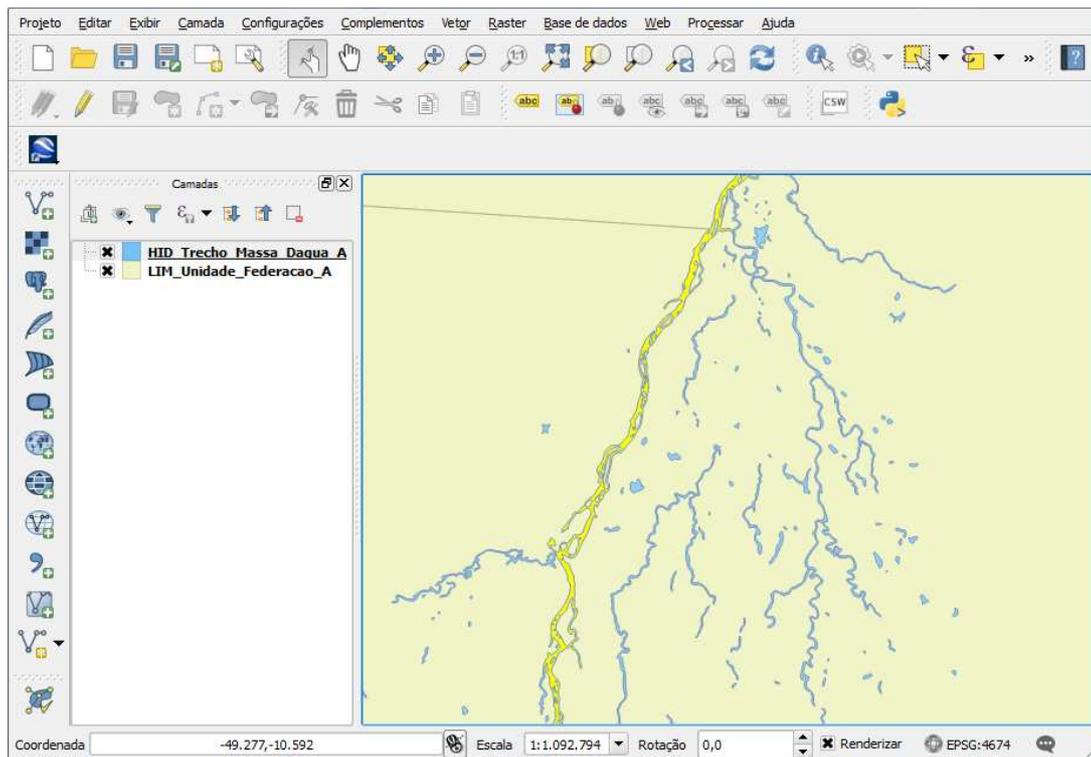


Figura 97. Aproximando o mapa para as feições selecionadas na tabela de atributos

Tabela de atributo - HID_Trecho_Massa_Dagua_A :: Total de Feições: 6589, filtrado: 6589, selecionado: 2

	NOME	NOMEABREV	GEOMETRIAA	TIPOTRECHO	SALINIDADE	REGIME
4	Rio Araguaia	Rio Araguaia	Não	Rio	Desconhecida	Permanente
3513	Rio Araguaia	Rio Araguaia	Não	Rio	Desconhecida	Permanente
7	NULL	NULL	Não	Outros	Desconhecida	Permanente
10	NULL	NULL	Não	Outros	Desconhecida	Permanente
23	NULL	NULL	Não	Outros	Desconhecida	Permanente
26	NULL	NULL	Não	Outros	Desconhecida	Permanente
29	NULL	NULL	Não	Outros	Desconhecida	Permanente
30	NULL	NULL	Não	Outros	Desconhecida	Permanente
31	NULL	NULL	Não	Outros	Desconhecida	Permanente
43	NULL	NULL	Não	Outros	Desconhecida	Permanente
48	NULL	NULL	Não	Outros	Desconhecida	Permanente

Mostrar todas as feições

Figura 98. Seleção do nome "Rio Araguaia" na tabela de atributos

Atividade complementar

Na classe “massa d’água” da categoria hidrografia execute as seguintes consultas por atributos:

1. Consulta Simples: identificar o número de feições geográficas com o fluxo “Intermitente”.
2. Consulta Avançada: identificar o número de feições geográficas com o fluxo intermitente e com toponímia (nome geográfico).

5.3 Análises e consultas espaciais

As ferramentas de análise e consultas espaciais estão localizadas no menu vetor do QGIS, conforme a Figura 99.

As ferramentas estão divididas em 5 (cinco) grupos:

- Ferramentas de Análise (*Analysis Tools*)
- Ferramentas de Investigação (*Research Tools*)
- Ferramentas de Geoprocessamento (*Geoprocessing Tools*)
- Ferramentas de Geometria (*Geometry Tools*)
- Ferramentas de Gerenciamento de Dados (*Data Management Tools*)



Figura 99. Menu vetor do QGIS

A Figura 100 apresenta os itens do menu “Analisar” para realização de análises e consultas espaciais.

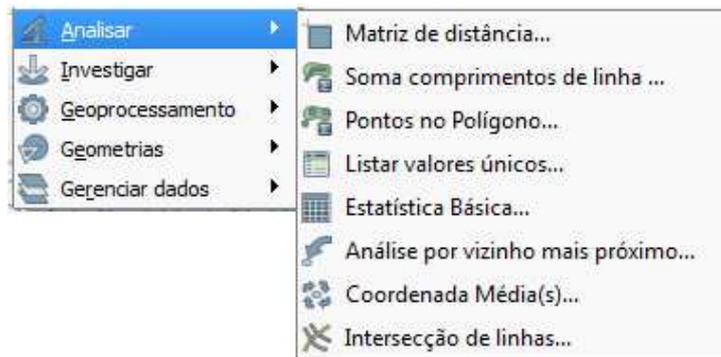


Figura 100. Ferramentas de Análise (Analysis Tools)

A Figura 101 apresenta os itens do menu “Investigar” para análise e consultas espaciais.

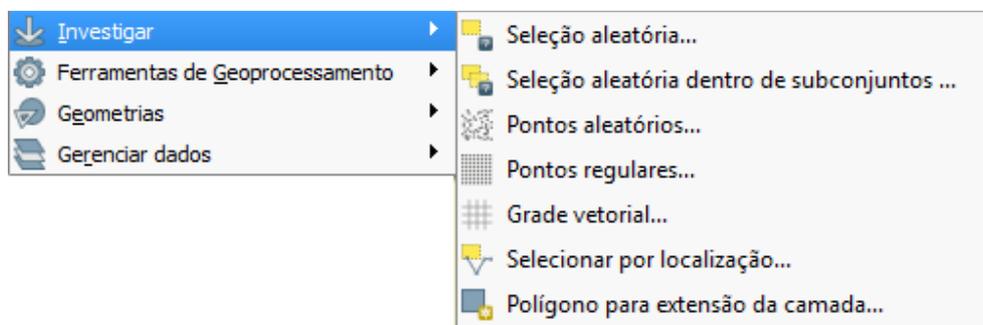


Figura 101. Ferramentas de Investigação (Research Tools)

A Figura 102 apresenta os itens do menu “Geoprocessamento” para análise e consultas espaciais.

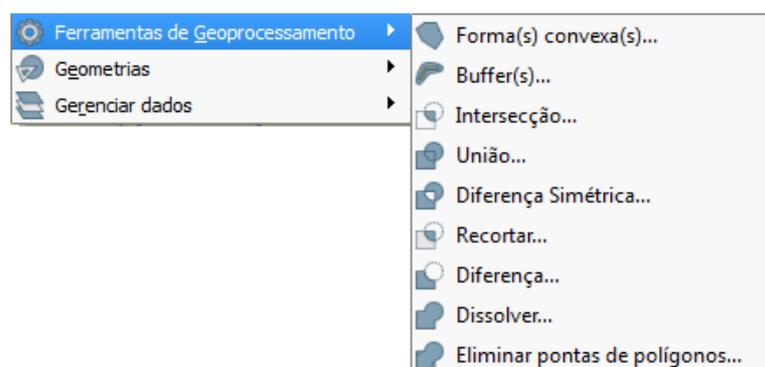


Figura 102. Ferramentas de Geoprocessamento (Geoprocessing Tools)

A Figura 103 apresenta os itens do menu “Geometria” para análise e consultas espaciais.

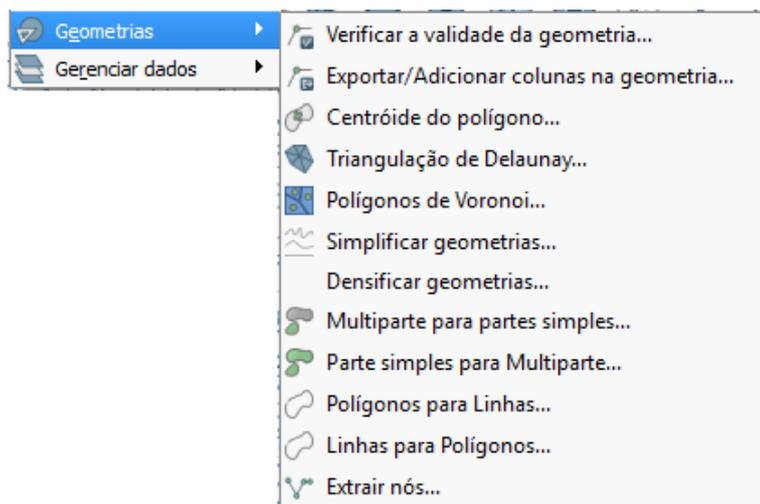


Figura 103. Ferramentas de Geometria (Geometry Tools)

A Figura 104 apresenta os itens do menu “Gerenciamento de dados” para manipulação e gerenciamento dos dados geoespaciais.

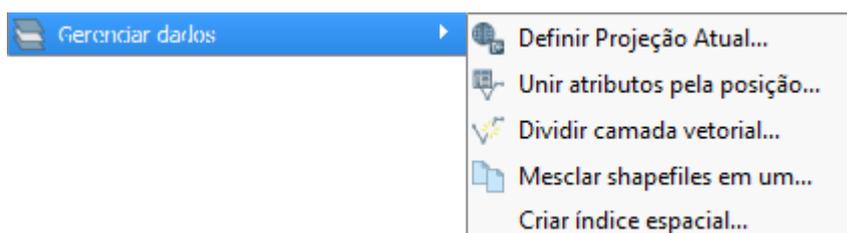


Figura 104. Ferramentas de Gerenciamento de Dados (Data Management Tools)

5.3.1 Seleção por localização

Selecionar as Cidades (ponto) contidas dentro de Terras Indígenas (área), presentes na BCIM. Identifique qual Estado possui a maior incidência de cidades dentro de terras indígenas. Adicione as camadas “loc_cidade_p” e “lim_terra_indigena_a” e utilize a ferramenta presente no menu: **Vetor > Investigar > Selecionar pela localização**. Acrescente a classe referente a delimitação político administrativa das unidades da federação, presente em “LIM_Unidade_Federacao_A”, conforme Figura 105.

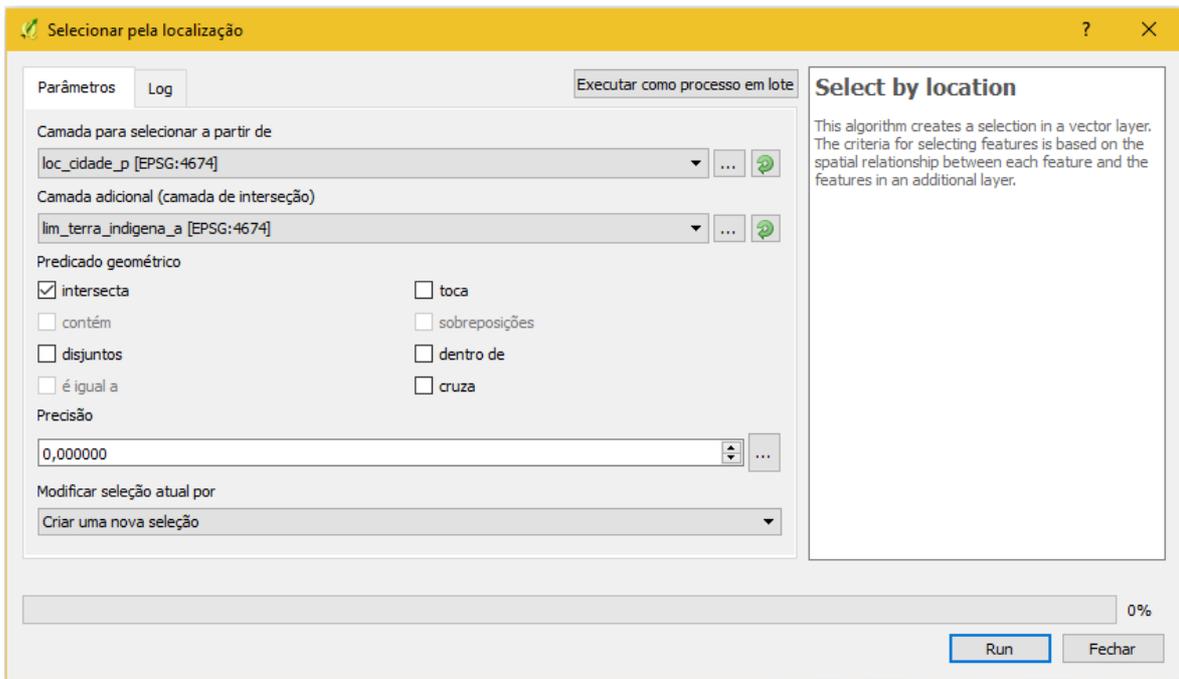


Figura 105. Caixa de diálogo: Selecionar por localização

O campo “Modificar seleção atual por” permite que o usuário altere as características da seleção para “criar uma nova seleção”, “adicionar seleção atual” ou “remover da seleção atual”.

O resultado da seleção por localização é ilustrado na Figura 106, observe que a Unidade da Federação que possui o maior número de cidades dentro de terras indígenas é Roraima.

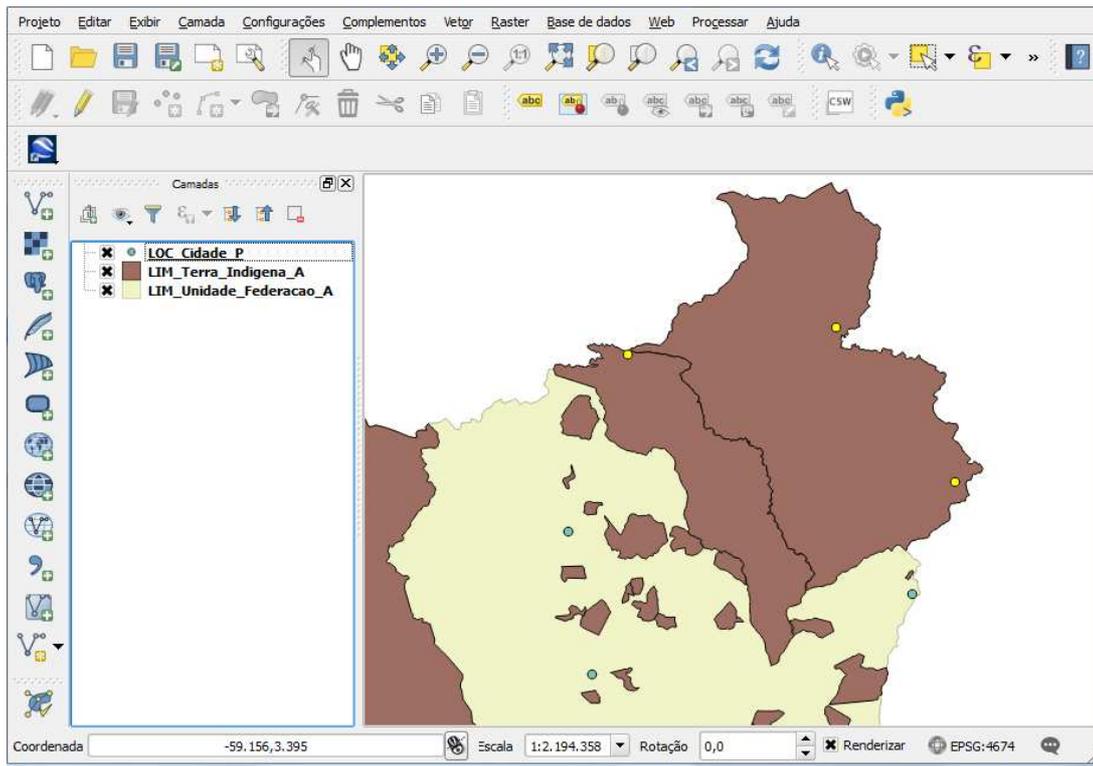


Figura 106. Resultado da seleção por localização

Atividade Complementar

Selecionar os “trechos de drenagem” dentro do município de Leopoldina / MG. Executar as seguintes etapas:

- Carregar as classes necessárias para a análise: “**LIM_Municipio_A**”, “**HID_Trecho_Drenagem_L**” e adequar a simbologia destas camadas.
- Selecionar Leopoldina dentro da classe de limites municipais “**LIM_Municipio_A**” através de uma consulta simples.
- Realizar a consulta espacial “Selecionar por localização” para identificar os trechos de rio que tocam Leopoldina.
- Exportar os rios selecionados, dentro da classe “**HID_Trecho_Drenagem_L**”, para um novo shapefile, denominado “**rios_leopoldina.shp**”, no sistema de coordenadas geográficas e referencial geodésico SIRGAS2000.

5.3.2 Gerar área de abrangência (*buffer*)

Gerar **Áreas de Preservação Permanente (APP)** da **Faixa Marginal de Proteção (FMP)**, de 15 metros, a partir dos rios de Leopoldina, identificados no arquivo "**ConsultaPorAtributo.qgs**".

Para isto é necessário realizar as seguintes etapas:

- Carregar os shapefile "rios_leopoldina.shp" e salvá-lo na projeção UTM Fuso 23 Sul, o referencial geodésico será o SIRGAS 2000;
- Realizar a análise espacial *Buffer* presente no menu **Vetor > Ferramentas de Geoprocessamento**, coloque a distância de buffer em 15 metros e salvar a APP como "**APP_Rios_Leopoldina.shp**".

A área de abrangência (*buffer*) é calculada pelo QGIS segundo a SRC (Sistema de Referência de Coordenadas) do shapefile. Desta forma, para realizar o cálculo é recomendado exportar o shapefile para o referencial cartográfico (projeção) adequado, no caso UTM 23 Sul, com a unidade de medida em metros.

Através do menu Processar > Caixa de Ferramentas, mostrado na Figura 107, é possível identificar uma série de funcionalidades complementares do QGIS. Para gerar a **Área de Preservação Ambiental (APP)**, presentes nos rios identificados no "**ConsultaPorAtributo.qgs**", neste exercício será utilizada a ferramenta "Buffer de Distância Fixada", presente no menu "Processamento", conforme Figura 108. Existe uma ferramenta similar no menu **Vetor > Ferramentas de Geoprocessamento > Buffer(s)**.

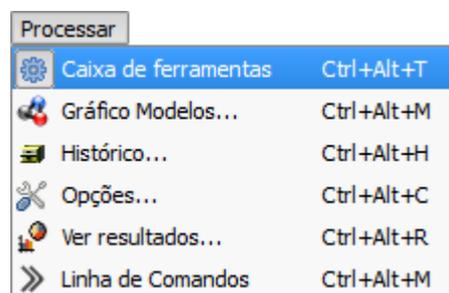


Figura 107. Menu Processar

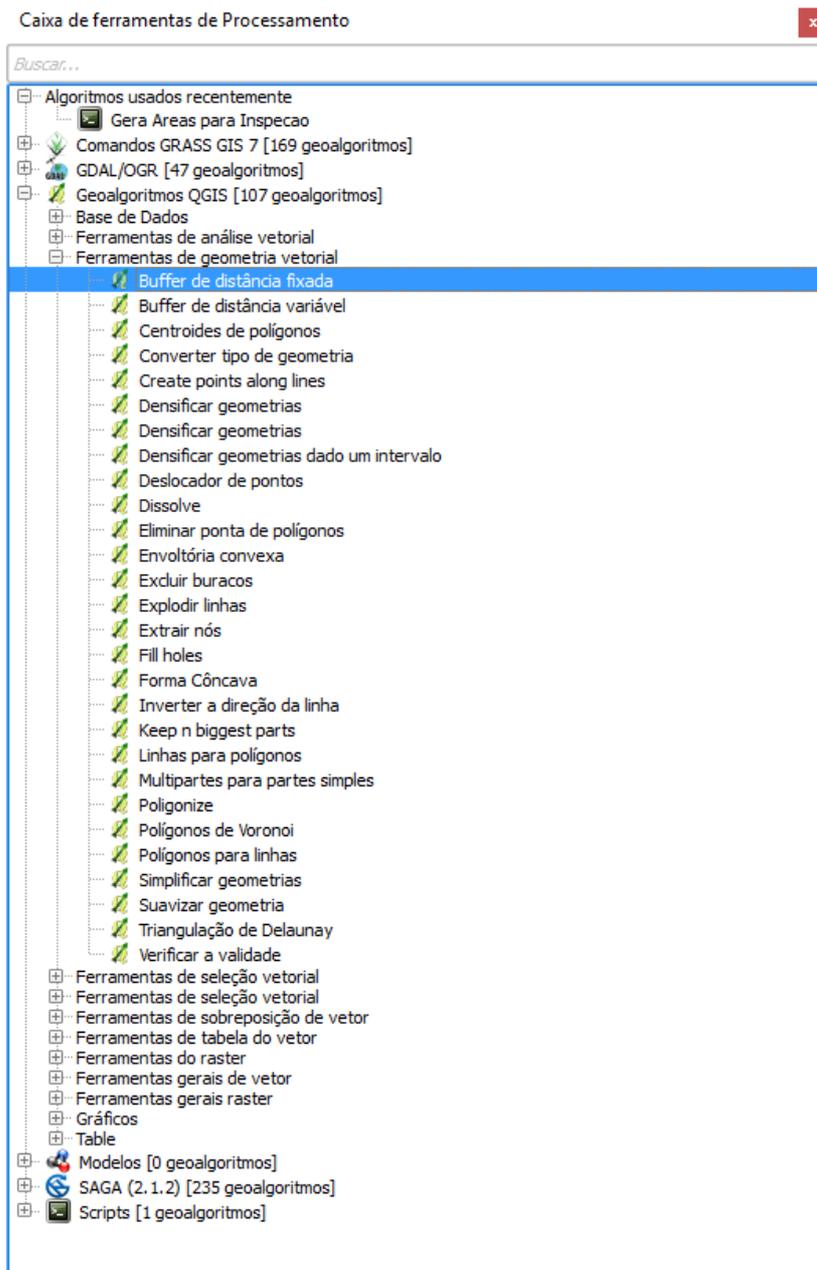


Figura 108. Caixa de ferramentas de processamento

Observar que a distância da área de abrangência é baseada na unidade de medida da classe de feições analisada no projeto QGIS. Por exemplo: se a classe “trecho de drenagem” estiver em coordenadas geográficas, a unidade de medida é graus; se a classe estiver na projeção UTM a unidade de medidas será metros. Isto pode gerar resultados indesejados, pois 1 (um) grau equivale a aproximadamente 111 km na linha do equador.

Salve o projeto como “**ConsultaEspacial.qgs**”.

5.3.3 Extrair feições geográficas aleatoriamente

O comando **extrair aleatoriamente** é uma ferramenta relevante para **seleção aleatória de feições geográficas**. Está presente na caixa de ferramentas de “Processamento”, em **Geoalgoritmos > Ferramentas de Seleção Vetorial > extrair aleatoriamente** conforme Figura 109. Existe uma ferramenta similar no menu **Vetor > Investigar > Seleção aleatória**.

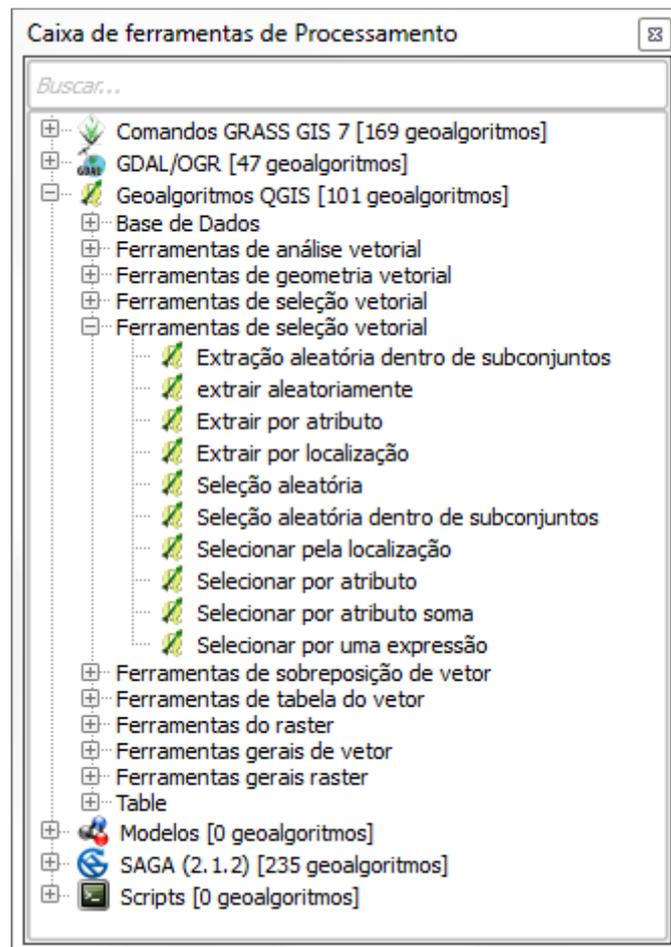


Figura 109. Caixa de ferramentas de processamento

O primeiro passo é escolher a camada em que serão selecionadas as feições geográficas aleatoriamente, apontando-a em “Camada de entrada”. Em seguida, seleciona-se o método: “Número de feições selecionadas” ou “Percentual de feições selecionadas”. No campo “Percentagem/Número de feições selecionadas” seguinte preencher com a quantidade ou percentual de feições geográficas desejada.

Por último deve-se selecionar “Salvar em arquivo” no campo “Extração (aleatória)”, conforme Figura 110. O resultado é mostrado na Figura 111.

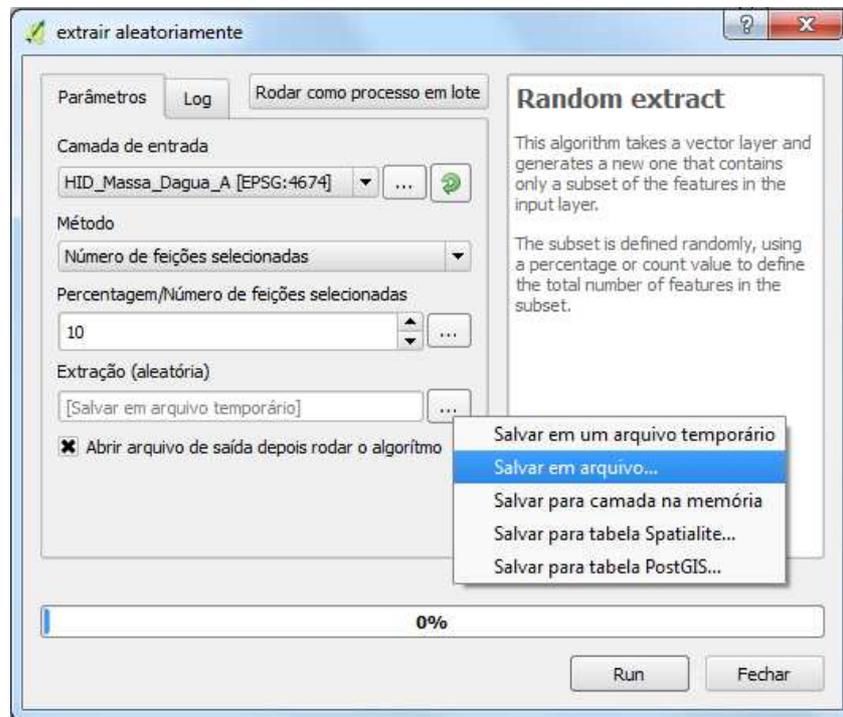


Figura 110. Caixa de diálogo para seleção aleatória de feições.

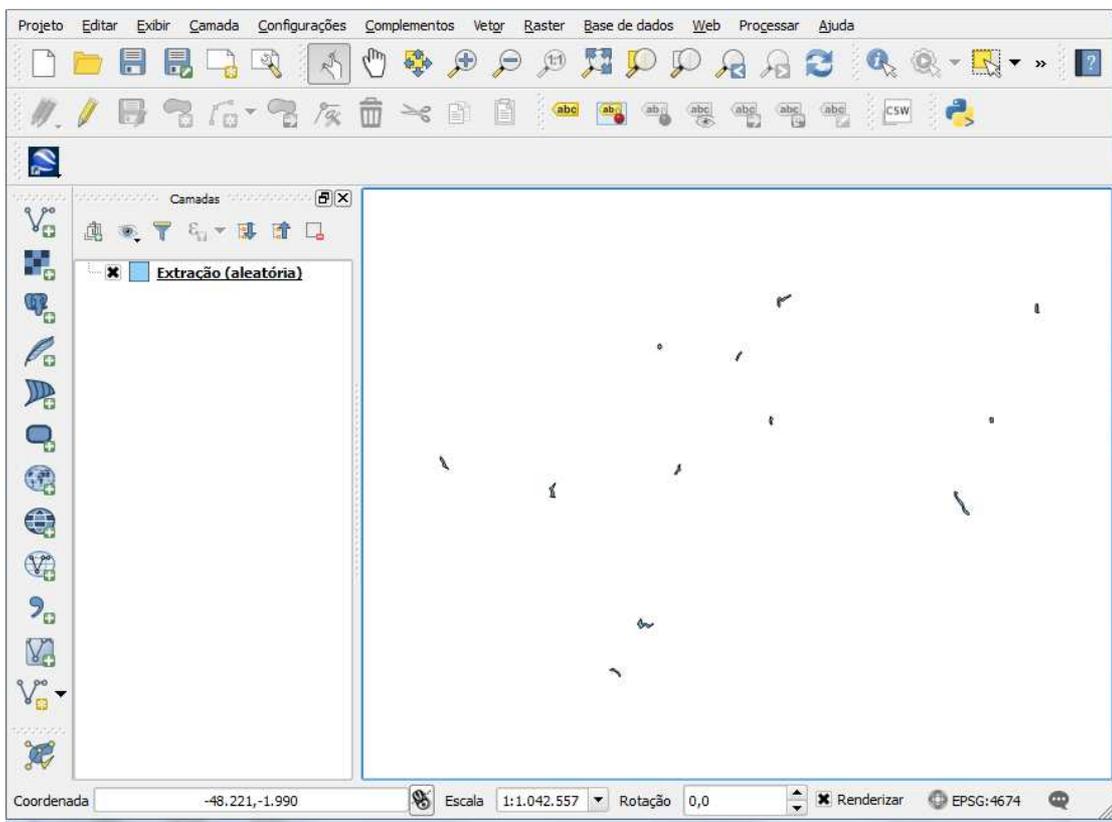


Figura 111. Resultado da função seleção aleatória de feições.

5.4 Junção de informações geoespaciais

É comum existir a necessidade de unir informações de origem distintas, mas correlacionadas, seja por atributos ou espacialmente. Nesta parte abordaremos dois tipos de junções de tabela: por atributo e espacial.

Inúmeras são as pesquisas e levantamentos de informações e de alguma forma estes dados são associados a um local, como o nome ou até mesmo um código. O QGIS permite a junção de tabelas, tanto por atributo através de códigos coincidentes quanto espacialmente.

5.4.1 Junção de tabelas por atributo

O SIDRA – Sistema IBGE de Recuperação Automática - disponibiliza os dados referentes aos Censos, dentre outras pesquisas do IBGE. Por meio do SIDRA é possível gerar distintas informações tabulares, das quais muitas podem ser associadas aos dados geoespaciais do IBGE, principalmente por meio do geocódigo das localidades.

Para espacializar informações estatísticas do SIDRA foi realizada uma consulta na Tabela 1378. Foi gerada informações tabulares referentes a população residente, segundo o sexo e situação do domicílio (rural e urbano), referente ao ano de 2010. Foi demandado unir estas informações com a delimitação municipal e somar o total da população por município. As etapas de junção por atributos são descritas a seguir:

1. Consultar o SIDRA e preparar os campos da tabela a ser carregada no QGIS. A Figura 112 mostra a Tabela 1378 sem tratamento. As orientações de consulta e exportação desta tabela a partir do SIDRA estão na seção **Dados geoespaciais utilizados.**

Microsoft Excel - Tabela1378_SIDRA_Populacao2010

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Ferramentas Dados Janela Ajuda

Arial 10 N I S

A1 Tabela 1378 - População residente, por situação do domicílio, sexo e idade, segundo a condição no domicílio e compartilhamento da responsabilidade

1	Tabela 1378 - População pelo domicílio					
2	Variável	População residente (Pessoas)				
3	Idade	Total				
4	Condição no domicílio	Total				
5	Ano	2010				
6	Município	Situação do domicílio		X Sexo		
7		Urbana		Rural		
8		Homens	Mulheres	Homens	Mulheres	
9	1100015	6970	7000	5686	4736	
10	1100023	38030	38495	7513	6315	
11	1100031	1339	1354	1927	1693	
12	1100049	30307	31614	8817	7836	
13	1100056	7152	7267	1399	1211	
14	1100064	6715	6942	2615	2319	
15	1100072	1306	1284	3405	2788	
16	1100080	3849	3648	3353	2828	
17	1100098	10273	10337	4333	3786	
18	1100106	17392	17815	3555	2894	
19	1100114	17171	17947	8834	8053	
20	1100122	51589	53269	6235	5517	
21	1100130	8267	7906	8269	6693	
22	1100148	4146	4234	6198	5296	
23	1100155	13541	14639	5157	4591	
24	1100189	14624	14793	2417	1988	
25	1100205	193768	196965	23850	13944	
26	1100254	6479	6824	4830	4186	
27	1100262	524	540	1243	1009	
28	1100288	20351	21078	4819	4400	
29	1100296	2243	2282	2353	2008	
30	1100304	35607	36611	2175	1809	
31	1100320	4229	4241	7099	6259	
32	1100338	6575	6492	5160	4319	
33	1100346	4389	4435	4289	3740	
34	1100379	1819	1838	4920	4239	
35	1100403	4152	4050	4870	4063	
36	1100452	9117	9005	7624	6637	

Tabela1378_SIDRA_Populacao2010

Pronto NÚM

Figura 112. Tabela 1378 do SIDRA sem tratamento em formato CSV

2. Preparar os campos da tabela antes de carregá-lo no QGIS. A Figura 113 mostra a Tabela 1378 editada.

The screenshot shows a spreadsheet titled "Tabela1378_SIDRA_Populacao2010_Editada.xls" in LibreOffice Calc. The spreadsheet contains data for 19 municipalities, with columns for "GEOCODIGO", "UrbMasc", "UrbFem", "RuralMasc", "RuralFem", and "Total". The data is as follows:

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	GEOCODIGO	UrbMasc	UrbFem	RuralMasc	RuralFem	Total		
2	1100015	6970	7000	5686	4736	24392		
3	1100023	38030	38495	7513	6315	90353		
4	1100031	1339	1354	1927	1693	6313		
5	1100049	30307	31614	8817	7836	78574		
6	1100056	7152	7267	1399	1211	17029		
7	1100064	6715	6942	2615	2319	18591		
8	1100072	1306	1284	3405	2788	8783		
9	1100080	3849	3648	3353	2828	13678		
10	1100098	10273	10337	4333	3786	28729		
11	1100106	17392	17815	3555	2894	41656		
12	1100114	17171	17947	8834	8053	52005		
13	1100122	51589	53269	6235	5517	116610		
14	1100130	8267	7906	8269	6693	31135		
15	1100148	4146	4234	6198	5296	19874		
16	1100155	13541	14639	5157	4591	37928		
17	1100189	14624	14793	2417	1988	33822		
18	1100205	193768	196965	23850	13944	428527		
19	1100254	6479	6824	4820	4186	22219		

Figura 113. Tabela 1378 do SIDRA editada em formato XLS

3. Carregar a tabela tratada no QGIS e os limites municipais da BCIM, presentes no shapefile "LIM_Municipio_A".

Em "Propriedades da camada" "LIM_Municipio_A", selecione a aba "Uniões" e realize a junção da delimitação municipal com os dados tabulares, da população de 2010, através do campo "geocódigo", conforme a Figura 114.

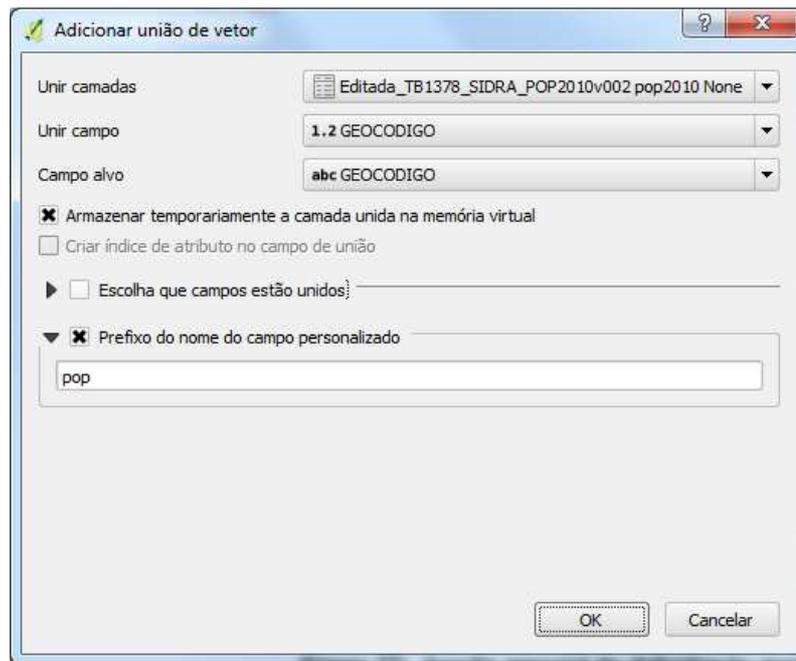


Figura 114. Junção espacial da delimitação municipal com dados tabulares

Salve a camada "LIM_Municipio_A", já com a junção dos dados tabulares, como "LIM_Municipio_2010.shp".

Para calcular o total da população rural e urbana realize as seguintes etapas:

1. Abra a tabela de atributos da camada "LIM_Municipio_2010.shp".
2. Inicie a edição da camada
3. Clique sobre a "**Calculadora de campo**", crie um novo campo denominado "Total", do tipo inteiro, e insira a seguinte expressão:
"popUrbMasc" + "popUrbFem" + "popRuralMa" + "popRuralFe"

Pode haver alteração no estilo de aspas usado de acordo com a versão do QGIS utilizada. A expressão acima funciona apenas com aspas simples (' ') no QGIS 2.14; em outras versões, é possível utilizar aspas duplas (" ").

Para construir o mapa temático, selecione: **Propriedades da camada** > **Estilo**, conforme a Figura 115. Após alterar o tipo de estilo para "Graduado", selecione a coluna referente à população total e classifique os valores deste conjunto de dados. O resultado do mapa temático é exibido na Figura 116. Salve o projeto como "**JuncaoPorAtributo.qgs**".

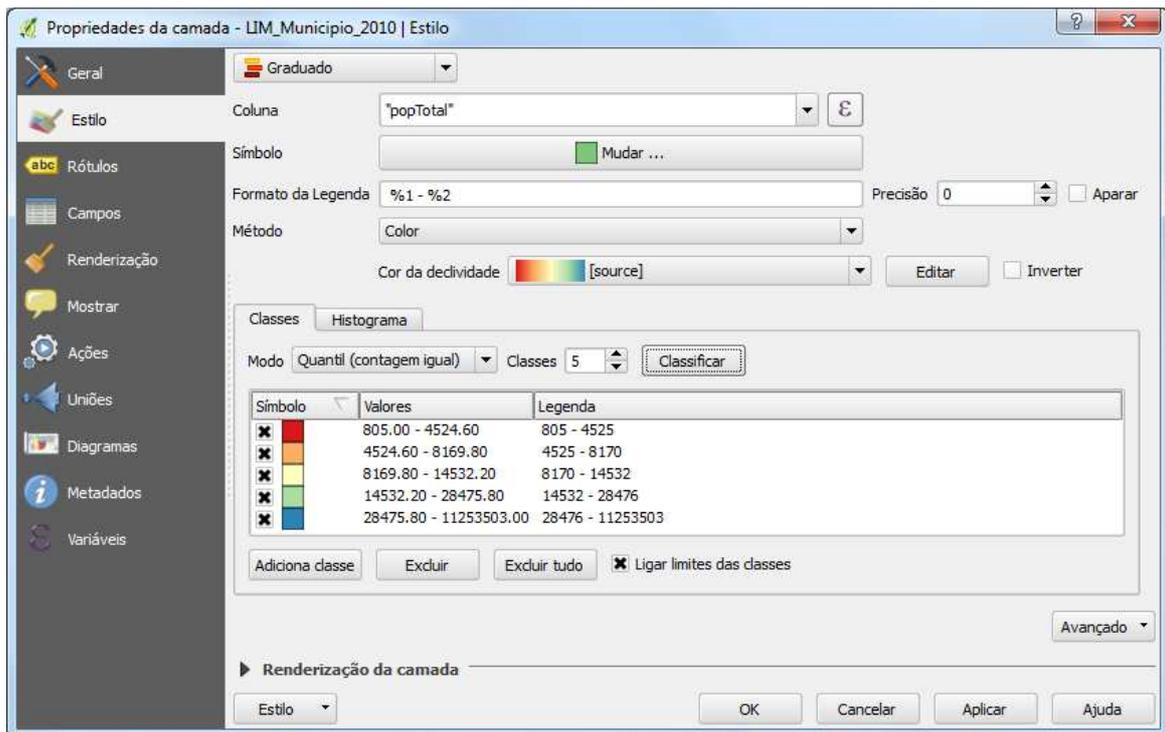


Figura 115. Propriedades da camada (simbologia categorizada)

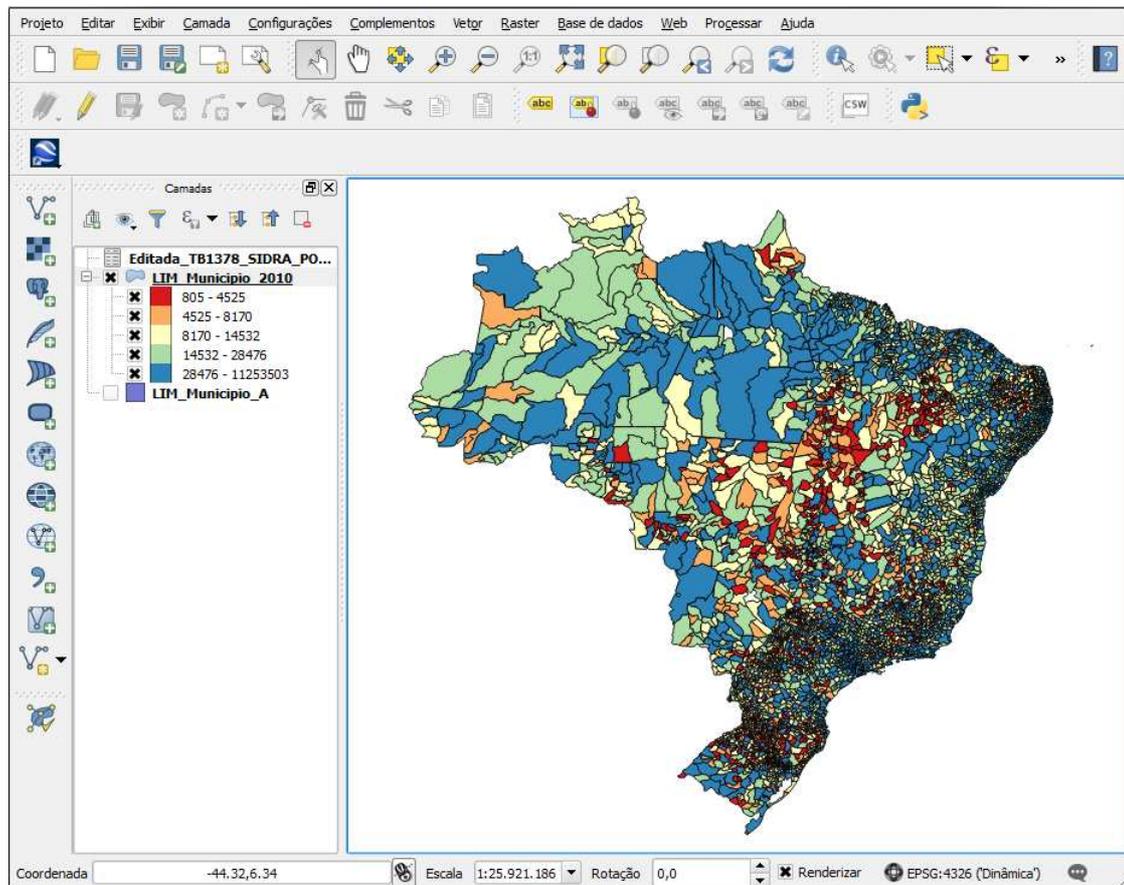


Figura 116. Resultado da junção por atributos

5.4.2 Junção espacial (*Join Spatial*)

Através do ambiente SIG é possível associar espacialmente os atributos de duas camadas, mesmo que em suas tabelas de atributo não exista um código que ligue as duas tabelas.

Para realizar o próximo exemplo serão gerados pontos aleatórios dentro do limite político administrativo das Unidades da Federação. Estes pontos, a princípio sem atributos, receberão os atributos do município com a população de 2010, gerados no **Exercício**, o shapefile foi denominado de **“LIM_Município_2010.shp”**

As seguintes etapas devem ser realizadas:

1. Carregar as camadas necessárias: **“LIM_Unidade_Federacao_A”** e **“LIM_Município_2010”**
2. Gerar 1 (um) ponto aleatório para cada Unidade da Federação, através da função **“Pontos aleatórios”**, presente no menu **Vetor > Investigar**, salve o shapefile como **“PontosAleatorios.shp”**, conforme a Figura 117.

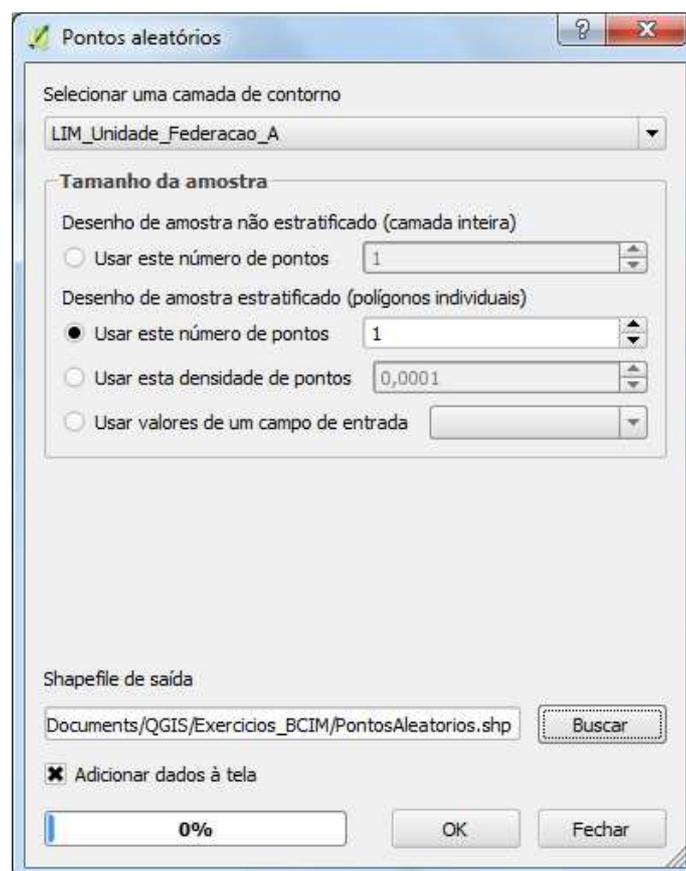


Figura 117. Gerando pontos aleatórios

Selecione: **Vetor > Gerenciar dados > Unir atributos pela posição**, salvar o shapefile de saída como **"PontosAleatoriosComAtributos.shp"**, conforme a Figura 118.

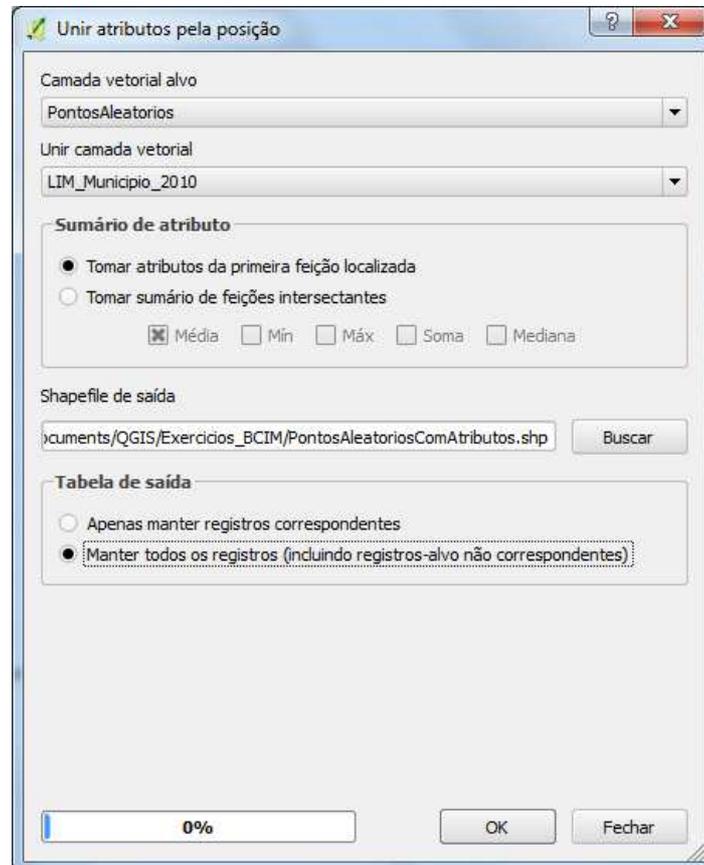


Figura 118. Junção espacial de atributos aos pontos aleatórios

Observe a tabela de atributos da camada **"PontosAleatoriosComAtributos.shp"** e identifique os municípios selecionados na amostragem aleatória simples, conforme a Figura 119. Salve o projeto como **"JuncaoEspacial.qgs"**

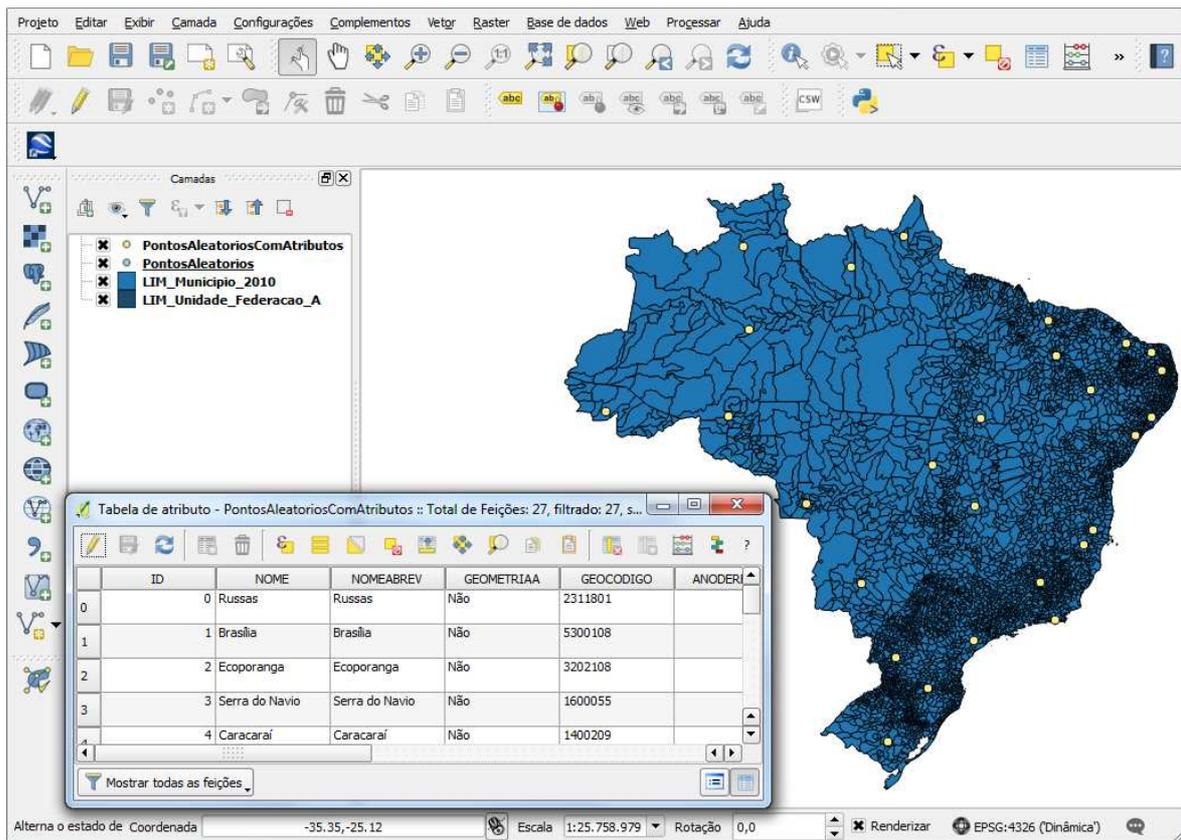


Figura 119. Resultado da junção espacial de atributos

6 Edição de feições geográficas

Por meio das ferramentas de edição de um ambiente SIG é possível realizar a vetorização de feições geográficas identificadas na realidade e representá-las em geometrias primitivas do tipo ponto, linha e área.

6.1 Criando um novo shapefile

No menu **Camada > Criar Nova Camada** é possível abrir a caixa de diálogo para criação de uma “nova camada vetorial”, no formato shapefile.

Em **tipo geometria** é possível definir o tipo de geometria desejada: **ponto**, **linha** ou **polígono**, o sistema de coordenadas e o referencial geodésico; e a codificação dos caracteres. Em “novo atributo” definir e adicionar os campos a serem associados a geometria. Os tipos de atributos possíveis são: **texto**, **número inteiro** e **número decimal**. Em **lista de atributos** são exibidos os atributos criados, conforme Figura 120.

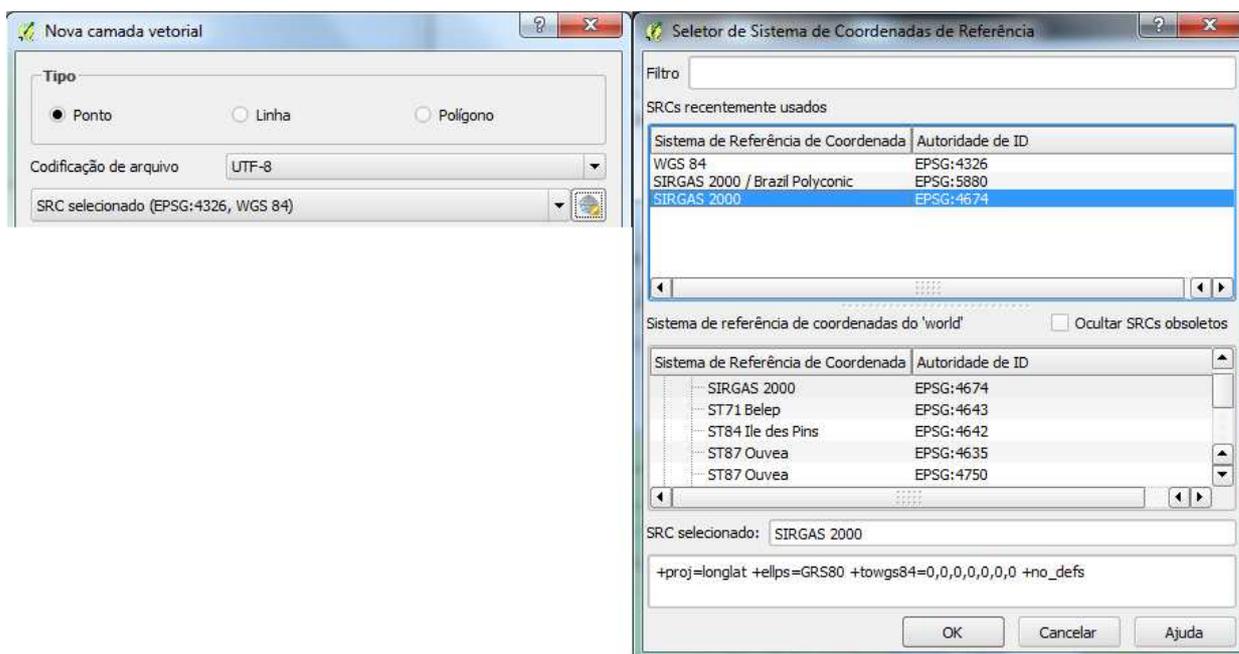


Figura 120. Definindo a geometria e o sistema de coordenadas de referência

Em “novo atributo” são exibidos os atributos adicionados que estão associados a geometria criada, conforme a Figura 121.

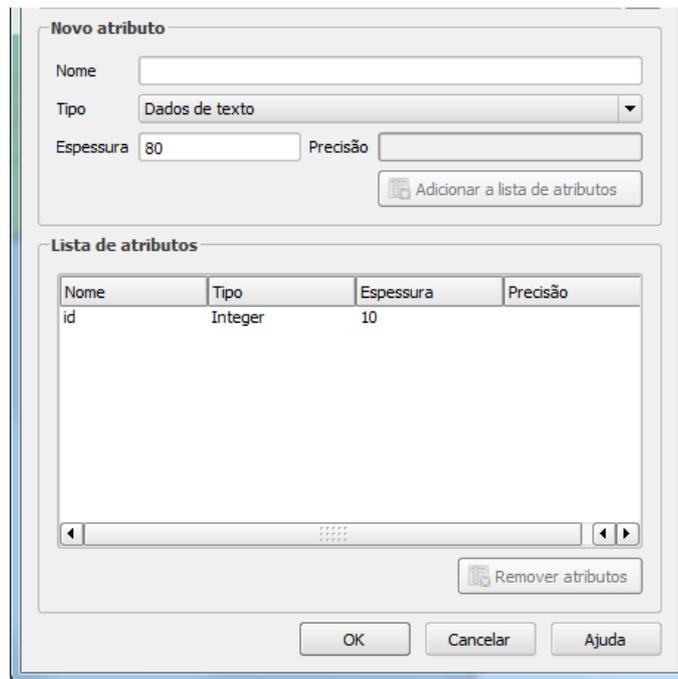


Figura 121. Atributos adicionados ao novo shapefile

Na caixa de diálogo “Nova camada vetorial”, clique no botão “OK” em seguida “Salvar como” para criar o novo shapefile segundo as características definidas pelo usuário.

Criação de camadas e uso das ferramentas de edição

Criação de geometrias tipo **ponto, linha e área**:

1. Verificar opções de aderência (*snap*) em **Configurações > Opções de Aderência**.
2. Iniciar seção de edição através do ícone “Iniciar edição” (Figura 122)



Figura 122. Ferramenta para iniciar e terminar a seção de edição

3. Utilizar ferramentas de edição básicas e avançadas.

As **ferramentas de edição básicas** são mostradas na Figura 123.

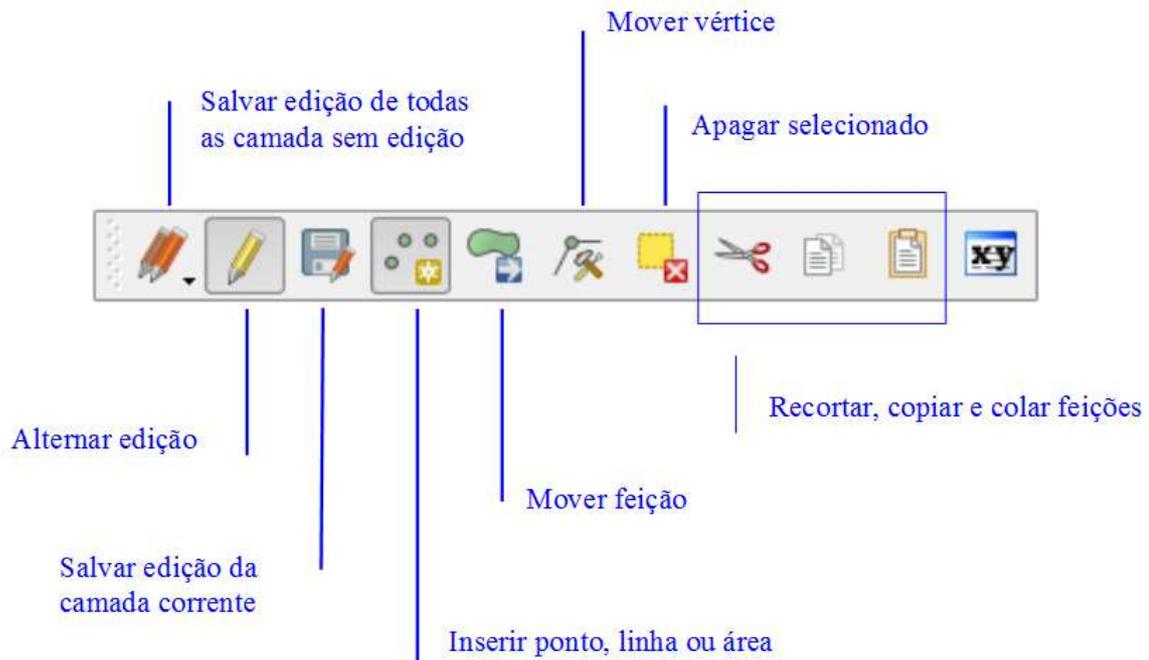


Figura 123. Ferramentas de edição básicas de vetores

As ferramentas de **ferramentas de edição avançadas** são mostradas na Figura 124.

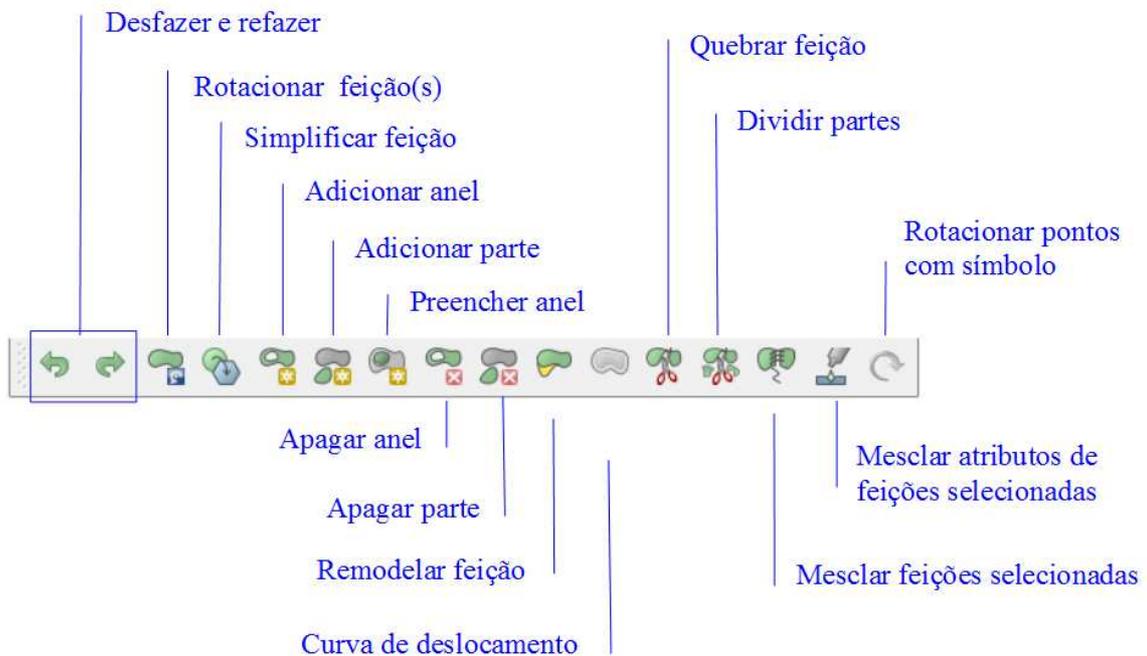


Figura 124. Ferramentas de edições avançadas de vetores

6.1.1 Criando camadas com geometria: ponto, linha e área

Crie um novo projeto no Quantum GIS. Selecione: **Projeto > Novo**. Crie três arquivos shapefiles, sendo um para cada geometria, conforme a Figura 125.

1º Geometria Tipo Ponto	2º Geometria Tipo Linha
Nome: PONTO	Nome: LINHAS
SRC: SIRGAS2000	SRC: SIRGAS2000
Atributos: Nome (tipo: texto)	Atributos: Nome (tipo: texto) Extensão (tipo: numero decimal)

3º Geometria Tipo Polígono
Nome: AREA
SRC: SIRGAS2000
Atributos: Nome (tipo: texto) Extensão (tipo: numero decimal)

Figura 125. Criar shapefiles segundo as três geometrias primitivas

A Figura 126 mostra o projeto QGIS com as 3 (três) camadas criadas: ponto, linha e área.

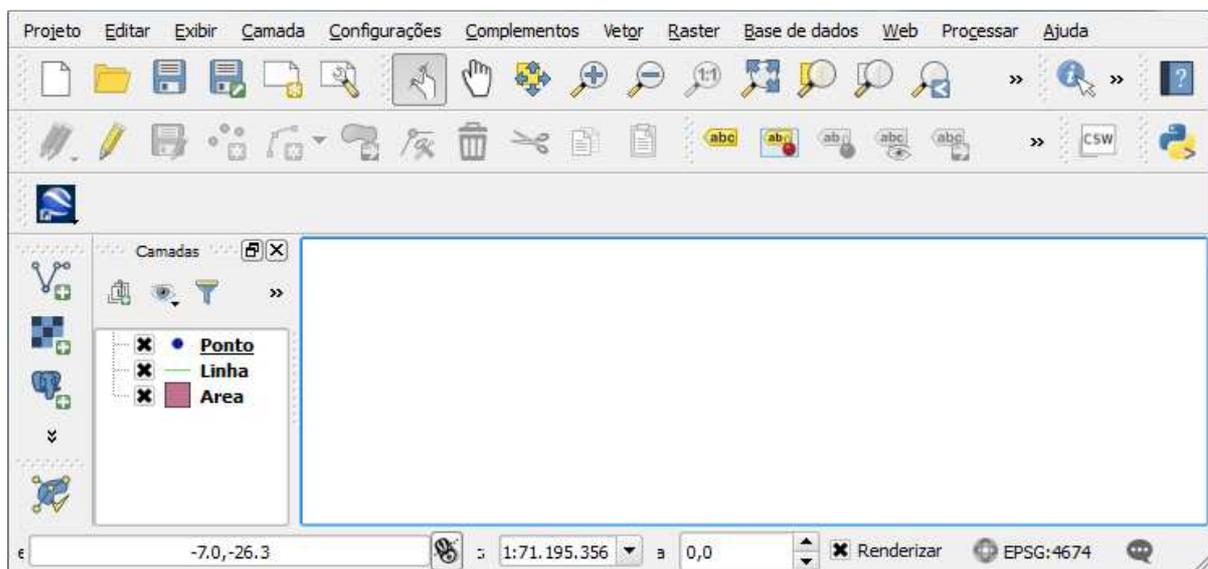


Figura 126. Shapefiles criados e adicionados ao projeto QGIS

6.1.2 Editando dados geoespaciais

Editando feições geográficas representadas por pontos

Crie um novo projeto: **Projeto > Novo Projeto**.

1. Carregue os shapefiles **Ponto, Linha e Área** do exercício anterior.
2. Carregue a camada "**LIM_Unidade_Federacao_A**".
3. Torne a camada Pontos como ativa, selecione: **Iniciar edição** (Figura 127)



Figura 127. Iniciar a seção de edição de pontos

4. Criar cinco pontos dentro da área do Brasil, selecione: **Adicionar feição** (Figura 128).



Figura 128. Adicionar feições pontuais

A Figura 129 ilustra a criação de pontos.

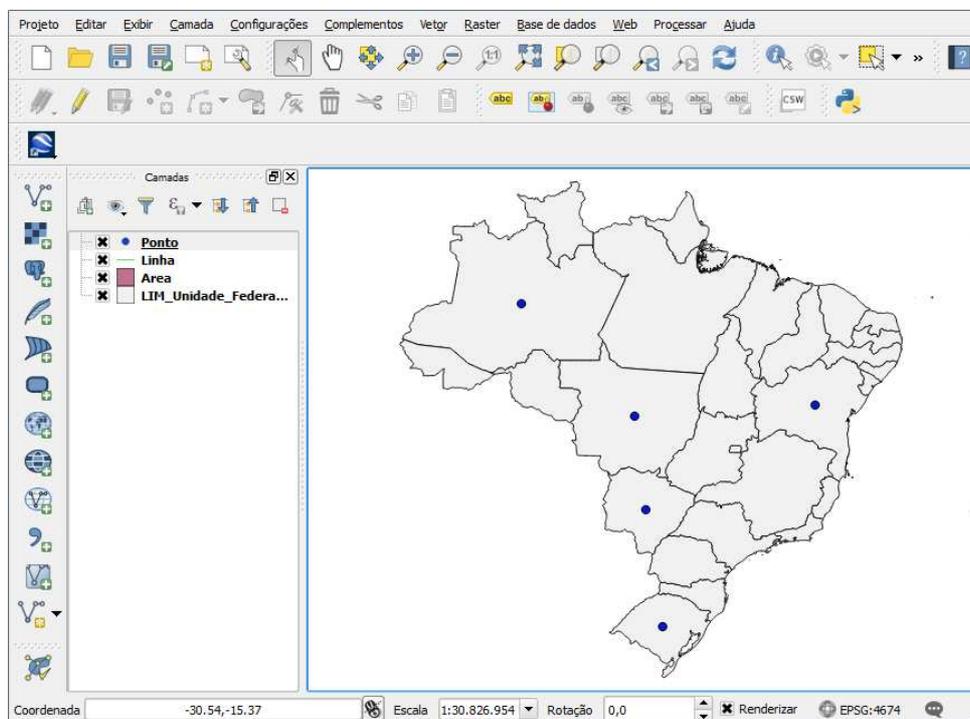


Figura 129. Criando e editando dados pontuais

Nomear os pontos como A, B, C, D e E. No final, clique em **Parar a Edição > Gravar** (Figura 130) para confirmar as alterações.



Figura 130. Encerrar a seção de edição de pontos

Editando feições geográficas representadas por linhas

Torne a camada **Linha** como ativa e selecione **Iniciar a Edição** (Figura 131).



Figura 131. Iniciar a seção de edição de linhas

Criar uma linha conectando os cinco pontos anteriores, através do comando “Adicionar Feição” (Figura 132).



Figura 132. Adicionar feições lineares

O QGIS oferece uma ferramenta para aderência entre as camadas. Antes de iniciar a vetorização da linha, para conectar (*snap*) os vértices da linha aos pontos criados, é necessário definir as “opções de aproximação” ambiente QGIS. Para isto selecione: **Configurações > Opções de Aderência**, conforme Figura 133.

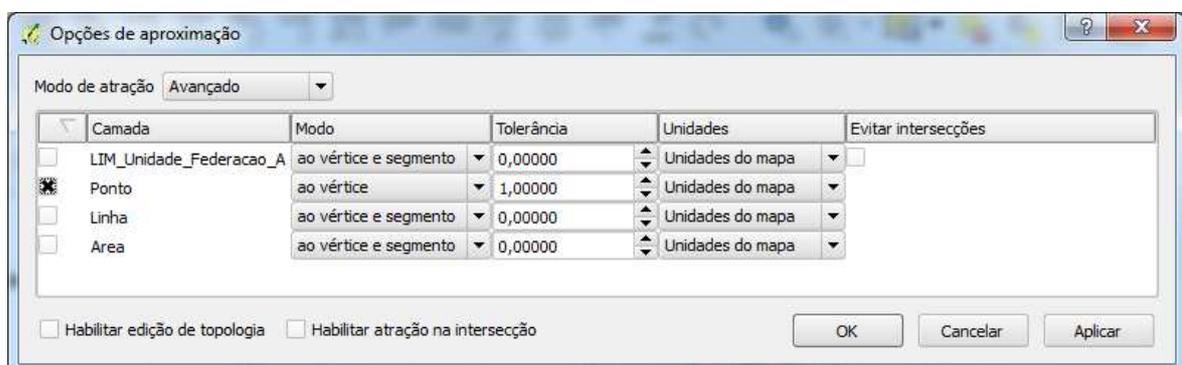


Figura 133. Opções de aproximação ou aderência entre as camadas

O modo de aproximação **ao vértice**, com tolerância de 1 (uma) unidade do mapa, ou seja, 1º (grau) que equivale a aproximadamente 111 km. As opções **habilitar edição de topologia** e **habilitar atração na intersecção** são específicas para geometria tipo área, para otimizar a vetorização das mesmas. Recomenda-se utilizar unidades de tela (pixel).

A Figura 134 ilustra o resultado da edição de linhas a partir das camadas pontuais existentes.

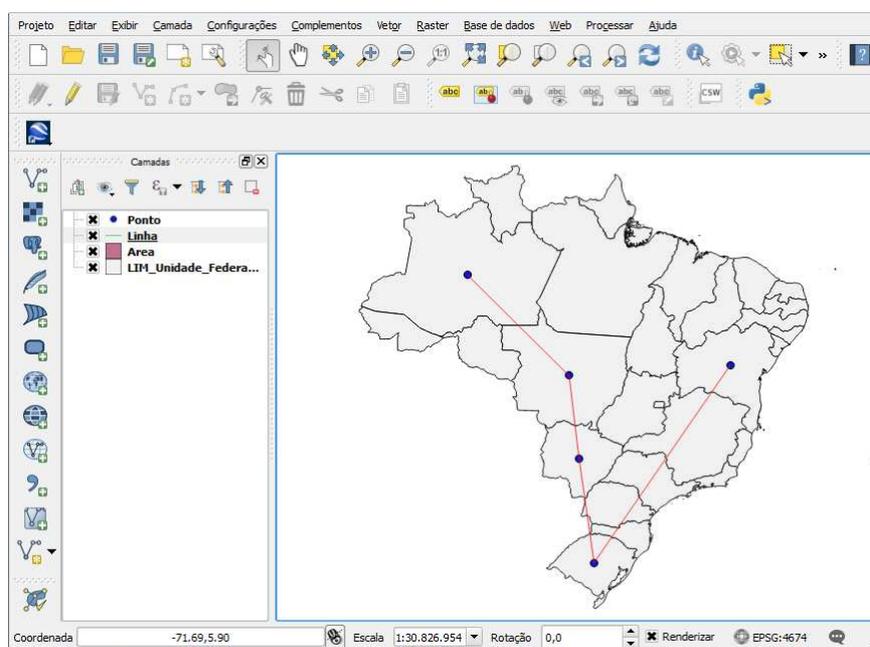


Figura 134. Criando e editando linhas

Nomear a linha como Linha A. No final, clique em **Parar a Edição > Gravar** para confirmar as alterações.

Editando feições geográficas representadas por áreas

Para editar polígonos torne a camada "Área" como ativa, selecione para **Iniciar a Edição**. Criar 1 (uma) área conectando os 5 (cinco) pontos anteriores, selecione para "Adicionar feição".

As opções de aproximação continuam ativas. A partir do ponto A até o ponto E, nomear como "Polígono A". No final, clique em **Parar a Edição > Gravar** para confirmar as alterações. A Figura 135 ilustra o resultado da edição de áreas baseada nos pontos e linhas existentes.

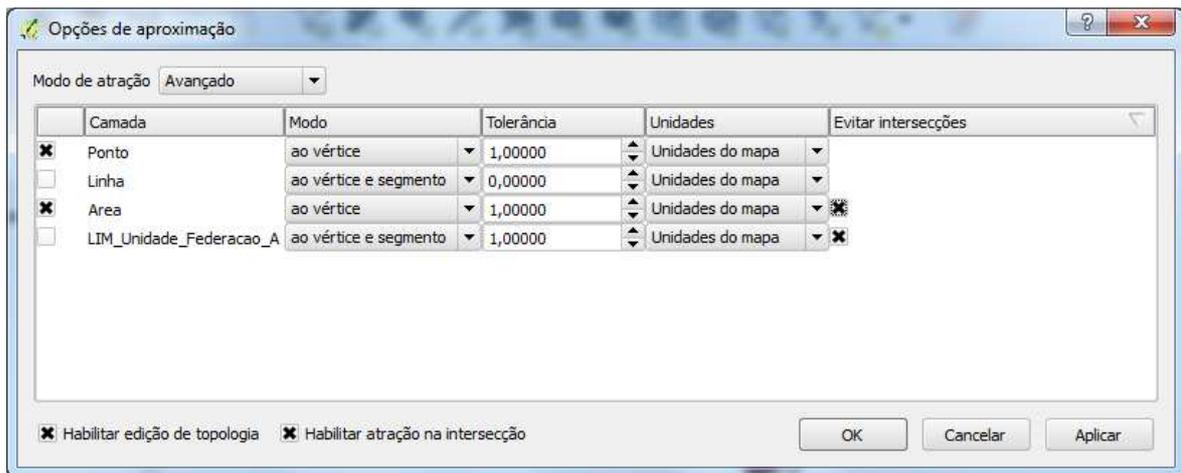


Figura 138. Opções de aproximação ou aderência entre ponto e área

6.1.4 Vetorização de feições geográficas

Vetorizar feições geográficas de transporte, hidrografia e/ou vegetação identificadas em 3 (três) áreas aleatórias, dentro do Estado ou País de interesse. Esta área de interesse deve possuir um círculo de 4cm na escala do projeto de trabalho.

1. Gerar 3 (três) pontos aleatórios por meio da ferramenta **Vetor > Investigar > Pontos aleatórios**, dentro da área de interesse.
2. Gerar uma área de abrangência (*buffer*) de aproximadamente 4cm na escala do projeto. Por exemplo: $D = 4 \times 10^{-2} \text{ m} \times 1000000 = 4\text{km}$.
3. Criar shapefiles para as feições identificadas de transporte, hidrografia e/ou vegetação, com as geometria e atributos desejados.

6.2 Validação Topológica

No QGIS é possível identificar determinadas inconsistências topológicas no conjunto de dados. As regras podem ser construídas e armazenadas no projeto e executadas quando necessário.

Através do menu Complementos, deve-se habilitar o *plugin* "Verificador de Topologia". Esta funcionalidade estará então disponível no menu **Vetor > Verificador de Topologia** ou por meio do ícone ilustrado na Figura 139. A Figura 140 mostra a caixa de diálogo da ferramenta Verificador de topologia do QGIS.



Figura 139. Verificador de topologia

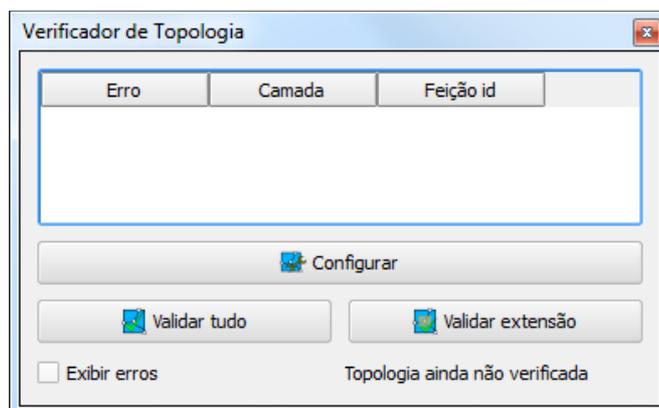


Figura 140. Verificador de topologia

Regras topológicas disponíveis no “Verificador de topologia” segundo a geometria do elemento:

- Geometria primitiva tipo ponto:
“tem de estar coberto por”, “devem ser cobertos pelos os pontos finais do”, “deve estar dentro”, “não devem ter duplicados”, “não devem ter geometrias inválidas”, “não devem ter geometrias multiparte”;
- Geometria primitiva tipo linha:
“os pontos finais devem estar cobertos por”, “não devem ter *dangles*”, “não devem ter duplicados”, “não devem ter geometrias inválidas”, “não devem ter geometrias multiparte”, “não devem ter pseudos”;
- Geometria primitiva tipo área:
“deve conter”, “não devem ter duplicados”, “não devem ter lacunas”, “não devem ter geometrias inválidas”, “não devem ter geometrias multiparte”, “não devem sobrepor”, “não deve sobrepor com”.

Nota:

- As regras em azul são comuns a todas as geometrias e executadas apenas na própria classe;
- As regras em vermelho são executadas entre classes distintas;

- As regras em preto são executadas apenas na mesma classe.

Por exemplo: verificar as seguintes regras topológicas do conjunto de dados presentes na pasta **“ValidacaoTopologica”**. Carregar as classes de hidrografia: massa d’água e trecho de drenagem (linha). Verificar as seguintes inconsistências topológicas:

- Classe massa d’água (área)
 - “não devem ter duplicados”, “não devem ter geometrias inválidas”, “não devem sobrepor”;
- Classe trecho de drenagem (linha)
 - “não devem ter duplicados”, “não devem ter geometrias inválidas”, “não devem ter geometrias inválidas multiparte”, “não devem ter pseudos”.

Resultado da validação topológica: 29606 possíveis inconsistências, conforme Figura 141.

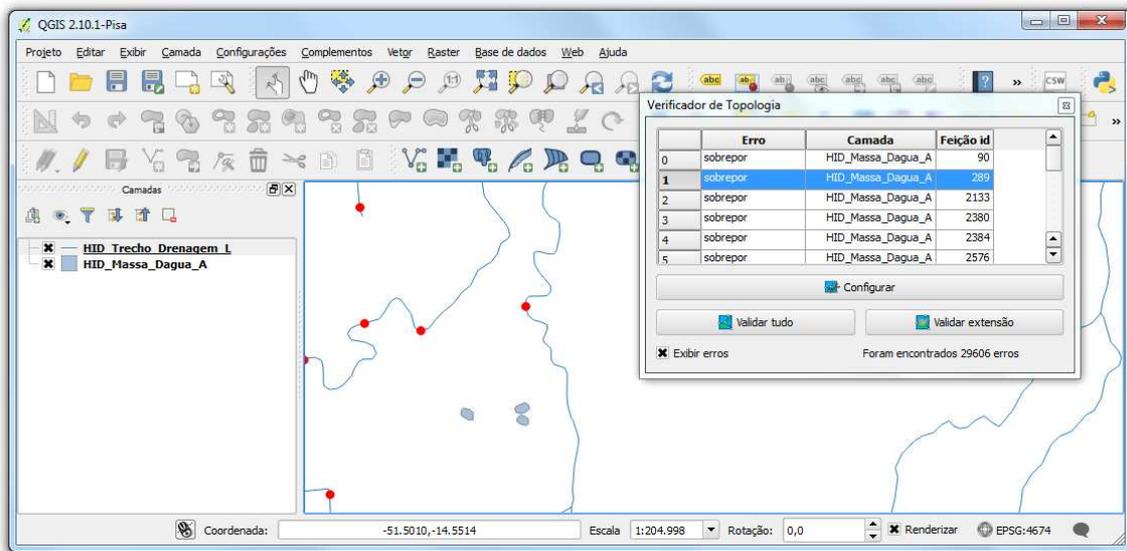


Figura 141. Validação topológica identificadas no QGIS

Salve o projeto como **“ValidacaoTopologica.qgs”**.

7 Impressão de mapas: elaboração de cartogramas

Para que um mapa ou cartograma possa ser compreendido e localizado, recomenda-se o uso de cinco elementos básicos: título, escala, legenda, referencial cartográfico e geodésico.

Neste capítulo são utilizados os dados geoespaciais da BCIM - Base Cartográfica Contínua do Brasil, ao milionésimo, na escala 1:1.000.000, descrita no capítulo de Acesso e uso de dados geoespaciais.

A seguir são apresentadas as funções oferecidas pelo QGIS para a elaboração de mapas editorados para impressão.

7.1 Apresentação do compositor de impressão do QGIS

O QGIS se utiliza de um “Compositor de Impressão” para a criação de mapas ou cartogramas e a posterior impressão destes.

Selecione: **Projeto > Novo Compositor de Impressão**, e escolha um título para o compositor de impressão, conforme Figura 142. O ambiente de trabalho, ilustrado na Figura 143 é aberto. Para cada projeto do QGIS é possível criar diferentes ambientes de composição de impressão. A Figura 144 mostra as ferramentas e opções disponíveis no compositor de impressão. Para iniciar qualquer composição, selecione “Adicionar Mapa” e desenhe/arraste o tamanho de mapa que deseja incluir no compositor

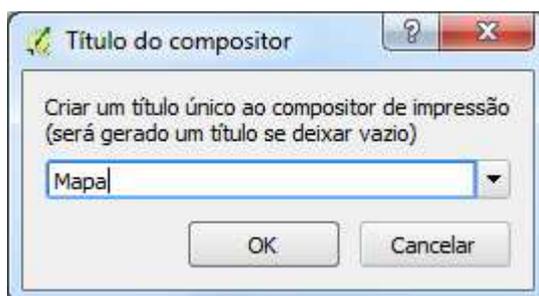


Figura 142. Título do compositor de impressão

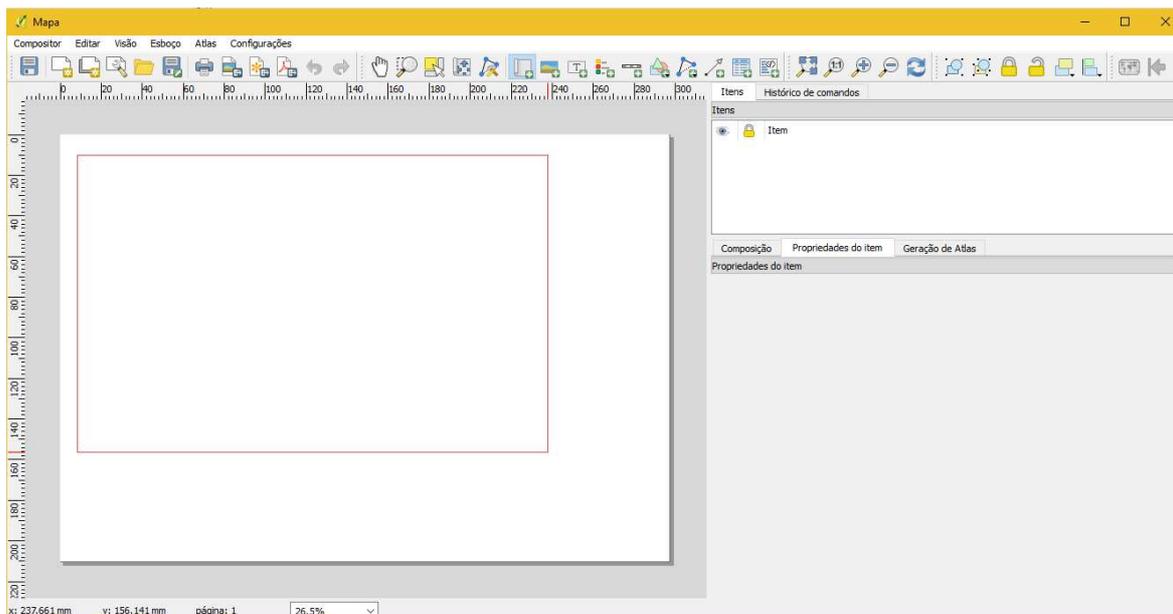


Figura 143. Ambiente do “compositor de impressão” e suas funcionalidades

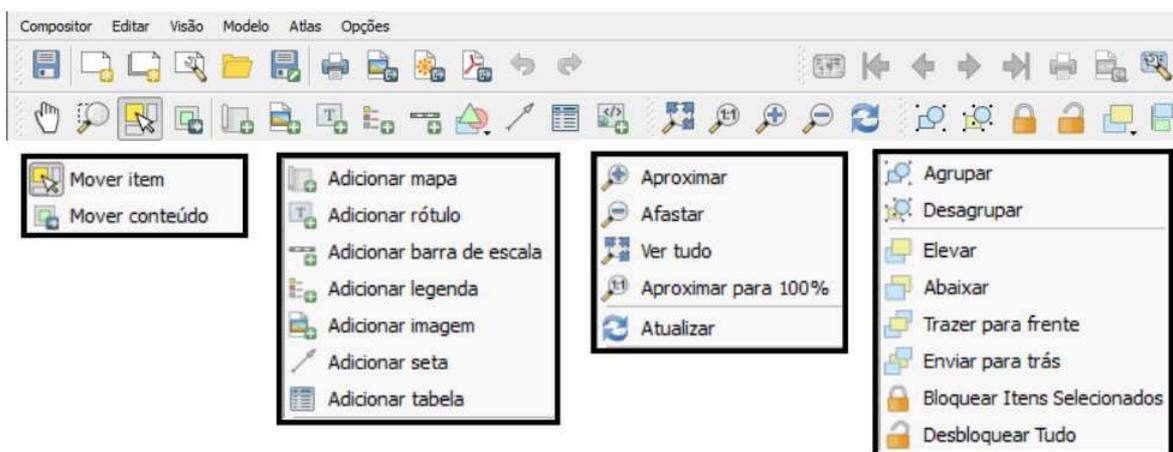


Figura 144. Menu e ferramentas principais do compositor de impressão.

7.1.1 Escala gráfica

Para adicionar a escala gráfica ao mapa a ser impresso, deve-se utilizar o ícone de “Adicionar Barra de Escala”, conforme ilustra a Figura 145, posicionado na barra de tarefas à esquerda no Compositor de Impressão.



Figura 145. Ícone para adicionar a escala gráfica

Após a adição da escala, pode-se personalizá-la no menu de “Propriedades do Item”, à direita no Compositor.

A vantagem da escala gráfica é que ela mantém a proporção das medidas, tanto na ampliação, quanto na redução do cartograma elaborado. O usuário pode desejar colocar o cartograma num relatório técnico ou trabalho acadêmico ou realizar uma impressão num papel maior.

7.1.2 Grade de coordenadas

Para adicionar a grade de coordenadas ao mapa a ser impresso, deve-se utilizar a seção de “Propriedades do Item”, conforme Figura 146, localizada à direita no ambiente de trabalho do compositor de impressão.

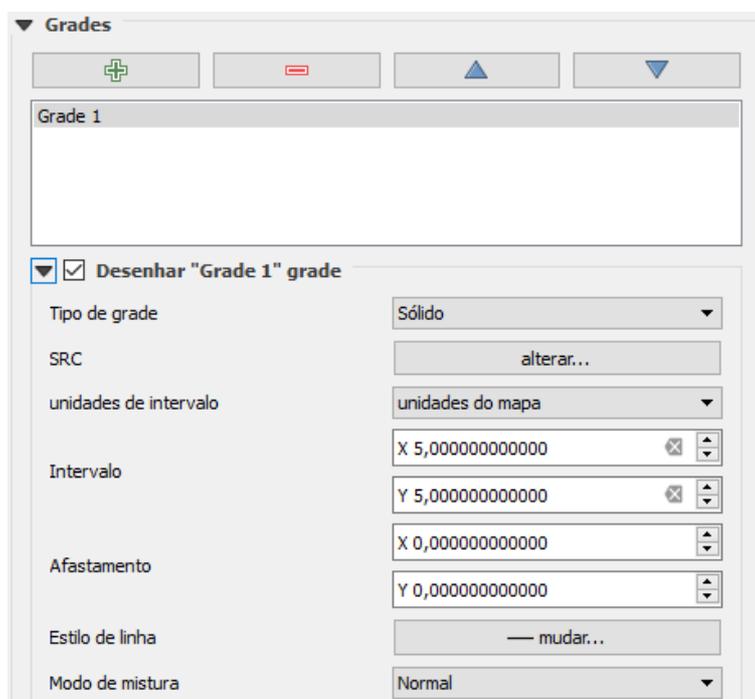


Figura 146. Adição de grades de coordenadas ao mapa

Ao selecionar o mapa em que será incluída a grade, deve-se gerar uma nova grade, através do ícone de “+”. Após isso, deve-se escolher a unidade de intervalo para o mapa e os intervalos horizontal (Intervalo X) e vertical (Intervalo Y). Recomenda-se que o cartograma apresente no mínimo duas linhas de grade, tanto vertical, quanto horizontal. O intervalo depende da área de abrangência de interesse do usuário.

7.1.3 Legenda

Para adicionar a legenda ao mapa a ser impresso, deve-se utilizar o ícone de “Adicionar nova Legenda”, mostrado na Figura 147, posicionado na barra de tarefas à esquerda no Compositor de Impressão. Recomenda-se que apenas as camadas presentes nos cartogramas estejam presentes na legenda.



Figura 147. Ícone para adicionar a legenda

Do mesmo modo, pode-se personalizar a legenda através do menu “Propriedades do Item” localizado à direita no compositor.

7.2 Elaboração de cartogramas

Por exemplo: elaborar um mapa do Estado do Rio de Janeiro, na escala 1:1.500.000, com as camadas, referenciais geodésico e cartográfico citados abaixo:

Elementos cartográficos da BCIM:

- Limite político administrativo UF (LIM_Unidade_Federacao_A)
- Massa d’água (HID_Massa_Dagua_A)
- Trecho de drenagem (HID_Trecho_Drenagem_L)

Referencial cartográfico:

- Projeção: Policônica
- Meridiano de referência: 51° 30’W.Gr.(-51.5)
- Paralelo de referência: 24° 45’S (-24.75)

Referencial geodésico:

- Datum horizontal: SIRGAS 2000
- Datum vertical: Imbituba

Para transformar a visualização dos dados num sistema de coordenadas projetado, selecione Projeto > Propriedades do Projeto. Os parâmetros da projeção são: Policônica Brasil; Meridiano Central: -51.5; Paralelo de referência:

-24.75; referencial geodésico SIRGAS 2000 e a unidade de medida em metros, conforme mostra a Figura 148.

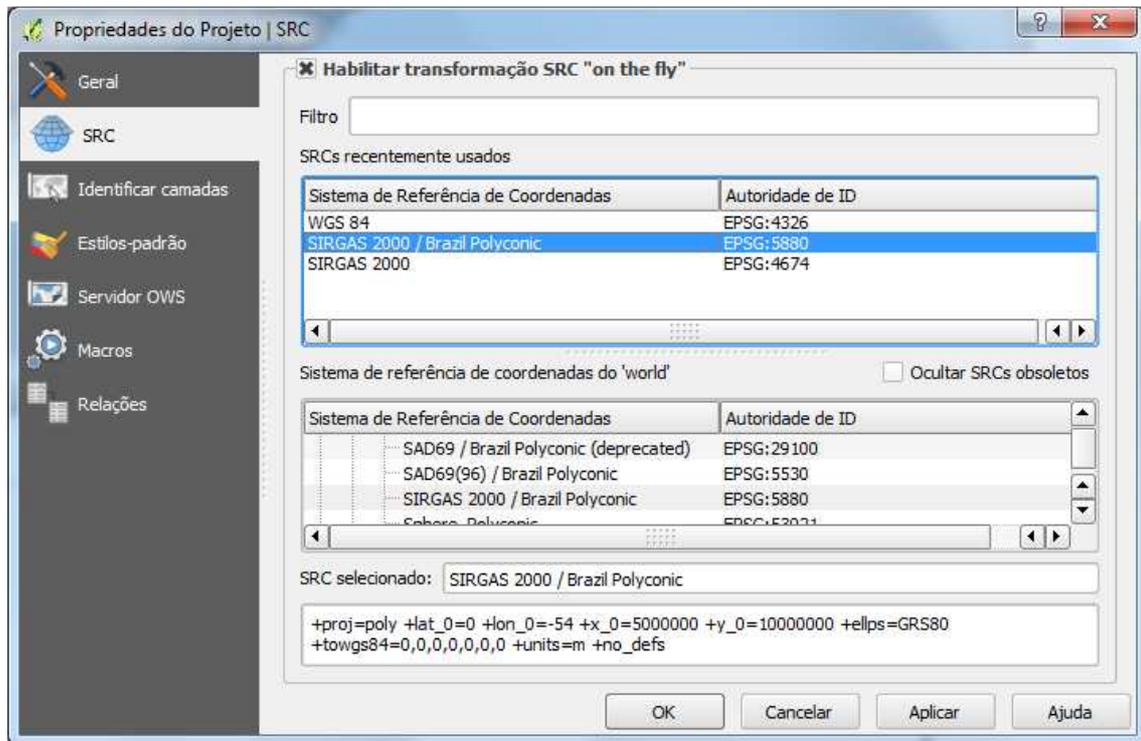


Figura 148. Definindo o sistema de coordenadas do projeto QGIS

Para cada item selecionado, como mapa, legenda, escala, texto ou imagem, os parâmetros da caixa de propriedades do item serão alterados, conforme mostra a Figura 149.

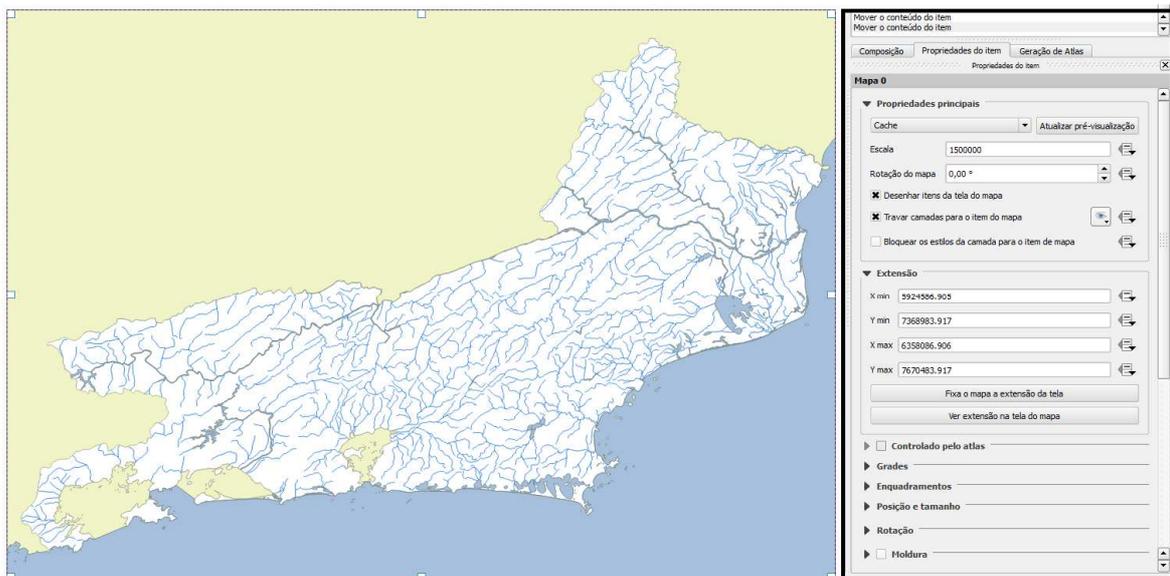


Figura 149. Guia de opções do item adicionado e selecionando

Para uma melhor apresentação utilize a simbologia “Polígono Invertido”, presente no item “Estilo” das propriedades da camada.

Para uma melhor apresentação do conteúdo do mapa, utilize a simbologia “Polígono Invertido”, presente no item “Estilo” das propriedades da camada, sobre a classe “LIM_Unidade_Federação_A”, conforme Figura 150.

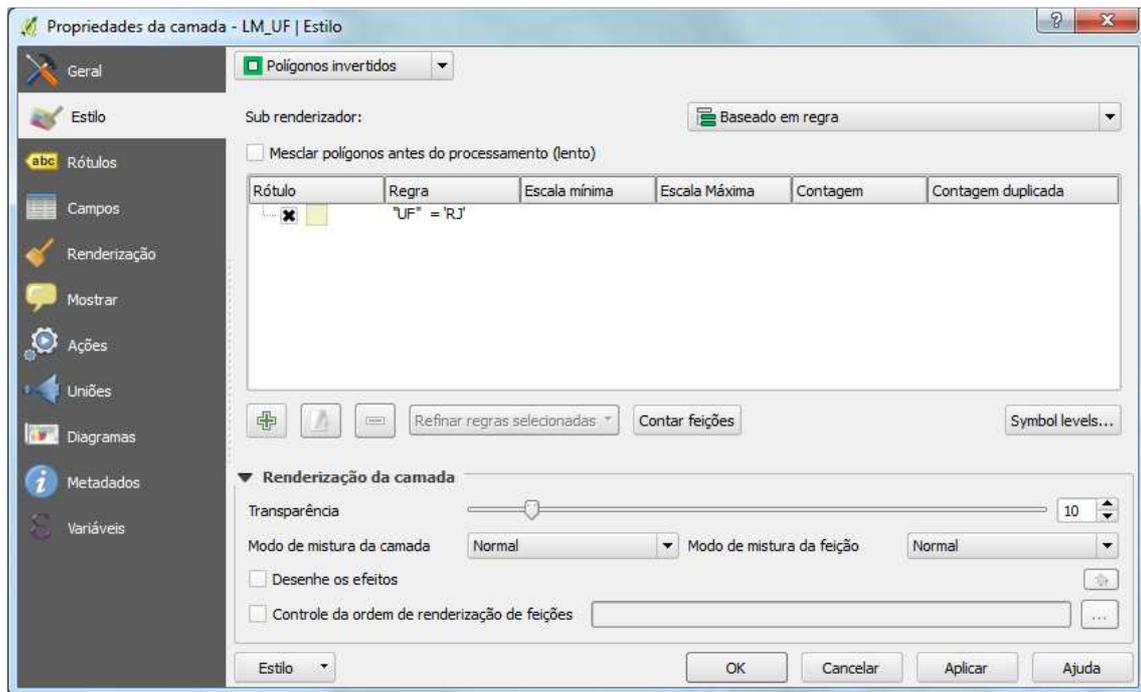


Figura 150. Melhorando a apresentação do mapa

Outras informações textuais podem ser incorporadas ao mapa impresso, conforme ilustra a Figura 151.

Projeção Policônica
Datum Horizontal: SIRGAS 2000
Datum Vertical: Imbituba
Meridiano de referência: 51° 30' W. Gr.
Paralelo de Referência: -24° 45' S.
2014

Diretoria de Geociências

O IBGE agradece a gentileza de comunicação de eventuais falhas verificadas neste mapa, através do telefone 0800-7228181, ou por e-mail ibge@ibge.gov.br.
Direitos de Reprodução Reservados

© IBGE

Figura 151. Informações textuais do cartograma

Para inserir o símbolo de copyright no QGIS digite a expressão “© IBGE” e marque a opção “Renderizar como HTML”.

É possível imprimir ou exportar um mapa elaborado para diversos formatos (pdf, jpg, svg, etc.), conforme Figura 152. O resultado é ilustrado na Figura 153.

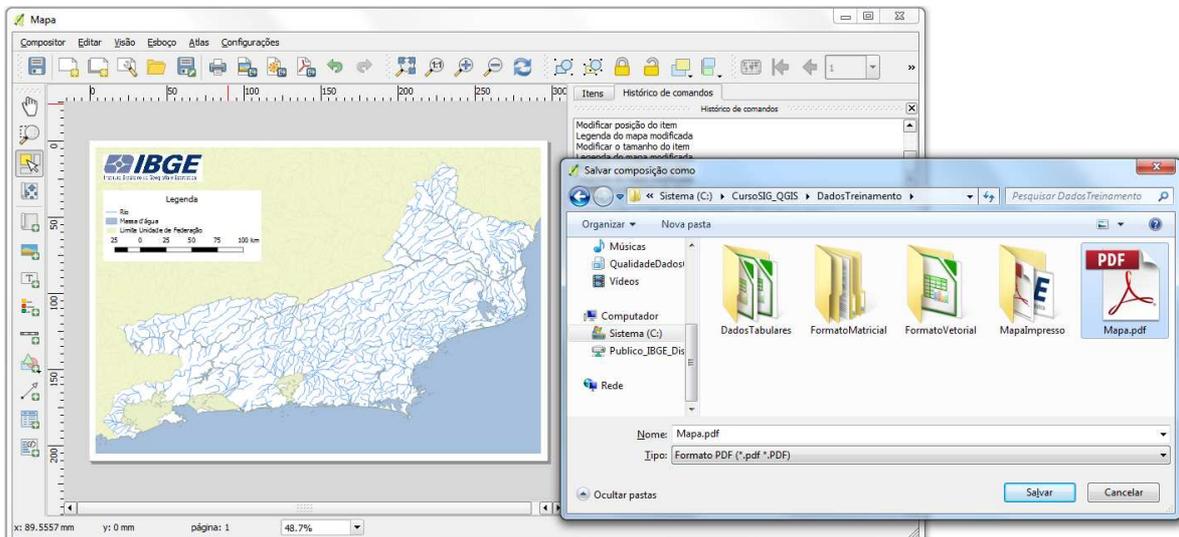


Figura 152. Imprimir ou exportar o mapa elaborado

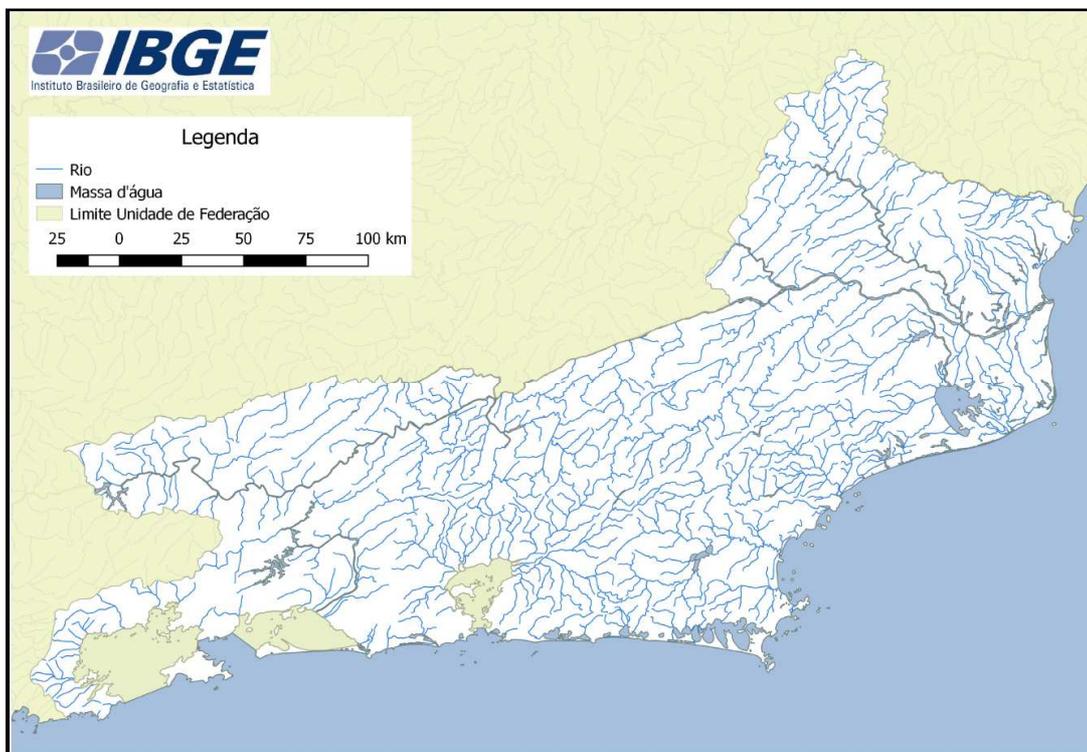


Figura 153. Resultado final em formato PDF

Salve o projeto como “ImpresaoDeMapas.qgs”.

8 Acesso a banco de dados geográficos

Neste capítulo é realizado uma breve introdução aos conceitos de banco de dados geográficos e sua manipulação num ambiente SIG. O QGIS permite, além de carregar dados armazenados em banco de dados geográficos, o gerenciamento e consultas (por atributo ou espaciais) por meio de funcionalidades do próprio Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD). Para utilizar o “Gerenciador de BD” é necessário, no mínimo um conhecimento básico de SQL (*Structure Query Language*).

Neste documento é utilizado o banco de dados geográfico SpatiaLite, que é uma biblioteca livre que estende o SQLite, tornando-o capaz de suportar capacidades espaciais avançadas. Ele não necessita de arquiteturas cliente/servidor complexas, não tem limite de tamanho para arquivos, tem grande interoperabilidade e não precisa de instalação ou configuração, conforme ilustra a Figura 154.



Figura 154. SpatiaLite aliado ao Gerenciador BD

Antes de iniciar a criação de seu BD SpatiaLite, verifique se o “Painel do Buscador” está ativo. Ele é ativado através do menu **Exibir > Painéis > Painel do Buscador**, conforme ilustra a Figura 155.

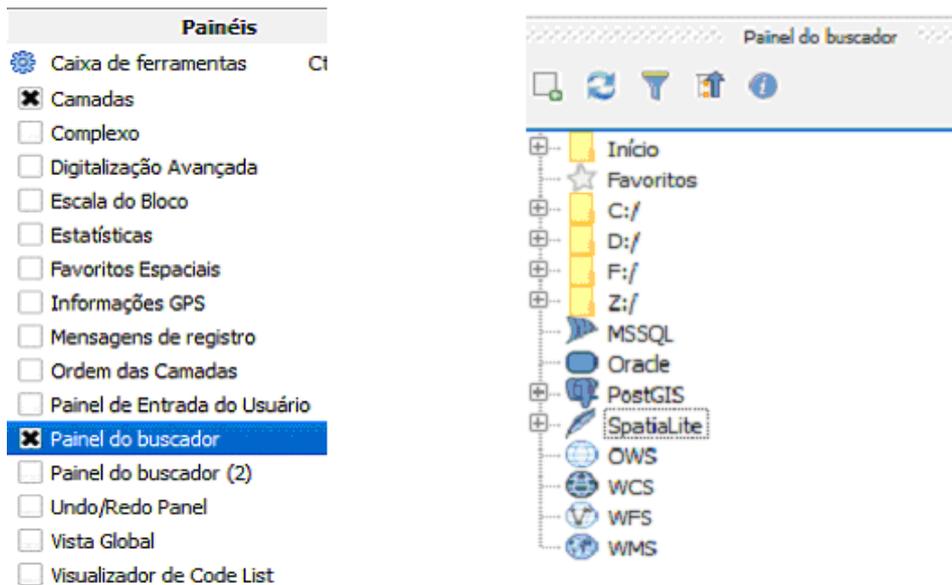


Figura 155. Ativação e visualização do painel do buscador

8.1 Criando um novo banco de dados geográfico

Clique com o botão direito do mouse sobre "SpatialLite" e selecione "Criar Base de Dados...", como na Figura 156.

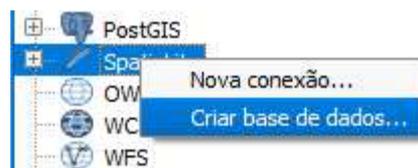


Figura 156. Criação de uma base de dados no formato SpatialLite

Nomeie o arquivo a ser criado como "BCIM_SpatialLite" e salve. Na aba **Base de Dados > Gerenciador BD > Gerenciador BD**, deve aparecer a seguinte tela (Figura 157), com a base SpatialLite já criada e conectada.

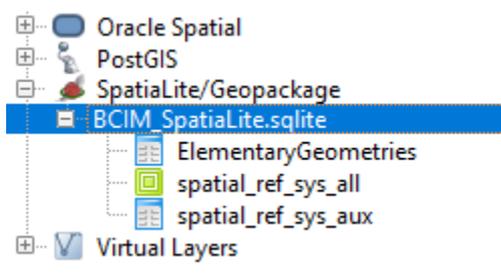


Figura 157. Base criada e conectada

8.1.1 Gerenciador de banco de dados

Através do “Gerenciador de banco de dados do QGIS” é possível manipular e gerenciar diferentes conjunto de dados em diferentes bancos de dados geográficos. Para acessar esta ferramenta, ilustrada na Figura 158, selecione **Base de dados > Gerenciador BD**.

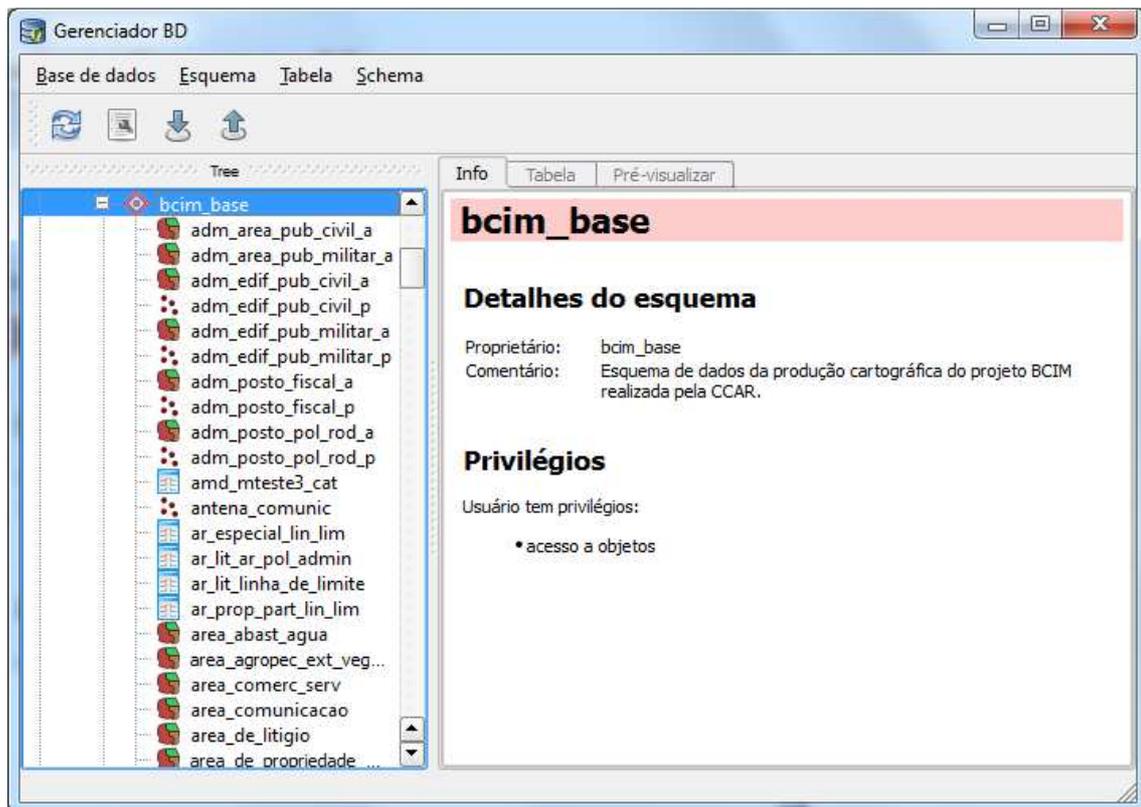


Figura 158. Gerenciador de banco de dados.

8.1.2 Criando classe de feições no banco de dados geográfico

No QGIS para cada camada criada por meio da ferramenta **Criar nova camada > SpatialLite**, é criado um novo banco de dados geográfico, no formato SpatialLite. Para o usuário incorporar a nova camada criada em um único banco de dados é necessário realizar os procedimentos do tópico seguinte “Importando camadas para o banco de dados geográficos”.

Outra forma de criação de camadas é por meio de expressões SQL (*Structure Query Language*), que não foi abordado neste documento.

Após a criação do banco de dados, podem-se adicionar camadas vetoriais ao projeto. Isso é feito através do botão **Adicionar Nova Camada > SpatiaLite...**, conforme Figura 159.

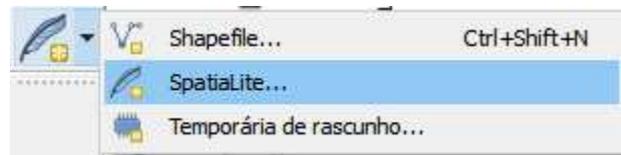


Figura 159. Criando novas camadas no banco SpatiaLite

Na janela aberta após a seleção da nova camada, deve-se atentar ao preenchimento do Nome da camada a ser criada e do Sistema de Coordenadas desta camada. Em seguida, devem ser criados os campos da tabela de atributos da camada, através das ferramentas na parte inferior da janela (Figura 160).

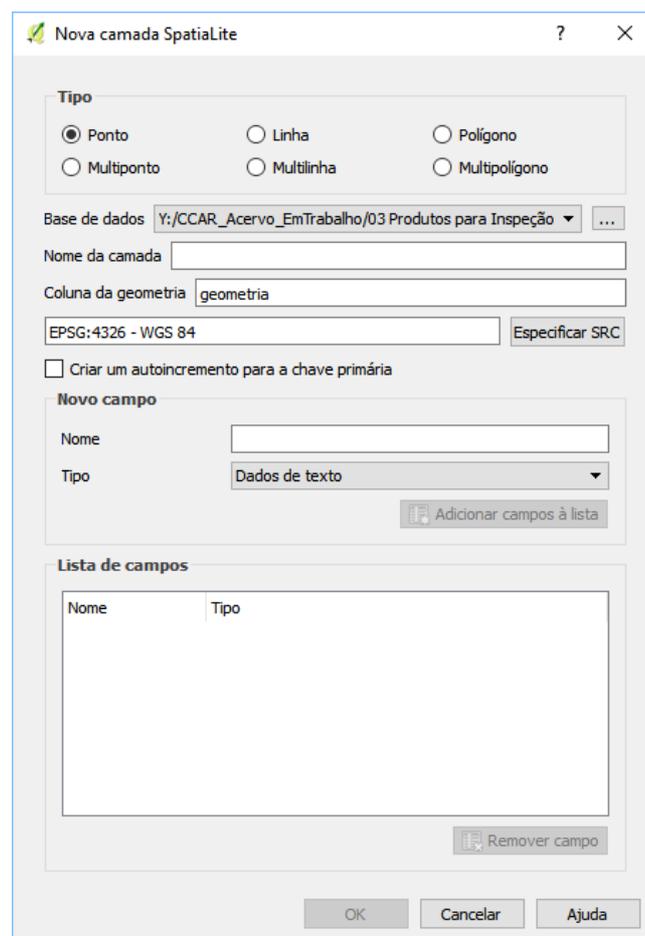


Figura 160. Ferramenta de criação de novas camadas no banco SpatiaLite.

8.2 Importando camadas para o banco de dados geográfico

Para adicionar camadas de dados à base, mantenha-a selecionada e clique no botão “Importar camada/arquivo”, conforme Figura 161.



Figura 161. Importar camada/arquivo

Por exemplo: escolha a camada “HID_Trecho_Drenagem_L” que está na pasta “BCIM_versao2016”. Em seguida clique em “Opções de Atualização”, recomenda-se mudar o campo “Codificação” de “UTF-8” para “CP 1250” e marque a caixa “Criar índice espacial”, conforme ilustrado na Figura 162. No final clique em “OK”.

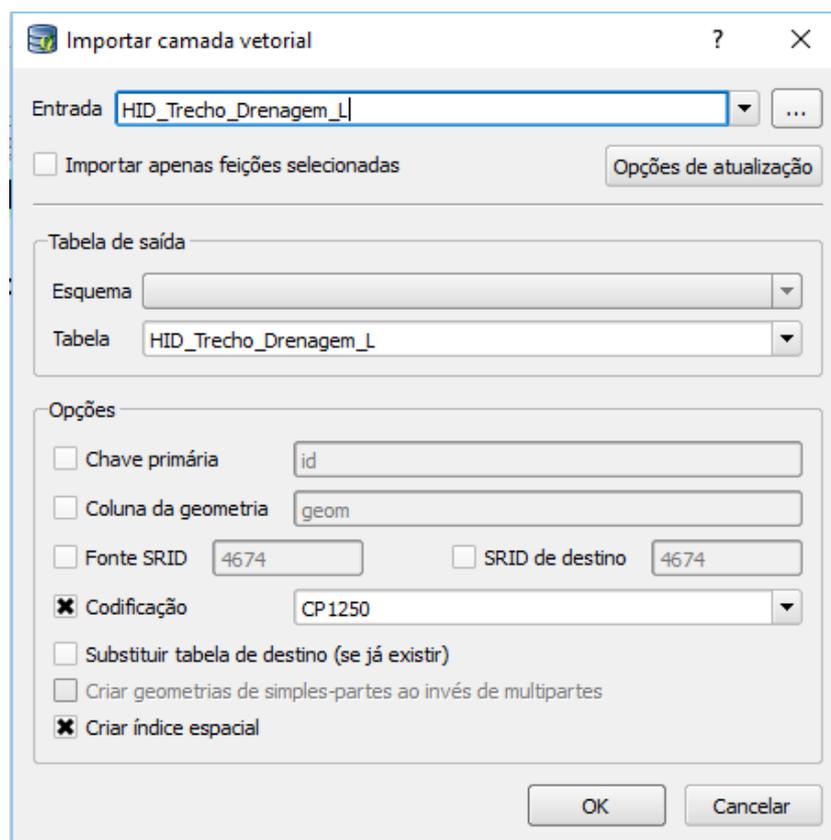


Figura 162. Importando camadas ou arquivos.

De volta ao “Painel do Buscador”, no item referente ao “SpatialLite” a camada importada deverá aparecer. Adicione-a ao projeto, clicando duas vezes

ou arrastando-a até o painel de “Camadas”. A classe trecho de drenagem aparecerá na tela e na lista de camadas, conforme ilustra a Figura 163.

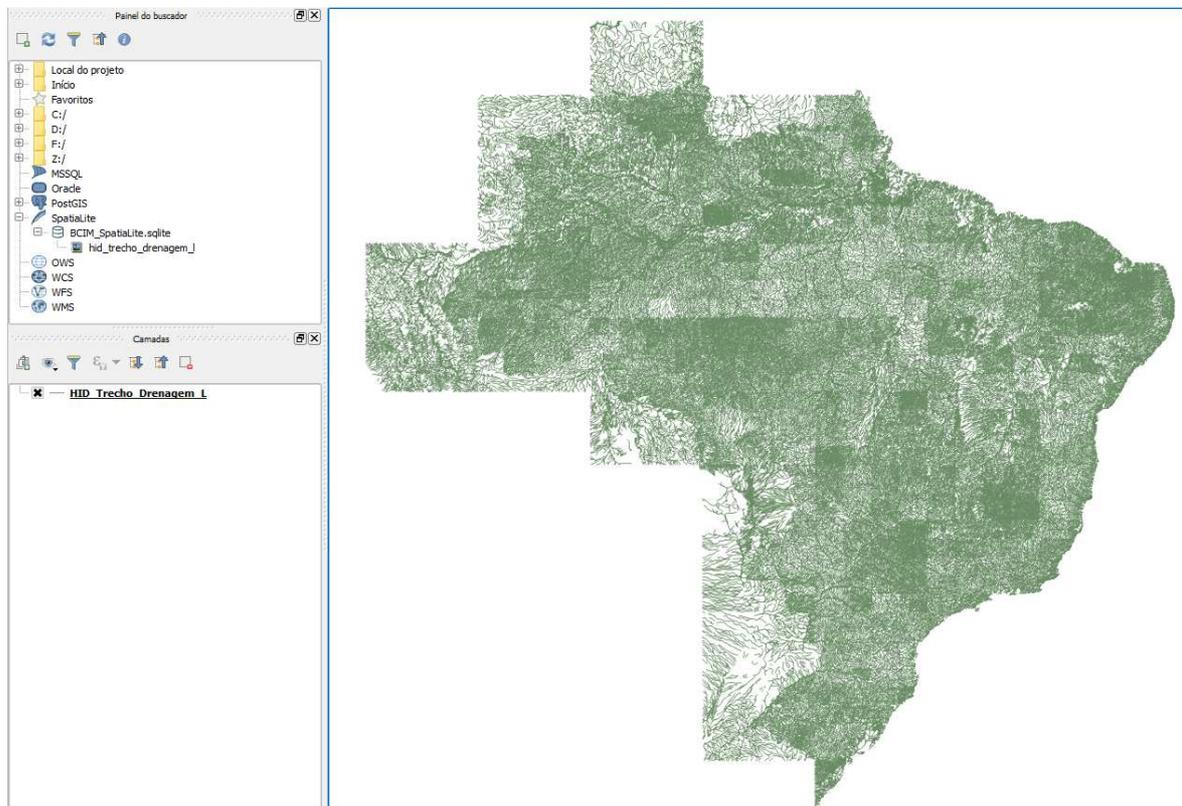


Figura 163. Camada adicionada ao Banco SpatiaLite e ao projeto.

8.3 Análise e consultas no Banco de Dados Geográfico

Para a realização de consultas num banco de dados, seja este tabular ou espacial, é utilizada a linguagem de consulta estruturada SQL. Seus comandos e estrutura são padronizados, o que facilita a interoperabilidade, o aprendizado e a utilização em diversos sistemas gerenciadores de banco de dados - SGBD.

Esta linguagem se baseia na álgebra relacional, com comandos, como: operadores lógicos (or; and; like; ilike); comandos matemáticos (+; -; /; ×); operadores de comparação (=; >; <; ≥; ≤; ≠); análise de elementos textuais e espaciais.

8.3.1 Realizando consultas por atributo pelo Gerenciador BD

Utilizando o Gerenciador BD criar um Banco de Dados SpatiaLite e carregar a camada “HID_Trecho_Drenagem_L” no banco de dados SpatiaLite.

Para isto inicie o “Gerenciador BD” e abra a caixa de diálogo “Janela SQL”, através da ferramenta ilustrada na Figura 164.



Figura 164. Ferramenta de construção de consultas SQL

Na “Janela SQL”, conforme a Figura 165, escreva e execute a seguinte expressão:

```
Select * FROM "HID_Trecho_Drenagem_L" WHERE "HID_Trecho_Drenagem_L"."nome" LIKE "%Rio Una%"
```

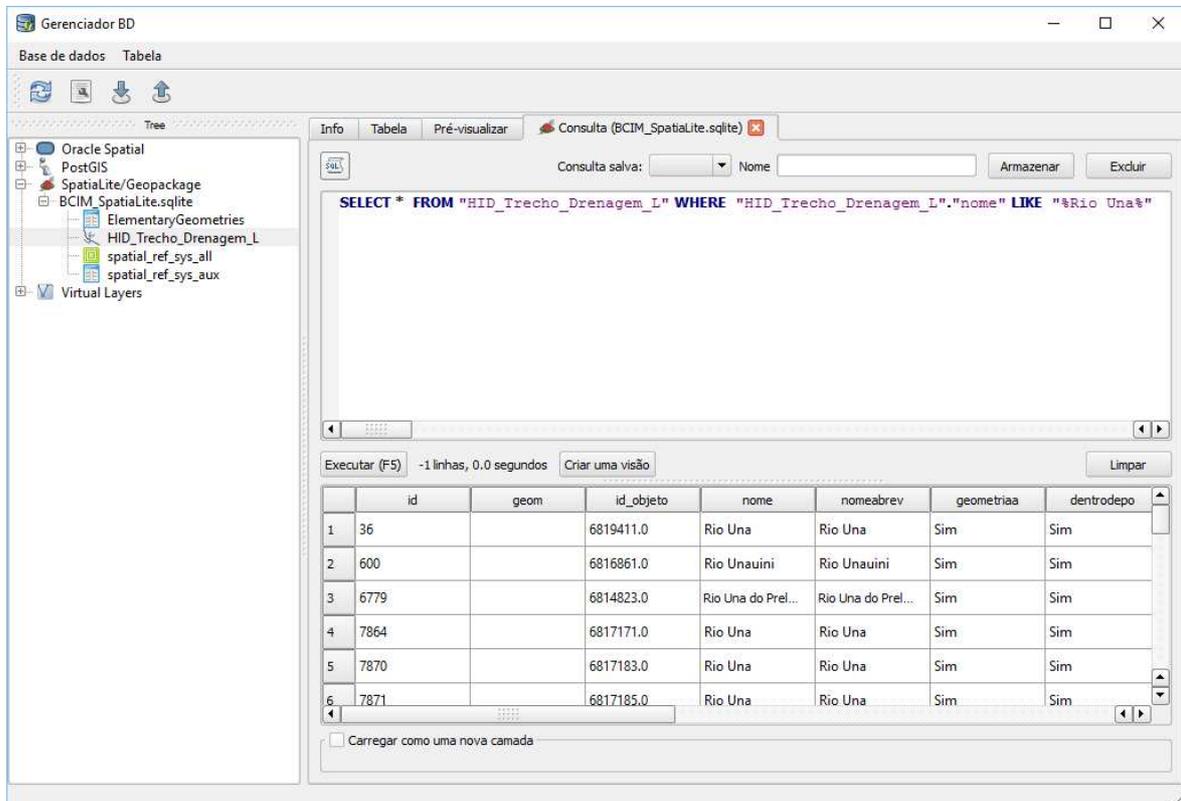


Figura 165. Inserindo a expressão SQL pelo gerenciador BD.

Para carregar a consulta SQL no mapa é necessário clicar em “Criar uma visão” e, nesse exercício, nomeá-la como “una”. Em seguida, atualize a lista de camadas, por meio do ícone ilustrado na Figura 166, para que a visão criada apareça na lista. Para torná-la visível como camada, basta clicar com o botão direito e escolher “Adicionar à tela” (Figura 167).



Figura 166. Atualizando a visão de camadas no Spatialite.

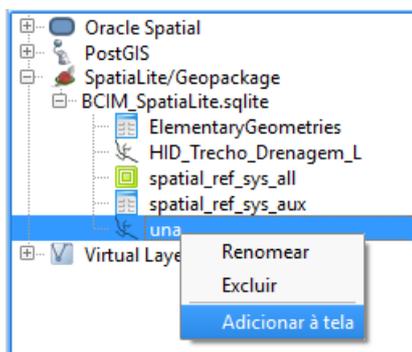


Figura 167. Adição da visão criada à tela

Então, importe uma camada à base **Spatialite**, por meio do ícone ilustrado na Figura 168 e configure-a importação conforme a Figura 169.



Figura 168. Importar camada/arquivo

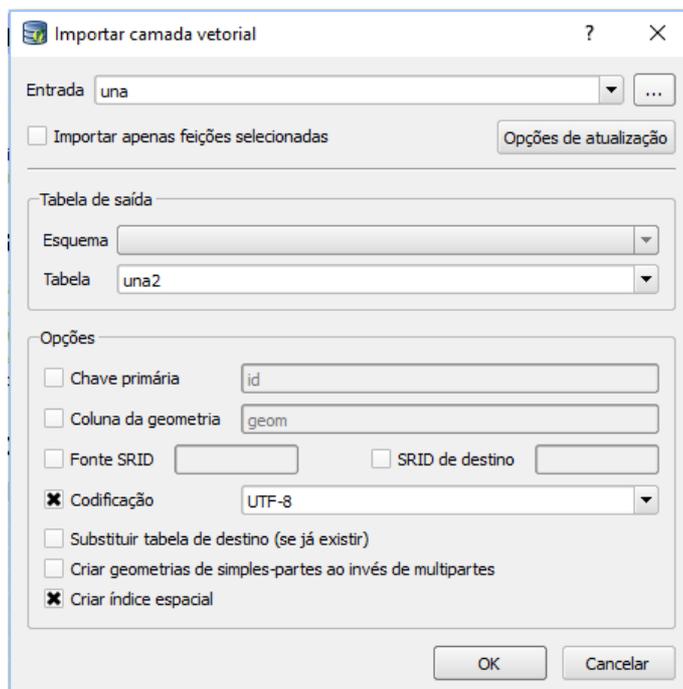


Figura 169. Importação da camada baseada na visão criada.

A Figura 170 mostra o resultado da consulta SQL realizada no Gerenciador de Banco de Dados do QGIS.

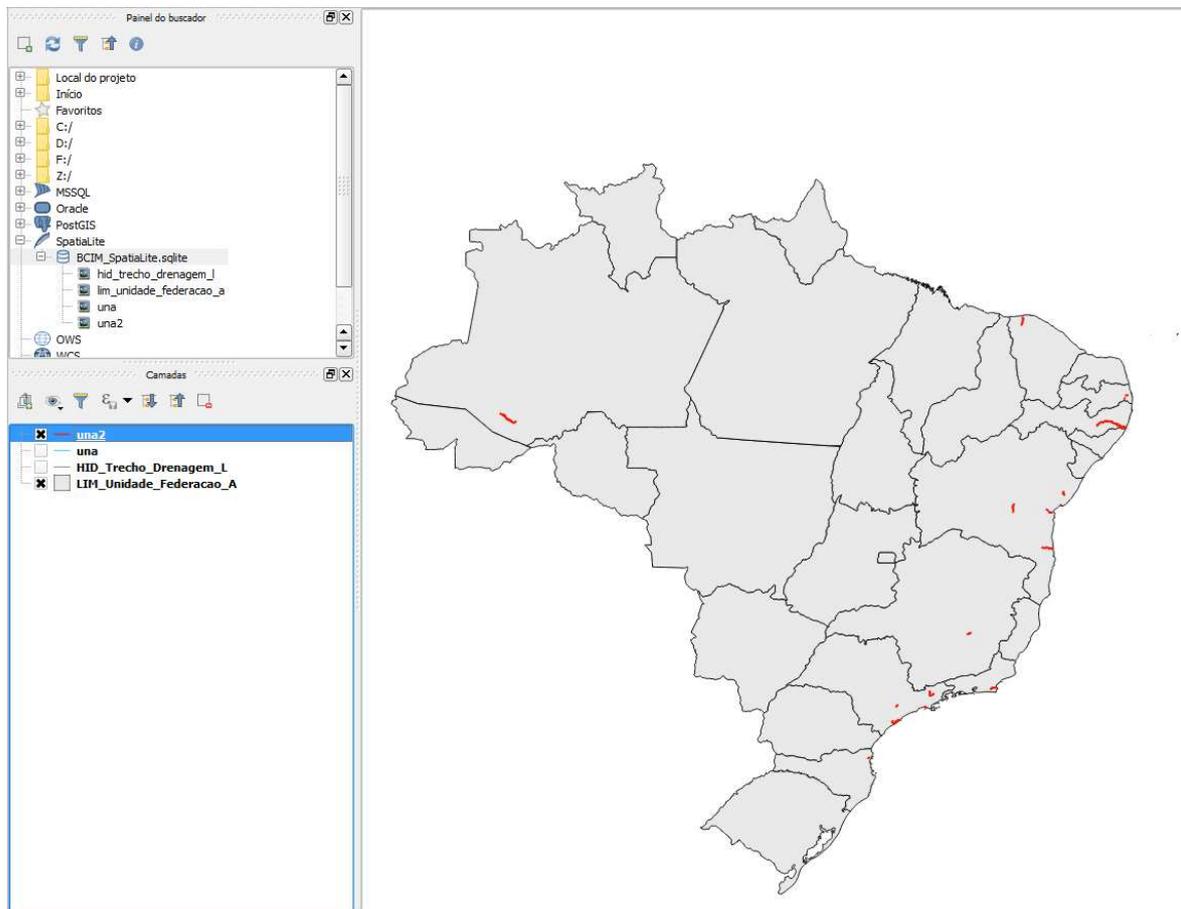


Figura 170. Resultado da consulta SQL carregado em tela.

Outros tipos de consultas SQL que pode ser realizada no "Gerenciador de Banco de Dados" é contar a quantidade de registro com um determinado atributo consultado, conforme ilustra a Figura 171.

**Select count (*) as numero_linhas from "HID_Trecho_Drenagem_L"
where nome like "%Rio Una%"**

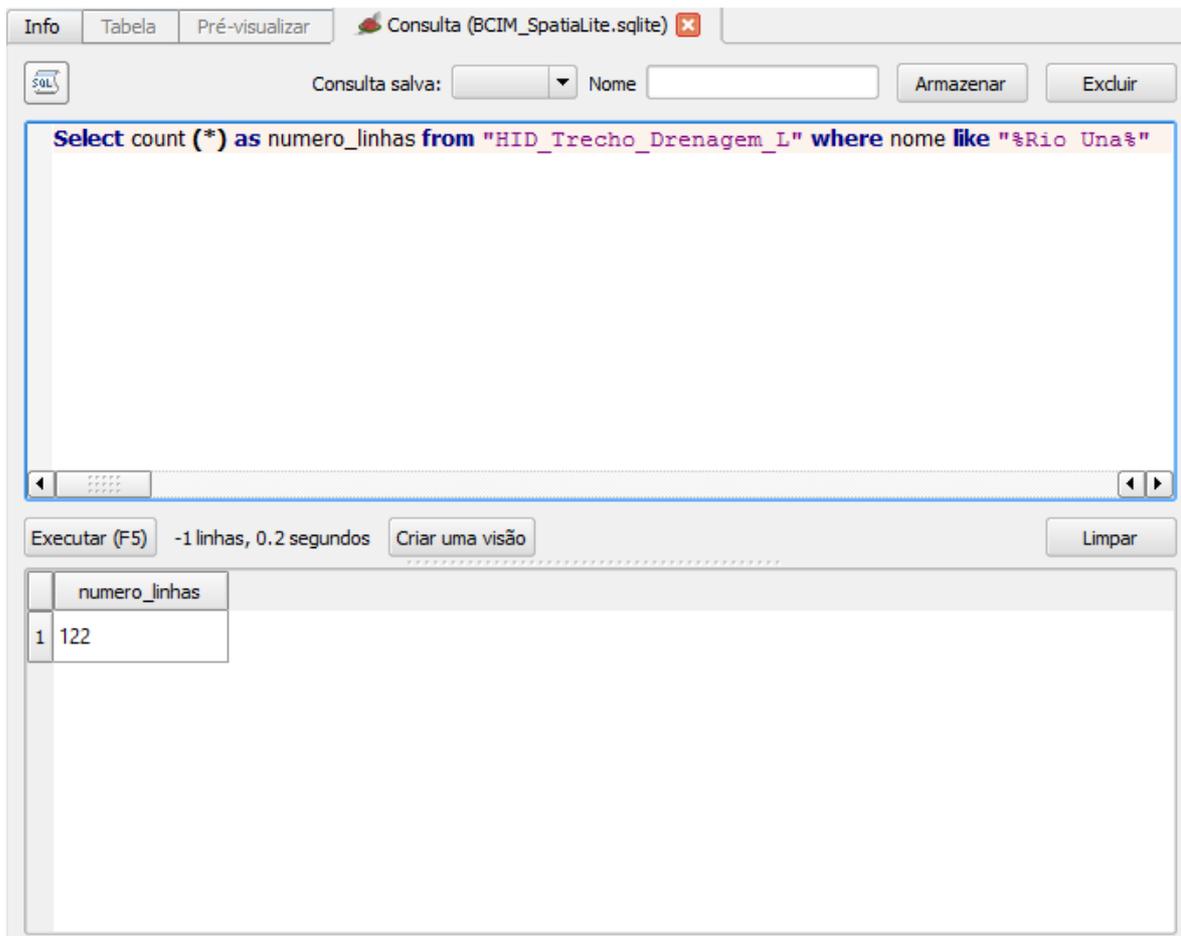


Figura 171. Resultado da consulta do número de linhas da camada trecho de drenagem.

8.3.2 Realizando consultas espaciais pelo Gerenciador de Banco de Dados

Seleção de todos os rios, presentes na classe trecho de drenagem (linha) e no esquema do banco de dados geográficos da base contínua, ao milionésimo, escala 1:1.000.000 (BCIM), que interceptam o estado da Bahia, conforme a Figura 172:

```

Select      d.*      from      "HID_Trecho_Drenagem_L"      d,
"LIM_Unidade_Federacao_A" a
where st_intersects(a.geom,d.geom) and a.nome = 'Bahia'

```

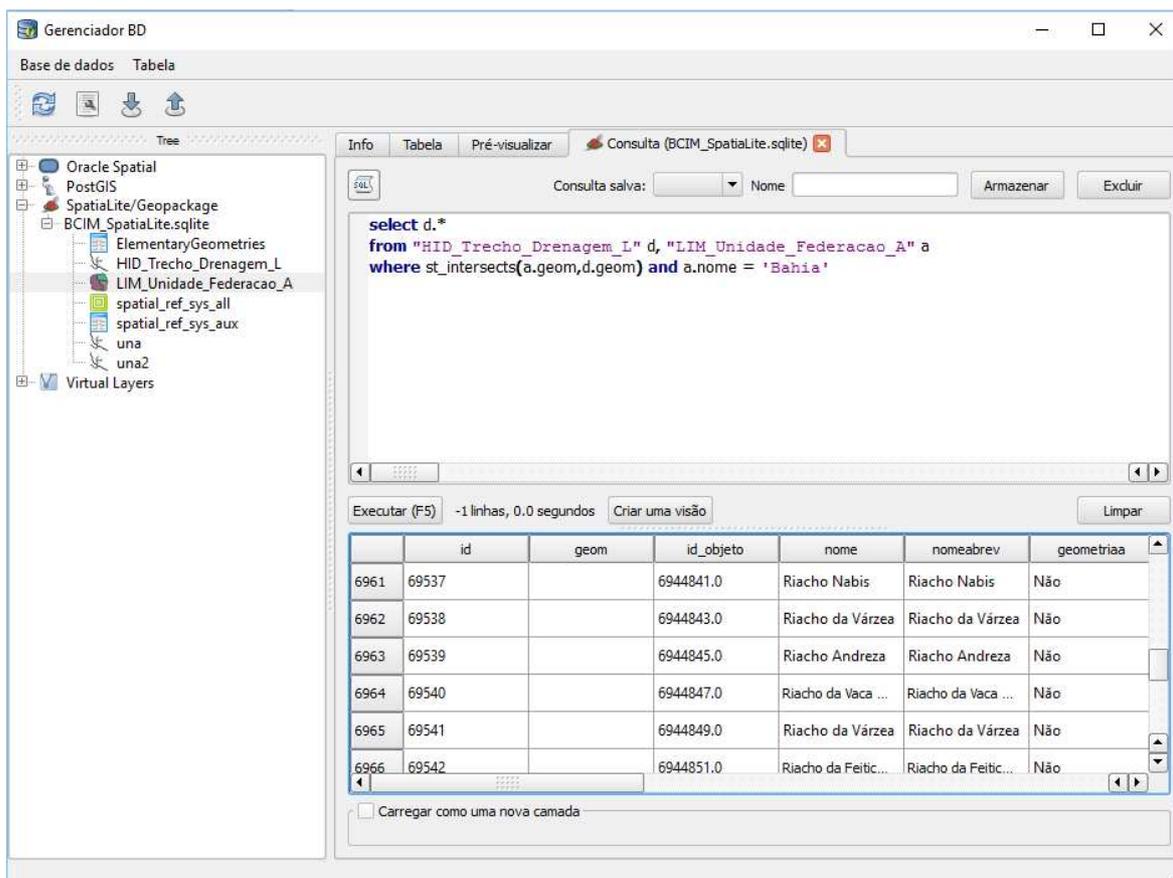


Figura 172. Resultado da consulta do número de rios que interceptam o estado da Bahia.

O banco de dados geográfico SpatiaLite permite a edição de feições geográficas, conforme abordado e exemplificado na seção Edição de feições geográficas. Ele também permite a realização de validações topológicas por meio de expressões SQL. Entretanto, este tópico não será abordado neste documento.

9 Considerações finais

O ambiente SIG QGIS mostra-se adequado tanto a finalidades acadêmicas quanto na produção de dados geoespaciais, acesso e uso de informações espaciais pela sociedade. Além de ser uma funcionalidade em constante desenvolvimento, com uma infinidade de complementos (*plugin*) que atendem a diversas ramificações da área de geociências e afins.

Recomenda-se que os usuários de QGIS utilizem as listas de discussão desse software livre. Além de esclarecer as dúvidas, a participação ativa na comunidade QGIS fomenta sua melhoria.

A mudança de perspectiva de usuário consumidor para usuário colaborador beneficia a sociedade como um todo, auxiliando no desenvolvimento das ferramentas e melhorando a qualidade e usabilidade de produtos e serviços disponíveis.

10 Referências Bibliográficas

- Blog QGIS. 2016. Disponível em: <<http://blog.qgis.org/2016/12/13/new-qgis-3-0-logo-candidate/>>. Acesso em agosto de 2018.
- Borges, Karla A. 1997. *Modelagem de Dados Geográficos: uma extensão do modelo OMT para aplicações geográficas*. Dissertação de Mestrado, Fundação João Pinheiro, Belo Horizonte, MG.
- BRASIL. 1967. Decreto Lei nº 243 de 28 de Fevereiro de 1967.
- BRASIL. Senado Federal. *Constituição da república federativa do Brasil*. Brasília: Senado Federal, Centro Gráfico, 1988.
- Casanova, Marco Antônio; Câmara, Gilberto; Davis Jr., Clodoveu A.; Vinhas, Lúbia; de Queiroz, Gilberto Ribeiro. 2005. *Banco de Dados Geográficos*.
- Câmara, Gilberto; Monteiro, Antônio Miguel Vieira. 2001. *Introdução a Ciência da geoinformação*. INPE. Cap. Conceitos Básicos em Ciências da Geoinformação, p. 2-27.
- CONCAR. Comissão Nacional de Cartografia. 2007. *Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais* (ET – EDGV). Versão 2.0.
- Domingues, Cristiane Vaz; Simões, Luciana Lessa. 2007. *O SIG na gestão pública: análise crítica de um caso bem-sucedido – desafios e perspectivas*. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, n. 5 (2), p. 353-360.
- Egenhofer, Max J.; Frank, Andrew U. 1990. *Prospective Views of GIS Technologies and Applications*. Em: Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento.
- Florenzano, Teresa Gallotti. 2008. *Geomorfologia: Conceitos e Tecnologias atuais*. São Paulo, SP: Oficina de Textos.
- Folha de 16 de junho de 2001. 2001. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/cotidian/ff1606200101.htm>>, Acesso em agosto de 2017.
- Furtado, A. J. L M.; Malta, F. S.; Francisco, J. C. SILVA, N. C. C. Quantum GIS – QGIS Básico. IBGE. Rio de Janeiro, 2012.
- GEMAEL, C. *Introdução ao ajustamento de observações: aplicações geodésicas*. Curitiba: Editora UFPR, 1994. 319 p.

- Goodchild, Michael F.; Kemp, Karen K. 1990. *NCGIA Core Curriculum in GIS*. Santa Barbara CA: University of Califórnia. National Center for Geographic Information and Analysis.
- IBGE. 1977. *Folha Topográfica Argirita*. Disponível em: < ftp://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/folhas_topograficas/editoradas/escala_50mil/argirita26821.pdf > . Acesso em agosto de 2018.
- IBGE. 1998. *Noções Básicas de Cartografia*. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, Rio de Janeiro, RJ.
- IBGE. 2016. Cartograma do mapa político da série Brasil na escala 1:5.000.000. Disponível em: < ftp://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/mapas_do_brasil/politico/brasil_politico5000k_2016.pdf > . Acesso em agosto de 2018.
- IBGE. 2018. Site institucional: download: geociências. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/geociencias-novoportal/downloads-geociencias.html> > . Acesso em agosto de 2018.
- IBGE. 2018a. Sistema IBGE de Recuperação Automática. Disponível em: < <http://sidra.ibge.gov.br> > . Acesso em agosto de 2018.
- ISO. 2003. *ISO 19115: Geographic Information – metadata*. International Standardization for Organization – ISSO TC/211 Secretariat, Genebra, Suíça.
- Kemp, Zarine; Thearle, Roy. 1992. *Modelling relationships in spatial databases*. International Symposium on Spatial Data Handling.
- Lisboa Filho, Jugurta. 2000. *Projeto Conceitual de Banco de Dados Geográficos através da Reutilização de Esquemas, utilizando Padrões de Análise e um Framework Conceitual*. Tese de Ph.D, UFRGS, Porto Alegre, RS.
- Longley, Paul A.; Goodchild, Michael F.; Maguire, David J.; Rhind, David W. 2013. *Sistema de Informações Geográficas*. 3ª Ed. Porto Alegre: Bookman Editora Ltda.
- Namikawa, Laércio Massaru. 1995. *Um método de ajuste de superfície para grades triangulares considerando linhas características*. Dissertação de Mestrado em Computação Aplicada, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, Brasil. apud CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. Conceitos Básicos em Ciências da Geoinformação. Em: CÂMARA, G. *et al.*. 2001. Introdução à Ciência da Geoinformação. São José dos Campos, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE.

- NASA. *Earth Observatory*. 2017. Disponível em: <<https://earthobservatory.nasa.gov/Features/GRACE/page3.php>>. Acesso em agosto de 2017.
- OLIVEIRA, C. de. *Dicionário cartográfico*. Rio de Janeiro: IBGE, 1993.
- QGIS. 2018. Disponível em: <<https://www.qgis.org/en/site/>>. Acesso em agosto de 2018.
- Robinson, A. *Elements of Cartography*. 6. ed. New York: Jonh Wiley & Sons, USA, 1995.
- Rodrigues, M.; Quintanilha, J. A. 1991. *A seleção de softwares SIG para gestão urbana*. Em: Anais do Congresso Brasileiro de Cartografia, 15, 1991, São Paulo, SBC, V. 3, p. 513-519.
- Rumbagh, James E. 1994. *Modelagem e projeto baseados em objetos*.
- Teixeira, Amândio. 1995. *Qual a melhor definição de SIG?* FATOR GIS, p. 20-24.
- Teixeira, A. H. C. *Aplicação do georreferenciamento (coordenadas UTM) em projetos geotécnicos e geométricos de rodovias*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Ouro Preto, Escola de Minas, NUGEO, 2010.
- USGS. United States Geological Survey. 2018. *Página do Earth Explore*. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em agosto de 2018.

Equipe técnica

Coordenação de Cartografia – CCAR

Patrícia do Amorim Vida Costa – Coordenadora de Cartografia

Organização e elaboração

Alex da Silva Santos

Equipe técnica

Alex da Silva Santos

Odair Gonçalves Martins Junior

Renata Curi de Moura Estevão Nagatomi

Tais Virginia Gottardo

Estagiários

André Herzog de Almeida

Ana Aguiar Real Marinho

Bruna Letícia da Silva Costa

Cristiene Nascimento Ribeiro

Daniella Castilho Pacheco

Graziela Martins Genovez

Gustavo Mendes Ferreira

Joyce Amancio Teixeira

Priscila Almeida de Oliveira

Raphael Testai de Souza

Simone Silveira Rodrigues

Taynara Faria Targine Ribeiro

Victor Lima Cury da Silva

Elaboração de ilustrações

Alex da Silva Santos

Daniella Castilho Pacheco

Colaboração

Alberto Luis da Silva

Aline Lopes Coelho

Darlan Miranda Nunes

Hebert Guilherme de Azevedo

Leila Freitas de Oliveira

Patrícia do Amorim Vida Costa

Rafael Damiani Ferreira

Tiago Luiz Bastos

Homenagem

Cláudia Maria Ferreira Nascimento (*in memoriam*)

Se o assunto é **Brasil**,
procure o **IBGE**.



/ibgecomunica



/ibgeoficial



/ibgeoficial



/ibgeoficial

www.ibge.gov.br 0800-721-8181

