

número

14

ACESSO E USO DE DADOS GEOESPACIAIS

Presidente da República
Jair Messias Bolsonaro

Ministro da Economia
Paulo Roberto Nunes Guedes

Secretário Especial de Fazenda
Waldery Rodrigues Junior

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE

Presidente
Susana Cordeiro Guerra

Diretor-Executivo
Fernando José de Araújo Abrantes

ÓRGÃOS ESPECÍFICOS SINGULARES

Diretoria de Pesquisas
Eduardo Luiz G. Rios Neto

Diretoria de Geociências
João Bosco de Azevedo

Diretoria de Informática
David Wu Tai

Centro de Documentação e Disseminação de Informações
Marise Maria Ferreira

Escola Nacional de Ciências Estatísticas
Maysa Sacramento de Magalhães

UNIDADE RESPONSÁVEL

Diretoria de Geociências
Coordenação de Cartografia
Leila Freitas de Oliveira

Ministério da Economia
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE
Diretoria de Geociências
Coordenação de Cartografia

Manuais Técnicos em Geociências
número 14

Acesso e uso de dados geoespaciais



Rio de Janeiro
2019

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE

Av. Franklin Roosevelt, 166 - Centro - 20021-120 - Rio de Janeiro, RJ - Brasil

ISSN 0103-9598 Série Manuais técnicos em Geociências

Divulga os procedimentos metodológicos utilizados nos estudos e pesquisas de geociências.

ISBN 978-85-240-4508-0

© IBGE. 2019

Capa

Ubiratã O. dos Santos/Eduardo Sidney - Coordenação de Marketing/Centro de Documentação e Disseminação de Informações - CDDI

Ilustração

Aline Pedro Carneiro Damacena - Gerência de Editoração/ Centro de Documentação e Disseminação de Informações - CDDI

Ficha catalográfica elaborada pela Gerência de Biblioteca e Acervos Especiais do IBGE

Acesso e uso de dados geoespaciais / IBGE, Coordenação de Cartografia. - Rio de Janeiro : IBGE, 2019.

143 p. : il. - (Manuais técnicos em geociências, ISSN 0103-9598 ; n.14).

Inclui bibliografia
ISBN 978-85-240-4508-0

1. Sistemas de informação geográfica. 2. Geodésia. 3. Cartografia. 4. Geografia. 5. Geoprocessamento. 6. Infraestrutura de dados espaciais. 7. Metadados. 8. Banco de dados. 9. Brasil. I. IBGE. Coordenação de Cartografia. II. Série..

CDU xxxxxx
GEO

Sumário

Apresentação	15
Introdução	17
Noções básicas de Cartografia, Geodésia e Geoprocessamento	19
Noções de Geodésia	19
Superfície de referência física da Terra: geoide	20
Superfície de referência geométrica da Terra: elipsoide de revolução.....	22
As superfícies associadas à altitude	22
Sistemas de referência regionais ou topocêntricos	23
Sistemas de referência globais ou geocêntricos	24
Importância de um referencial geodésico único	25
Referencial geodésico oficial do Brasil	25
Noções de Cartografia	26
Projeção cartográfica	26
Projeções cartográficas mais usuais no Brasil	28
Escala cartográfica	30
Noções de Geoprocessamento	32
Tipos de dados em Geoprocessamento	33
Representação geográfica	33

Representação geográfica do relevo	35
Representação dos atributos dos dados geoespaciais	36
Banco de dados geográficos	36
Relacionamento topológico	39
Sistema de Informação Geográfica - SIG	39
Acesso a dados geoespaciais	41
Infraestrutura de dados espaciais	42
Metadados geoespaciais	44
Geosserviços	46
Informação Geográfica Voluntária - VGI	47
Dados geoespaciais utilizados	48
Base Cartográfica Contínua	49
Folhas topográficas	50
Modelo Digital de Elevação - MDE	51
Imagens do território	51
Dados tabulares	53
Banco de dados geográficos	54
O ambiente SIG QGIS	55
Criando um projeto	57
Salvando o ambiente de trabalho	57
Complementos (<i>plugins</i>) do QGIS	58
Visualização, simbologia e organização de dados geoespaciais ..	61
Ferramentas de adição e manipulação de camadas de informação ..	61
Organização das camadas de informação	62
Simbologia e rótulo	63
Simbolização (estilo)	63
Rótulo/ <i>label</i>	64
Visualização de uma base cartográfica contínua	65
Visualização de folhas topográficas	67
Visualização de um Modelo Digital de Elevação - MDE	68
Visualização de imagens do território	69
Manipulação de realce e contraste de imagens	71

Acesso a geosserviços	73
Acesso a geosserviços Web Feature Service - WFS	74
Acesso a geosserviços Web Map Service - WMS	75
Ferramentas de navegação, identificação e seleção de feições	76
Manipulação de dados geoespaciais	78
Conversão de um MDE da estrutura matricial para vetorial	78
Georreferenciamento de um mapa na estrutura matricial	80
Análise e consulta aos dados geoespaciais	83
Análises e consultas por atributo	83
Opções de visualização dos registros da tabela de atributos	85
Filtrar a exibição dos registros	85
Elaborando consultas por atributo	86
Expressões SQL (Structured Query Language)	87
Análises e consultas espaciais	89
Exercício: seleção por localização	91
Gerar área de abrangência (<i>buffer</i>)	92
Extrair feições geográficas aleatoriamente	94
Cálculo de coordenadas, distâncias e áreas	95
Junção de informações geoespaciais	101
Junção de tabelas por atributo	101
Junção espacial (<i>join spatial</i>)	104
Validação topológica	106
Gerenciamento de banco de dados geográficos	109
Criando um banco de dados geográfico	110
Gerenciador de banco de dados - BD	111
Criando classe de feições no banco de dados geográfico	111
Importando camadas para o banco de dados geográfico	112
Análise e consultas no banco de dados geográfico	114
Realizando consultas por atributo pelo Gerenciador de BD	114
Realizando consultas espaciais pelo Gerenciador de BD	117
Edição de feições geográficas	119
Criando um Shapefile	119

Criação de camadas e uso das ferramentas de edição	121
Criando camadas com geometria: ponto, linha e área	123
Editando dados geoespaciais	123
Ferramentas de edição básicas, avançadas e as opções de aderência.....	126
Elaboração de cartogramas e impressão de mapas.....	127
Composer de impressão do QGIS.....	127
Escala gráfica	128
Grade de coordenadas	128
Legenda	129
Exercício: elaboração de cartogramas.....	129
Considerações finais	133
Referências	135

Convenções

-	Dado numérico igual a zero não resultante de arredondamento;
..	Não se aplica dado numérico;
...	Dado numérico não disponível;
x	Dado numérico omitido a fim de evitar a individualização da informação;
0; 0,0; 0,00	Dado numérico igual a zero resultante de arredondamento de um dado numérico originalmente positivo; e
-0; -0,0; -0,00	Dado numérico igual a zero resultante de arredondamento de um dado numérico originalmente negativo.

Listas de figuras

Figura 1 - O MAPGEO2015, modelo de ondulações geoidais do Brasil	21
Figura 2 - Elipsoide de revolução	22
Figura 3 - As superfícies associadas à altitude	23
Figura 4 - Referencial geodésico regional	24
Figura 5 - Referencial geodésico global.....	24
Figura 6 - Acidente em função do uso de referenciais geodésicos distintos	25
Figura 7 - Exemplos de projeções cartográficas.....	26
Figura 8 - Classificação das projeções cartográficas quanto à superfície	27
Figura 9 - Cartograma do mapa político da série Brasil na escala 1:5 000 000.....	28
Figura 10 - Sistema de projeção UTM: cilindro secante na posição transversa.....	29
Figura 11 - Exemplos de fusos da projeção UTM	29
Figura 12 - Sistema de coordenada de um fuso UTM	29
Figura 13 - Fusos UTM no Brasil	30
Figura 14 -Tipos de escalas cartográficas	31
Figura 15 -Tecnologias de Geoprocessamento.....	32
Figura 16 - Representação vetorial (ponto, linha e área)	34
Figura 17 - Representação matricial (raster) e comparação entre diferentes sensores	34
Figura 18 - Representação do relevo em grade (formato matricial)	35
Figura 19 - Representação do relevo em grade triangular (formato vetorial).....	35
Figura 20 - Representação do relevo em curvas de nível	36
Figura 21 - Representação dos atributos	36
Figura 22 - Formas de acesso ao banco de dados geográficos.....	37
Figura 23 - Relacionamentos espaciais entre as geometrias do tipo ponto, linha e área.....	38

Figura 24 - Relacionamentos espaciais entre as geometrias do tipo linha e área.....	38
Figura 25 - Relacionamentos espaciais entre as geometrias do tipo área.....	38
Figura 26 - Os seis componentes do SIG.....	39
Figura 27 - Divulgação e distribuição de dados a partir de uma IDE	43
Figura 28 - Visualização de dados pelo geoportal da INDE	44
Figura 29 - Exemplo de metadado de carta imagem do IBGE.....	45
Figura 30 - Exemplo de camadas WFS, WMS e WCS carregadas no QGIS	47
Figura 31 - Proposta de estrutura de diretórios	49
Figura 32 - Folha topográfica de Ponte Nova (MG) na escala 1:50 000	50
Figura 33 - Imagem Sentinel-2: Belém do Pará em 20.07.2017	52
Figura 34 - Selecionando e configurando as variáveis de interesse no SIDRA.....	53
Figura 35 - Exibindo a tabela com as variáveis selecionadas pelo usuário	54
Figura 36 - Logomarca do QGIS	55
Figura 37 - Página web inicial do QGIS	56
Figura 38 - Projeto QGIS em branco	56
Figura 39 - Criando um projeto no QGIS	57
Figura 40 - Salvando o ambiente de trabalho	57
Figura 41 - Gerenciar e instalar complementos	58
Figura 42 - Complementos (<i>plugins</i>) do QGIS	58
Figura 43 - Hierarquia para organização dos elementos gráficos segundo a geometria primitiva (ponto, linha e área).....	62
Figura 44 - Propriedades da camada: simbologia (estilo) de uma camada vetorial do tipo polígono	63
Figura 45 - Propriedades da camada: simbologia (estilo) de uma camada vetorial do tipo matricial.....	64
Figura 46 - Propriedades da camada: rótulo de uma camada vetorial	65
Figura 47 - Gerenciador de estilos (simbologias)	65

Figura 48 - Selecionar (buscar) uma camada vetorial	66
Figura 49 - Ativando e desativando a visualização de camadas	66
Figura 50 - Conversão de formato: arquivo CAD para Shapefile.....	67
Figura 51 - Estilo falsa cor para o MDE	68
Figura 52 - Visualização de dados geoespaciais na estrutura matricial	69
Figura 53 - Visualização de imagem do Sentinel 2	69
Figura 54 - Visualização de bandas de imagens de satélite	70
Figura 55 - Melhorando o contraste da imagem Sentinel 2A aplicando a técnica de manipulação do histograma pela opção Min./Máx.....	71
Figura 56 - Melhorando o contraste da imagem Sentinel 2A aplicando a técnica de manipulação do histograma pela opção Desvio Padrão.....	72
Figura 57 - Habilitando barra de ferramentas 'Raster'	73
Figura 58 - Adicionando geosserviços.....	74
Figura 59 - Criando uma conexão WFS	74
Figura 60 - Camadas WFS do geosserviço do IBGE	75
Figura 61 - Criando uma conexão WMS	75
Figura 62 - Camadas WMS adicionadas do geosserviço do IBGE ..	76
Figura 63 - Opções da camada	77
Figura 64 - Caixa de diálogo para conversão da estrutura matricial para vetorial	79
Figura 65 - Resultado da conversão da estrutura matricial para vetorial	79
Figura 66 - Caixa de diálogo para conversão do MDE (matricial) para curvas de nível (vetorial)	80
Figura 67 - Resultado da conversão do MDE para curvas de nível.	80
Figura 68 - Adicionar pontos no georreferenciador	81
Figura 69 - Georreferenciamento: adicionar pontos a folha topográfica	81
Figura 70 - Configurações de transformação para o georreferenciamento	81

Figura 71 - Parâmetros de transformação para o georreferenciamento de uma folha topográfica	82
Figura 72 - Camadas vetoriais visualizadas e simbolizadas	82
Figura 73 - Tabela de atributos, exemplo no QGIS	83
Figura 74 - Opções de visualização dos registros da tabela de atributos	85
Figura 75 - Opções para visualização da tabela de atributos	85
Figura 76 - Realizando um filtro por coluna	86
Figura 77 - Consulta por atributos por meio de expressões SQL ..	86
Figura 78 - Consulta SQL para a seleção de uma massa d'água...	87
Figura 79 - Aproximando o mapa para as feições selecionadas ..	88
Figura 80 - Seleção do nome “Rio Araguaia” na tabela de atributos	88
Figura 81 - Menu vetor do QGIS	89
Figura 82 - Ferramentas de análise (Analysis tools)	89
Figura 83 - Ferramentas de investigação (Research tools)	90
Figura 84 - Ferramentas de geoprocessamento (Geoprocessing tools)	90
Figura 85 - Ferramentas de geometria (Geometry tools)	90
Figura 86 - Ferramentas de gerenciamento de dados (Data management tools)	90
Figura 87 - Caixa de diálogo: Selecionar por localização	91
Figura 88 - Resultado da seleção por localização	92
Figura 89 - Menu Processar	93
Figura 90 - Caixa de ferramentas de processamento	93
Figura 91 - Ferramenta de extração na caixa de ferramentas	94
Figura 92 - Caixa de diálogo para extração aleatória de feições ..	95
Figura 93 - Resultado da função seleção aleatória de feições ..	95
Figura 94 - Camadas carregadas	96
Figura 95 - Criando SRC personalizado	97
Figura 96 - Definindo SRC do projeto	97
Figura 97 - Calculando área das Unidades de Federação	98

Figura 98 - Observando os valores calculados na tabela de atributos	98
Figura 99 - Alterando o SRC do projeto	98
Figura 100 - Selecionando os elementos de rodovia com nome TO-499	99
Figura 101 - Criando o campo comprimento na calculadora de campo	99
Figura 102 - Calculando longitude das capitais	100
Figura 103 - Calculando latitude das capitais	100
Figura 104 - Resultado do cálculo na tabela de atributos	101
Figura 105 - Tabela 1378 do Sidra sem tratamento em formato CSV	101
Figura 106 - Tabela 1378 do SIDRA editada em formato XLS	102
Figura 107 - Junção da delimitação municipal com dados tabulares	102
Figura 108 - Propriedades da camada (simbologia categorizada) ..	103
Figura 109 - Resultado da junção por atributos	104
Figura 110 - Gerando pontos aleatórios	104
Figura 111 - Junção de atributos aos pontos aleatórios	105
Figura 112 - Resultado da junção espacial de atributos	105
Figura 113 - Verificador de topologia	106
Figura 114 - Painel do verificador de topologia	106
Figura 115 - Validação topológica identificada no QGIS	107
Figura 116 - SpatiaLite aliado ao Gerenciador de BD	109
Figura 117 - Ativação e visualização do Navegador	110
Figura 118 - Criação de uma base de dados no formato SpatiaLite	110
Figura 119 - Base criada e conectada	110
Figura 120 - Gerenciador de banco de dados	111
Figura 121 - Criando camadas no banco SpatiaLite	111
Figura 122 - Ferramenta de criação de novas camadas no banco SpatiaLite	112
Figura 123 - Importar camada/arquivo	112

Figura 124 - Importando camadas ou arquivos	113
Figura 125 - Camada adicionada ao Banco SpatiaLite e ao projeto	113
Figura 126 - Ferramenta de construção de consultas SQL	114
Figura 127 - Inserindo a expressão SQL pelo Gerenciador de BD ..	114
Figura 128 - Atualizando a visão de camadas no SpatiaLite	115
Figura 129 - Adição da visão criada à tela	115
Figura 130 - Importar camada/arquivo	115
Figura 131 - Importação da camada baseada na visão criada.....	115
Figura 132 - Resultado da consulta SQL carregado em tela	116
Figura 133 - Resultado da consulta do número de linhas da camada trecho de drenagem	117
Figura 134 - Resultado da consulta do número de rios que interceptam o Estado da Bahia	117
Figura 135 - Definindo a geometria e o sistema de coordenadas de referência	120
Figura 136 - Atributos adicionados ao novo Shapefile.....	120
Figura 137 - Criando Shapefiles segundo as três geometrias primitivas	123
Figura 138 - Shapefiles criados e adicionados ao projeto QGIS ..	123
Figura 139 - Criando e editando dados pontuais	124
Figura 140 - Opções de aproximação ou aderência entre as camadas	124
Figura 141 - Criando e editando linhas	125
Figura 142 - Criando e editando polígonos	125
Figura 143 - Título do compositor de impressão.....	127
Figura 144 - Ambiente do compositor de impressão e suas funcionalidades	128
Figura 145 - Menu e ferramentas principais do compositor de impressão.....	128
Figura 146 - Adição de grades de coordenadas ao mapa	129
Figura 147 - Definindo o sistema de coordenadas do projeto QGIS	130
Figura 148 - Guia de opções do item adicionado	130

Figura 149 - Melhorando a apresentação do mapa	131
Figura 150 - Informações textuais do cartograma	131
Figura 151 - Resultado em formato PDF	132

Lista de quadros

Quadro 1 - Exemplos de provedores de dados geoespaciais nacionais	44
Quadro 2 - Exemplos de provedores de geosserviços	47
Quadro 3 - Lista de conjunto de dados geoespaciais utilizados ...	48
Quadro 4 - Ferramentas de adição de camadas de informação ...	62
Quadro 5 - Ferramentas da barra de navegação entre feições	77
Quadro 6 - Ferramentas de identificação e seleção de feições ...	78
Quadro 7 - Ferramentas de edição de camadas de informação ...	84
Quadro 8 - Ferramentas de edição básicas	121
Quadro 9 - Ferramentas de edição avançadas	122
Quadro 10 - Exportação e impressão dos mapas editorados ...	132

Apresentação

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, por meio da presente publicação, apresenta o *Acesso e uso de dados geoespaciais*, fruto de metodologias utilizadas em capacitações, desde 2007, para as áreas que precisam manipular dados geoespaciais em suas atividades rotineiras no IBGE. O objetivo principal deste documento é que o leitor seja capaz de acessar dados geoespaciais e utilizar as principais ferramentas de um 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, Geodésia e Geoprocessamento; acesso a dados geoespaciais; ambiente de Sistemas de Informações Geográficas; visualização, simbologia e organização de dados geoespaciais; análise e consulta aos dados geoespaciais; gerenciamento de banco de dados geográficos; edição de feições geográficas; e, por fim, elaboração de cartogramas e impressão de mapas.

João Bosco de Azevedo

Diretor de Geociências

Introdução

O desenvolvimento dos Sistemas de Informação Geográfica - SIG (Geographic Information Systems - GIS) proporcionou o acesso a diversas áreas e grupos técnicos e científicos às informações espaciais. Atualmente, com o uso de ferramentas livres e abertas, é possível que usuário de diversos perfis possam produzir seus próprios mapas e cartogramas, para uso pessoal, acadêmico e profissional. Todos os dados e softwares utilizados neste manual técnico são abertos, gratuitos e livres para edição e compartilhamento, desde que mantidas as informações sobre as fontes produtoras.

Após décadas de domínio do mercado de softwares SIG por companhias privadas, o surgimento e popularização de softwares livres como o QGIS, com desenvolvimento contínuo e compartilhado, proporcionaram notável mudança nos perfis de usuários e no volume de dados tratados, de modo a expandir a funcionalidade do software e sua aplicabilidade. Devido a essa popularização, se faz necessária a sedimentação de determinados conhecimentos técnico-conceituais para o uso satisfatório e eficaz das ferramentas.

Este documento ilustra, portanto, em sua parte inicial, conceitos de Geodésia, Cartografia e Geoprocessamento que são importantes na utilização de softwares SIG, pois estendem a experiência do usuário e sedimentam conclusões importantes.

Posteriormente à conceituação dos princípios fundamentais, parte-se para a apresentação das formas de acesso e obtenção de dados produzidos por diversas fontes. Além disso, são apresentados também os principais tipos de dados geográficos e elementos como metadados e geosserviços.

O ambiente SIG utilizado neste trabalho será o QGIS, por utilizar o padrão aberto de desenvolvimento e disponibilidade, proporcionando maior alcance aos usuários. Este ambiente é detalhado em conjunto com apresentação sobre funcionalidades relevantes, como os complementos (*plugins*) desenvolvidos pela comunidade.

Em seguida à apresentação do ambiente SIG, são expostas suas aplicações nativas, como visualização de camadas de informação; manipulação de simbologia e rótulo, realização de análises, consultas e operações espaciais; e validações topológicas.

Por fim, são apresentadas as ferramentas de edição dos sistemas, com vistas a orientar a elaboração de representações gráficas como mapas e cartogramas, também realizadas no ambiente interno dos SIGs.

Cabe ressaltar, nesta oportunidade, a importância de Anna Lucia Barreto de Freitas, Claudia Maria Luiza Ramos Teixeira (*In memorian*), Marcia de Almeida Mathias, Marcia Regina Gago de Oliveira e Nilo Cesar Coelho da Silva e agradecer-lhes por suas iniciativas e contribuições quando ainda servidores do IBGE. Este Manual constitui, também, uma homenagem a eles e a muitos outros técnicos e pesquisadores que passaram pela Coordenação de Cartografia, ou colaboraram de alguma forma, ao longo do tempo, para o avanço metodológico na Instituição.

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.

Noções de Geodésia

A Geodésia é a ciência que tem por objetivo o estudo e determinação da forma, dimensões, orientação, rotação e campo da gravidade da Terra, bem como as suas variações ao longo do tempo (SIDERIS, 2009, p. v). Portanto, no contexto atual, a Geodésia é o campo das Geociências que estuda o globo terrestre como um sistema dinâmico e complexo, formado por muitas camadas que interagem entre si e com a atmosfera e os oceanos, cujas variações devem ser monitoradas e modeladas no tempo e no espaço (THE INTERNATIONAL..., 2019). Cabe à Geodésia fornecer os sistemas de referência necessários para a vasta gama das demais ciências da Terra que necessitam posicionar, representar e modelar, através de coordenadas, informações sobre eventos e fenômenos na sua superfície e entorno próximo.

Neste contexto, distinguem-se três formas básicas: a superfície terrestre, ou topográfica, onde se desenvolve a maior parte das atividades humanas, incluindo os levantamentos geodésicos e cartográfi-

cos; a superfície de referência física, vinculada ao campo da gravidade terrestre, com grande complexidade matemática, à qual a altitude está associada; e a superfície de referência geométrica, cuja formulação mais simples é adequada para o cálculo de coordenadas planimétricas, latitude e longitude.

Em síntese, as três superfícies da Geodésia são:

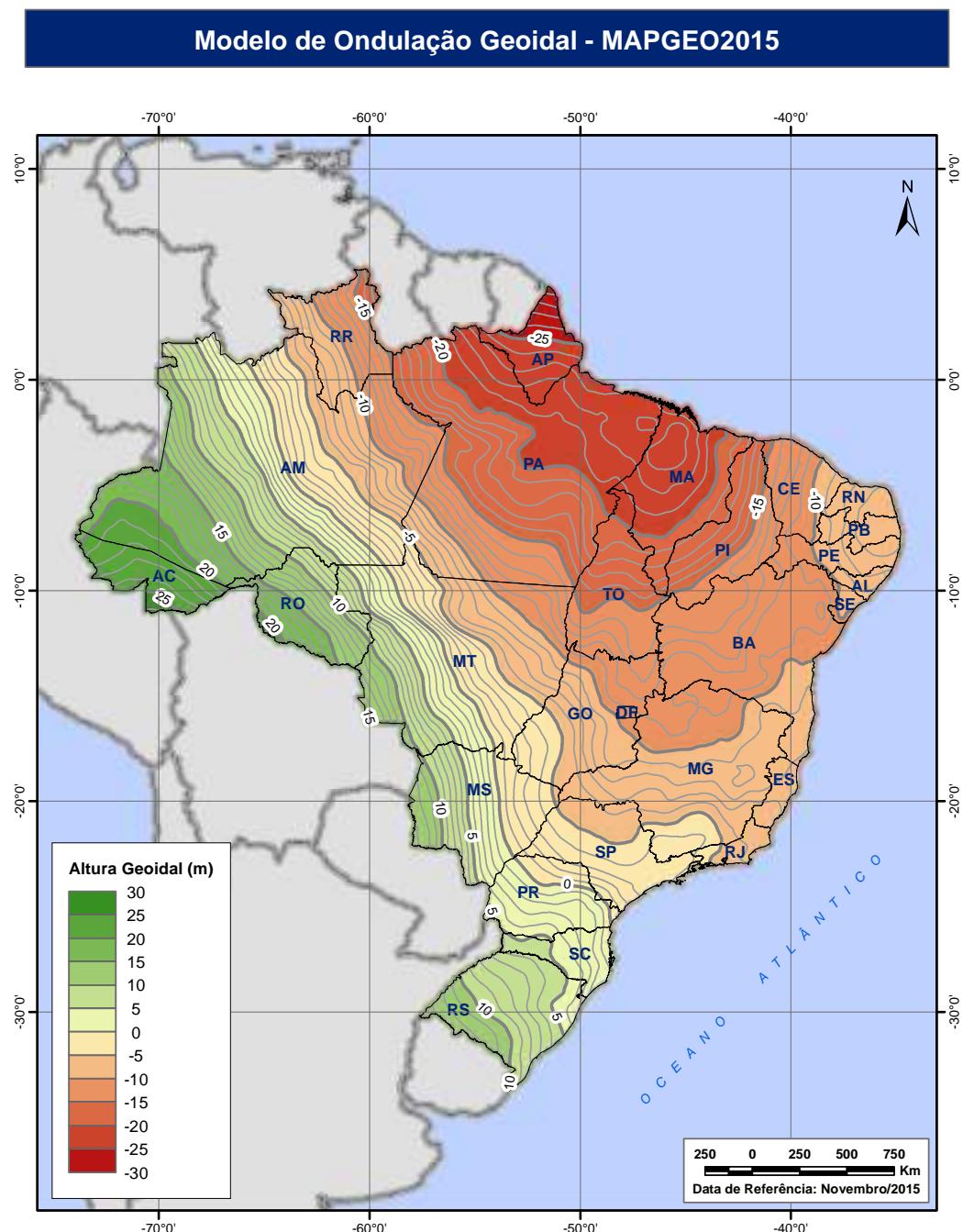
- A superfície física (superfície equipotencial de referência): geoide (superfície de referência vertical);
- A superfície matemática: elipsoide (superfície de referência plani-altimétrica); e
- A superfície terrestre, onde são realizadas as medições.

Superfície de referência física da Terra: geoide

Deve-se ao matemático e geodesista alemão Johann Carl Friedrich Gauss o conceito original da superfície que intercepta a direção da gravidade segundo ângulos retos, e da qual faz parte a superfície dos oceanos. Posteriormente, tal superfície foi denominada geoide por seu assistente e sucessor Johann Benedict Listing (TORGE; MÜLLER, 2012). Assim, o chamado “geoide de Gauss-Listing” é tradicionalmente definido como a superfície equipotencial do campo da gravidade da Terra que coincide com o nível médio não perturbado dos mares ou, modernamente, como a que “melhor se ajusta, em termos de mínimos quadrados, ao nível médio global dos oceanos” (SÁNCHEZ, 2007, p. 638). Muitos esforços da Geodésia têm se concentrado na determinação do geoide como superfície de referência para a representação das altitudes de forma consistente com o entendimento da direção do fluxo das águas.

O geoide tem formato levemente irregular que acompanha as variações de distribuição de massa da Terra. As chamadas ondulações geoidais, também conhecidas como alturas geoidais, são suaves e variam globalmente entre -110m e +85m, em relação ao elipsoide de referência. No Brasil, as alturas geoidais fornecidas pelo modelo de ondulações geoidais do Brasil - MAPGEO2015 variam entre -30m e +26m conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 - O MAPGEO2015, modelo de ondulações geoidais do Brasil



Fonte: Modelo de ondulação geoidal - MAPGEO2015. Rio de Janeiro: IBGE; São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - Epusp, 2015. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/modelos-digitais-de-superficie/modelos-digitais-de-superficie/10855-modelo-de-ondulacao-geoidal.html?=&t=downloads>. Acesso em: ago. 2019.

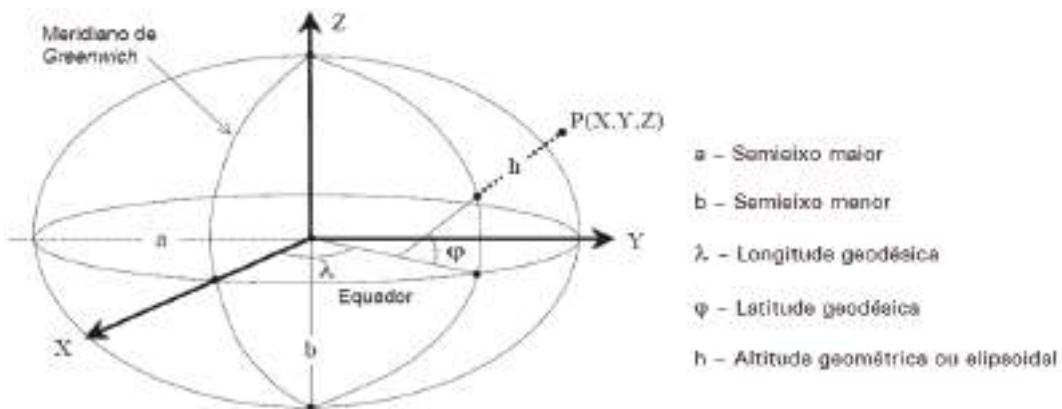
Superfície de referência geométrica da Terra: elipsoide de revolução

O elipsoide de revolução é o sólido mais adequado para representar informações na superfície da Terra, e é obtido a partir da figura geométrica de uma elipse rotacionada em torno de seu eixo menor. Tendo em vista que, modernamente, os sistemas de referência geodésicos são realizados por meio de coordenadas cartesianas (xyz), a associação de um elipsoide de revolução aos eixos cartesianos possibilita a obtenção das coordenadas geodésicas ou elipsoidais, sendo elas:

- **Longitude geodésica (λ):** é o ângulo entre o plano do meridiano de referência (Greenwich) e o do meridiano do ponto considerado, contado no plano do equador, variando de 0° a 360° ou de -180° a $+180^\circ$;
- **Latitude geodésica (ϕ):** é o ângulo entre o plano equatorial e a normal ao elipsoide que passa pelo ponto considerado, contado ao longo do meridiano do ponto, variando de 0° a $\pm 90^\circ$ entre o Equador e os Polos;
- **Altitude geométrica ou elipsoidal (h):** é a distância medida ao longo da normal ao elipsoide entre este e o ponto considerado. As altitudes geométricas não podem ser utilizadas para representar a direção do fluxo das águas, pois não possui vínculo com o campo da gravidade.

A Figura 2 ilustra a superfície matemática da Terra, o elipsoide de revolução.

Figura 2 - Elipsoide de revolução



Fonte: Gamael, C. Introdução ao ajustamento de observações: aplicações geodésicas. Curitiba: Editora UFPR, 1994. p 17. Adaptado.

As superfícies associadas à altitude

Com o objetivo de se obter altitudes vinculadas ao campo da gravidade adota-se o geoide como superfície de referência, sendo necessário determinar a separação entre geoide e elipsoide, a ondulação geoidal. Deste modo define-se:

- **Altitude ortométrica (H):** distância medida ao longo da vertical do lugar, do ponto considerado até o geoide. Ela independe do elipsoide de referência e tem significado físico. Historicamente, em função da inexistência de informação gravimétrica nos primeiros anos de implantação da Rede Altimétrica, o IBGE utilizou uma aproximação da altitude ortométrica, sem, contudo, alterar esse

nome (ESPECIFICAÇÕES..., 2017). A bibliografia geodésica científica atribui a denominação “normal-ortométrica” àquela aproximação. Atualmente, o IBGE utiliza outro tipo de altitude física, devido à dificuldade de obtenção da gravidade média entre a superfície física e o geoide (IBGE, 2019) - as altitudes normais (H^*), cuja superfície de referência não é o geoide, mas sim o quase-geoide.

- **Ondulação geoidal ou altura geoidal (N):** distância entre as superfícies do geoide e a do elipsoide, contada ao longo da normal do ponto considerado. No caso de adoção de outros tipos de altitude física que não a ortométrica, deve-se proceder à adequada substituição da altura geoidal; para as altitudes normais, a opção correta é a chamada anomalia de altura, ζ (REAJUSTAMENTO..., 2018).

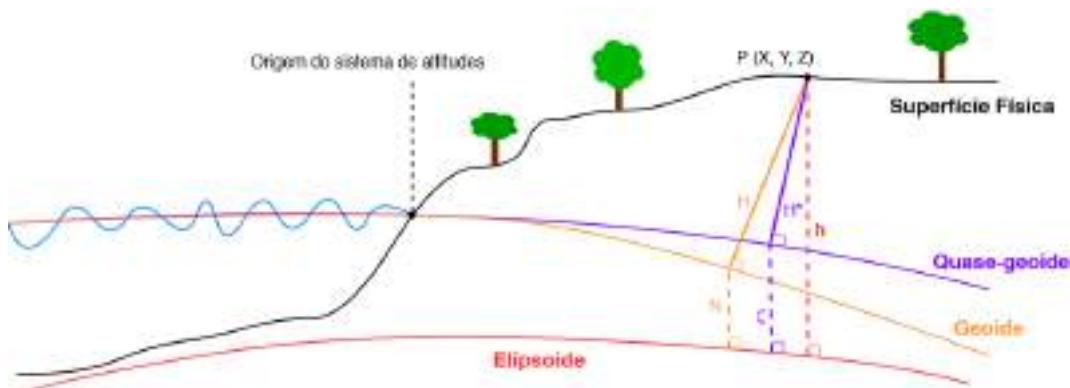
As equações 1a e 1b apresentam a relação aproximada entre as superfícies.

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

$$H^* = h - \zeta \quad (\text{equação 1b})$$

A Figura 3 apresenta a associação entre superfícies e altitudes.

Figura 3 - As superfícies associadas à altitude

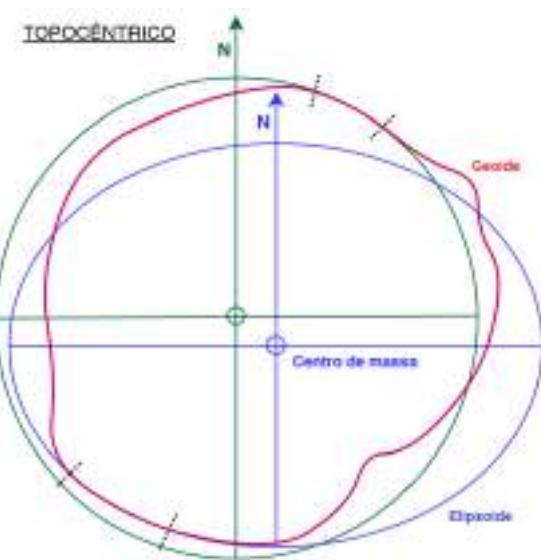


Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Sistemas de referência regionais ou topocêntricos

Os sistemas geodésicos regionais, conforme ilustra a Figura 4, eram referenciais adaptados a uma região (país ou continente) devido à limitação dos métodos de posicionamento então utilizados, como, por exemplo, a poligonação. Permite a possibilidade de existência de mais de um sistema de referência em cada região ou país. No Brasil, por exemplo, os sistemas geodésicos regionais utilizados foram: Chuá-Astro Datum; South American Datum 1969 - SAD 69 e Córrego Alegre.

Figura 4 - Referencial geodésico regional

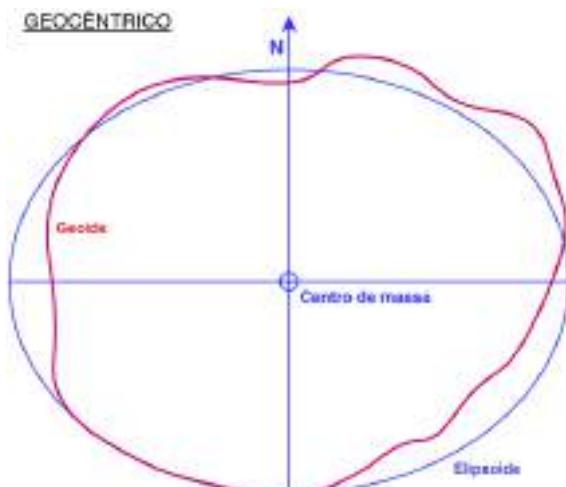


Fonte: Gaspar, J. A. Dicionário de ciências cartográficas. Lisboa: Lidel, 2004. p. 100. Adaptado.

Sistemas de referência globais ou geocêntricos

Os sistemas geodésicos globais, conforme ilustra a Figura 5, são compatíveis com as modernas técnicas de posicionamento espacial 3D e possibilita levantamentos de melhor precisão e acurácia. Como exemplo, pode-se destacar os Sistemas Globais de Navegação por Satélite (Global Navigation Satellite System - GNSS), nome genérico dado a todos sistemas de navegação por satélite, dentre os quais destaca-se o Global Positioning System - GPS. A origem destes sistemas é o centro de massa da Terra e por isso são denominados de Sistemas geocêntricos. No caso do GPS, o sistema de referência é o World Geodetic System 1984 - WGS 84. O Brasil adotou oficialmente o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas - SIRGAS2000, época 2000,4, o qual é uma densificação do Sistema/Rede de Referência Internacional (International Terrestrial Reference System/Frame - ITRS/ITRF) 2000, nas Américas.

Figura 5 - Referencial geodésico global



Fonte: Gaspar, J. A. Dicionário de ciências cartográficas. Lisboa: Lidel, 2004. p. 100. Adaptado.

Importância de um referencial geodésico único

A Figura 6 mostra um acidente que aconteceu em São Paulo em 2001, quando a máquina de perfuração da empreiteira atingiu um gasoduto da Petrobrás, justamente pelos mapas e plantas utilizarem sistemas de referência diferentes. Cerca de 2 000 pessoas tiveram que deixar suas casas durante 28 horas e a estrada foi bloqueada por 12 horas.

Em termos práticos, para que uma informação seja representada em um mapa ou SIG, as coordenadas que descrevem sua posição devem ser expressas no mesmo sistema geodésico de referência adotado no mapa ou SIG. Caso a informação tenha coordenadas referidas a um sistema geodésico diferente daquele adotado no mapa ou SIG, elas deverão ser adequadamente transformadas. Por exemplo, as coordenadas atualmente disponíveis no Banco de Dados Geodésicos (BDG) do IBGE referem-se ao SIRGAS2000, que, em relação ao SAD69, apresentam diferenças aproximadas de 48 metros em longitude, 37 metros em latitude e 23 metros na altitude elipsoidal, na região de Macapá, enquanto que, em João Pessoa, as diferenças aproximadas se alteram para 35m, 44m e 29m, respectivamente.

Figura 6 - Acidente em função do uso de referenciais geodésicos distintos



Fonte: Gás vaza, para estrada e esvazia casas. Folha de S. Paulo, São Paulo, 16 jun. 2001. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/fsp/cotidian/ff1606200101.htm>. Acesso em: ago. 2019.

Referencial geodésico oficial do Brasil

Segundo o Art. 21 da Constituição Federal do Brasil de 1988, compete à União organizar e manter os serviços oficiais de estatística, geografia, geologia e cartografia de âmbito nacional. O Art. 22 diz que compete privativamente à União legislar sobre os sistemas estatístico, cartográfico e de geologia nacionais (BRASIL, 2017).

O Decreto-Lei n. 243, de 28.02.1967, que fixa as diretrizes e bases da cartografia brasileira, diz no Art. 12 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 (BRASIL, 1967).

Em 25 de fevereiro de 2015, o SIRGAS2000 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 WGS 84 é compatível com o SIRGAS2000.

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 (NOÇÕES..., 1999).

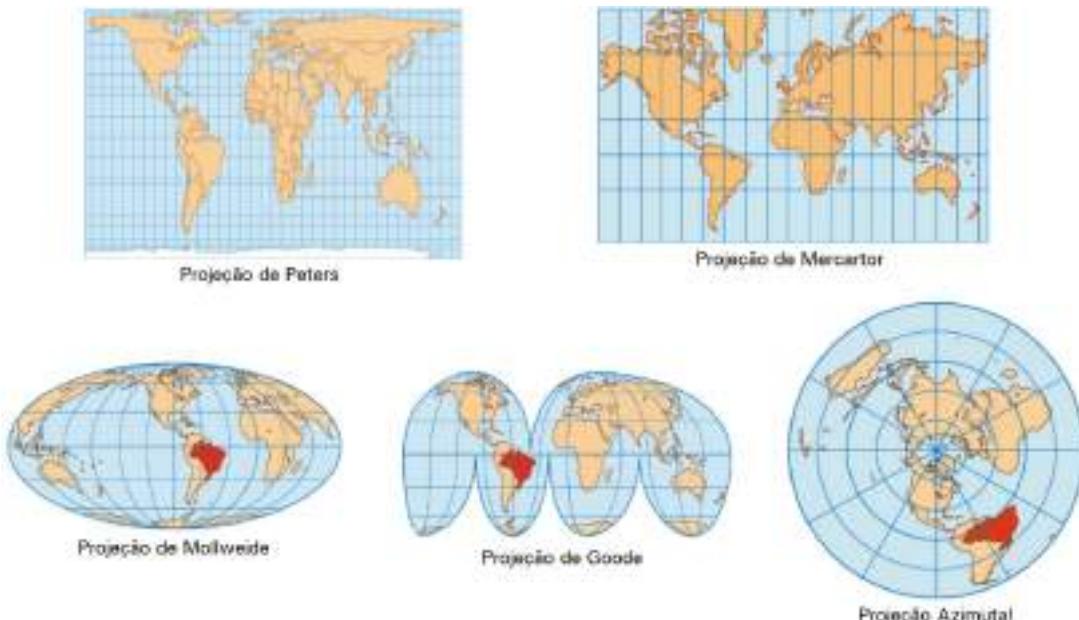
Nesta seção são apresentados conceitos de projeção e escala cartográfica essenciais para a manipulação dos dados geoespaciais num ambiente SIG. Também são apresentados os referenciais geodésicos e cartográficos mais usuais e recomendados na utilização de dados geoespaciais num ambiente SIG.

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 7 ilustra alguns exemplos de projeções cartográficas.

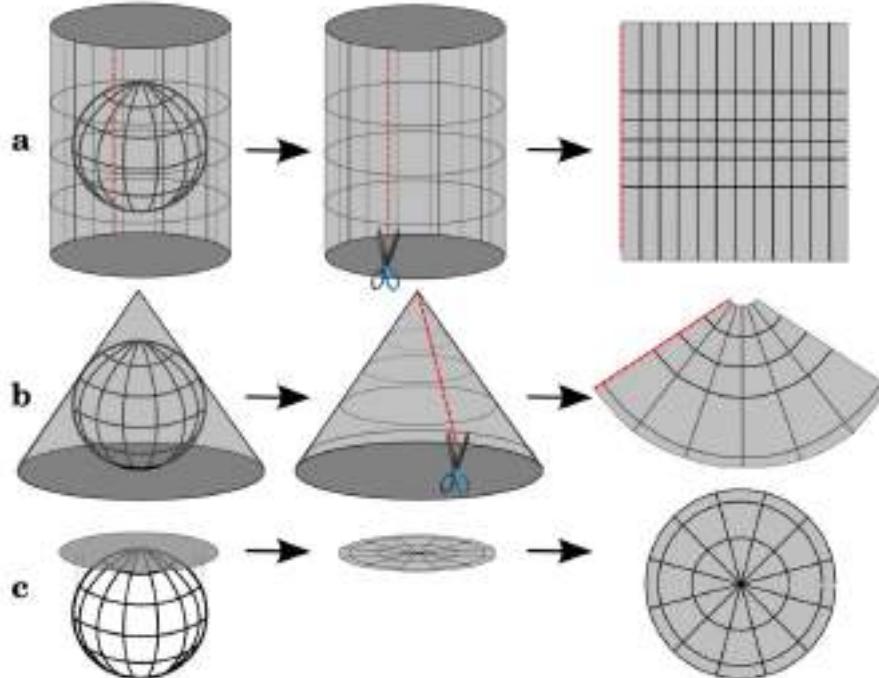
Figura 7 - Exemplos de projeções cartográficas



Fonte: Projeções cartográficas. São Paulo: Curso Objetivo, [2019]. Disponível em: https://www.curso-objetivo.br/vestibular/roteiro_estudos/projecoes_cartograficas.aspx. Acesso em: ago. 2019. Adaptado.

As projeções cartográficas são classificadas, principalmente, quanto à superfície de projeção e suas propriedades. Quanto à superfície, elas são classificadas em: plana, cônica e cilíndrica, conforme Figura 8.

Figura 8 - Classificação das projeções cartográficas quanto à superfície



Fonte: QGIS. [s. n.], 2019. Disponível em: <https://www.qgis.org/en/site/>. Acesso em: ago. 2019. Adaptado.
Nota: (a) Cilíndrica, (b) Cônica e (c) Plana.

- **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).
- **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 afilíticas.

- **Equidistantes:** são as que não apresentam deformações lineares, isto é, os comprimentos são representados em escala uniforme. Dentre as representações usuais de Mapas mundi utiliza-se a projeção cilíndrica equidistante.
- **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 de Albers.

- 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, tal como distorcer ao mínimo comprimento, área ou ângulo. São exemplos as projeções de Robinson e a cilíndrica de Miller.

Segundo o IBGE em *Noções Básicas de Cartografia* (1999), 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

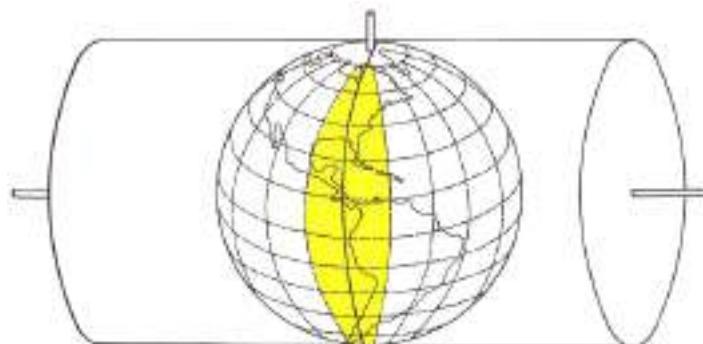
A projeção policônica é apropriada para uso em países ou regiões de extensão predominantemente norte-sul e com menor extensão leste-oeste. No Brasil é empregada na elaboração dos mapas da série Brasil, regionais, estaduais e temáticos, conforme ilustra a Figura 9.

Figura 9 - Cartograma do mapa político da série Brasil na escala 1:5 000 000

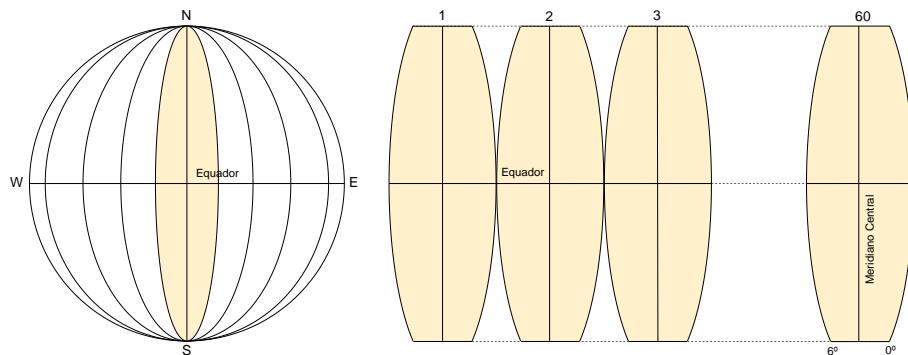


Fonte: Mapa político. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. 1 mapa, color. Escala 1:5 000 000. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/mapas_do_brasil/politico/brasil_politico5000k_2016.pdf. Acesso em: jul. 2019.

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 Figuras 10 e 11. Este sistema foi adotado pela Diretoria de Serviço Geográfico - DSG do Exército e pelo IBGE como padrão para o mapeamento sistemático brasileiro.

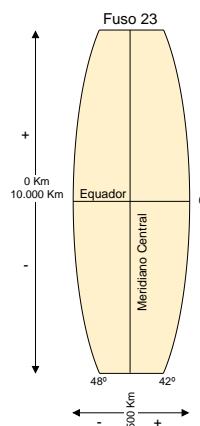
Figura 10 - Sistema de projeção UTM: cilindro secante na posição transversa

Fonte: Noções básicas de cartografia. Rio de Janeiro: IBGE, 1999. p. 42 (Manuais técnicos em geociências, n. 8). Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv8595_v1.pdf. Acesso em: ago. 2019. Adaptado.

Figura 11 - Exemplos de fusos da projeção UTM

Fonte: Noções básicas de cartografia. Rio de Janeiro: IBGE, 1999. p. 44 (Manuais técnicos em geociências, n. 8). Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv8595_v1.pdf. Acesso em: ago. 2019. Adaptado.

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 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 12 exemplifica o sistema de coordenadas de um fuso UTM.

Figura 12 - Sistema de coordenada de um fuso UTM

Fonte: Noções básicas de cartografia. Rio de Janeiro: IBGE, 1999. p. 44 (Manuais técnicos em geociências, n. 8). Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv8595_v1.pdf. Acesso em: ago. 2019. Adaptado.

Exemplo de notação das coordenadas:

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

No Brasil são oito fusos UTM, de 6 em 6 graus, cobrindo todo o Território Nacional, conforme ilustra a Figura 13.

Figura 13 - Fusos UTM no Brasil



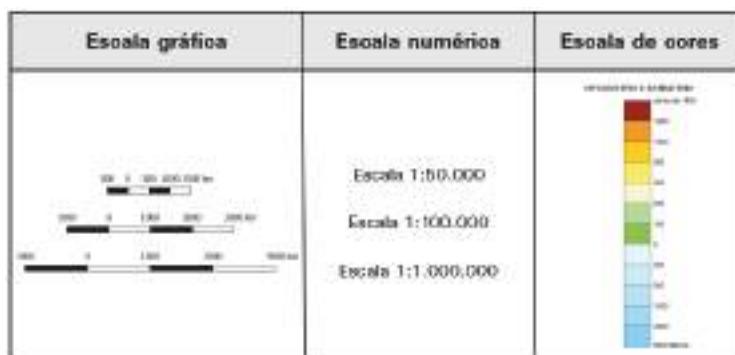
Fonte: Noções básicas de cartografia. Rio de Janeiro: IBGE, 1999. p. 51 (Manuais técnicos em geociências, n. 8). Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv8595_v1.pdf. Acesso em: ago. 2019. Adaptado.

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 e de cores. A Figura 14 exemplifica os tipos de escala.

Figura 14 - Tipos de escalas cartográficas

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Segundo o IBGE em *Noções Básicas de Cartografia* (1999), 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:

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

Escalas do mapeamento topográfico

As cartas e mapas, topográficos e geográficos, são documentos cartográficos com aplicações generalizadas, que apresentam os acidentes naturais e artificiais (NOÇÕES..., 1999) 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.

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 = 500m;
- Série de 1:25 000: carta topográfica onde 1cm = 250m.

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 produz 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.

Noções de Geoprocessamento

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

Um dado espacial descreve um fenômeno associado a alguma dimensão no espaço. Um dado geográfico ou geoespacial é um dado espacial em que a dimensão 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, Computer Aided Design - CAD, GNSS, sensoriamento remoto de imagens orbitais (satélite) e não orbitais (fotogrametria), conforme ilustra a Figura 15.

Figura 15 - Tecnologias de Geoprocessamento



Fonte: Domingues, C. V.; Simões, L. L. O SIG na gestão pública: análise crítica de um caso bem-sucedido – desafios e perspectivas. *Exacta*, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 354, jul./dez. 2007. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/index.php?journal=exacta&page=article&op=view&path%5B%5D=1185>. Acesso em: ago. 2019. Adaptado.

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. Por exemplo: Base Cartográfica Contínua - um conjunto de dados geoespaciais de referência, estruturados em bases de dados digitais, permitindo uma visão integrada do Território Nacional.
- **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. Por exemplo: imagens do território - 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.
- **Modelos digitais de elevação (MDE):** modelos digitais que representam as altitudes da superfície topográfica agregada aos elementos geográficos existentes sobre ela, como cobertura vegetal e edificações.
- **Modelo digital de terreno (MDT):** modelos digitais que representam as altitudes da superfície topográfica, desconsiderando as alturas dos elementos geográficos existentes sobre ela, como cobertura vegetal e edificações.
- **Dados tabulares:** são dados associados ou não aos dados gráficos ou espaciais, na estrutura vetorial, que podem contemplar diferentes informações descritivas e complementares das entidades espaciais.

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 16 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. Esta representação permite a descrição da posição e direção das feições.

Figura 16 - Representação vetorial (ponto, linha e área)



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

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.

A Figura 17 ilustra a representação geográfica na estrutura matricial, oriundas de dados de sensoriamento remoto. É possível observar que o nível de detalhamento muda de acordo com a resolução espacial de diferentes sensores.

Figura 17 - Representação matricial (raster) e comparação entre diferentes sensores

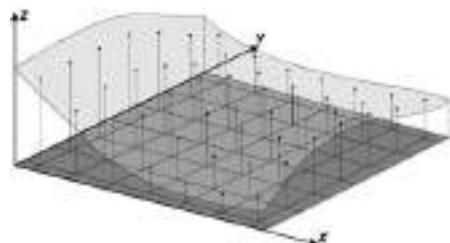


Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Representação geográfica do relevo

Modelos Numéricos de Terreno (grade regular) são uma representação matricial onde cada elemento da matriz está associado a um valor numérico, conforme Figura 18.

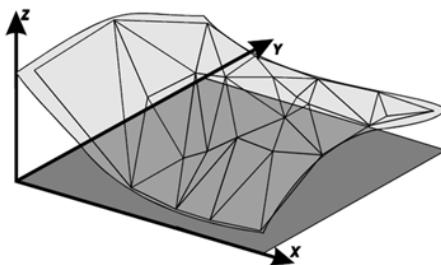
Figura 18 - Representação do relevo em grade (formato matricial)



Fonte: Câmara, G.; Monteiro, A. M. V. Conceitos básicos em ciências da geoinformação. In: Câmara, G; Davis, C.; Monteiro, A. M. V. Introdução à ciência da geoinformação. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, 2001. p. 27.

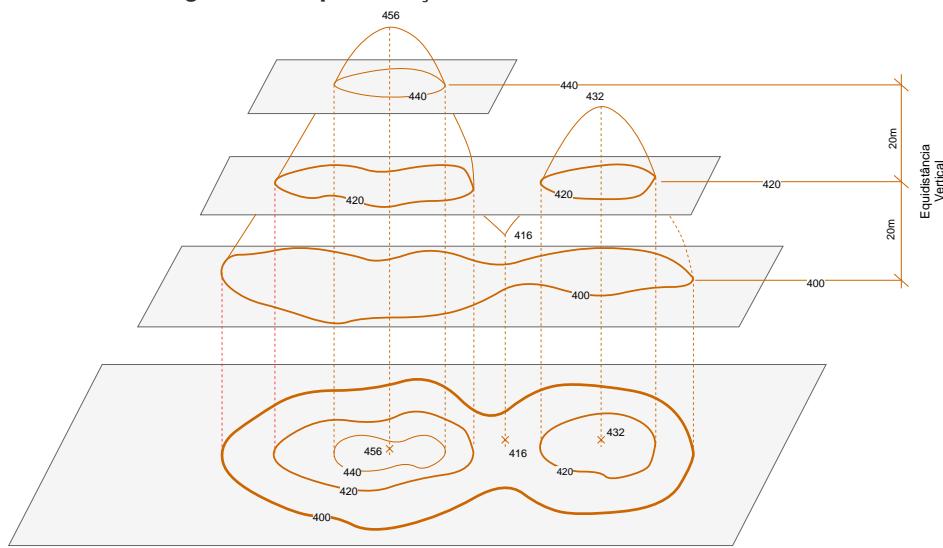
Malhas ou grades triangulares ou *triangular irregular network* - TIN são uma estrutura do tipo vetorial com topologia do tipo nó-arco e representam uma superfície através de um conjunto de faces triangulares interligadas. Para cada um dos três vértices da face do triângulo são armazenadas as coordenadas de localização (x, y) e o atributo z, com o valor de elevação ou altitude, conforme Figura 19.

Figura 19 - Representação do relevo em grade triangular (formato vetorial)



Fonte: Câmara, G.; Monteiro, A. M. V. Conceitos básicos em ciências da geoinformação. In: Câmara, G; Davis, C.; Monteiro, A. M. V. Introdução à ciência da geoinformação. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, 2001. p. 28.

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 20 mostra a ideia e visualização de curvas de nível (NOÇÕES..., 1999).

Figura 20 - Representação do relevo em curvas de nível

Fonte: Noções básicas de cartografia. Rio de Janeiro: IBGE, 1999. p. 80 (Manuais técnicos em geociências, n. 8). Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv8595_v1.pdf. Acesso em: ago. 2019. Adaptado.

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 ou um conjunto deles, que caracteriza um dado fenômeno geográfico, conforme a Figura 21.

Figura 21 - Representação dos atributos

	tx_codinchorodinv	cd_ipathorod	cd_justificac	cd_revestimento	cd_situacaofisica	nr_pista
1	PT-313	Rodovia	Estatudal	Pavimentado	Construída	L
2	BR-233	Rodovia	Estatudal	Leito natural	Construída	L
3	PA-226	Rodovia	Estatudal	Pavimentado	Construída	L
4	PA-026	Rodovia	Estatudal	Leito natural	Construída	L
5	MA-318	Rodovia	Estatudal	Pavimentado pr...	Construída	L
6	CE-257	Rodovia	Estatudal	Pavimentado	Construída	L
7	BR-401/PE-230	Rodovia	Federal	Pavimentado	Construída	L
8	BA-152	Rodovia	Estatudal	Pavimentado	Construída	L
9	BR-324	Rodovia	Protocolar	Pavimentado	Construída	L
10	BA-126	Rodovia	Estatudal	Pavimentado	Construída	L
11	BR-459	Rodovia	Estatudal	Pavimentado	Construída	L
12						

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

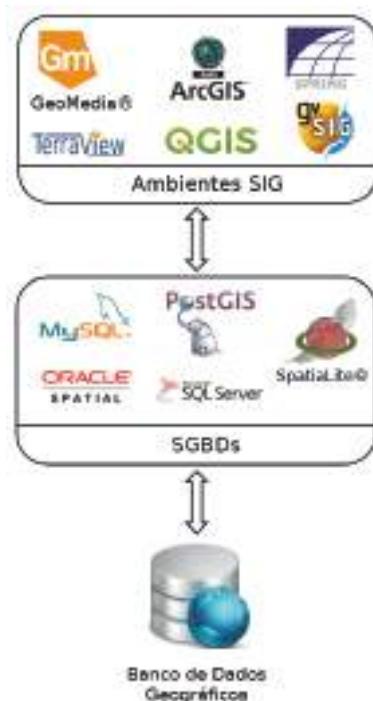
Banco de dados geográficos

Segundo Casanova e outros (2005), os Bancos de Dados Geográficos - BDG são, para os Sistemas de Informação Geográfica, o ponto central da arquitetura e 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 de Gerenciamento de Banco de Dados - SGBD controlam este acesso, conforme ilustra a Figura 22.

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

Figura 22 - Formas de acesso ao banco de dados geográficos



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

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 SGBDs comerciais e livres são:

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

Relacionamentos espaciais

Segundo o padrão da International Organization for Standardization - ISO/ Open Geospatial Consortium - 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* (sobrepõem); 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 área; entre linhas; entre linha e área; e entre áreas.

A Figura 23 mostra os relacionamentos possíveis com a geometria ponto.

Figura 23 - Relacionamentos espaciais entre as geometrias do tipo ponto, linha e área

	PONTO / PONTO	PONTO / LINHA	PONTO / POLÍGONO
Disjunto	• •	• / —	• / ○
Ajacente/Fronteira	• •	— •	— ○
Perto de	• — ○	— • ○	— ○ —
Acima/Abaixo	○ — ○	○ — ○	○ — ○
Em frente a	• •		
Dentro de			○ — ○
Sobre		— ○	
Coincidente	• •	—	

Fontes: 1. Borges, K. A. de V. Modelagem de dados geográficos: uma extensão do modelo OMT para aplicações geográficas. 1997. p. 78. Dissertação (Mestrado em Administração Pública) – Escola de Governo, Fundação João Pinheiro, Belo Horizonte, 1997. Disponível em: http://www.dpi.inpe.br/cursos/ser300/Referencias/karla_tese.pdf. Acesso em: ago. 2019. 2. Comissão Nacional de Cartografia (Brasil). Especificações técnicas para estruturação de dados geoespaciais digitais vetoriais. Versão 2.0. Brasília, DF: Concar, 2007. p. 7-8. Disponível em: http://www.brasil2100.com.br/files/7714/5270/4672/EDGV_V20.pdf. Acesso em: ago. 2019. Adaptado.

A Figura 24 mostra os relacionamentos possíveis entre as geometrias linha e área.

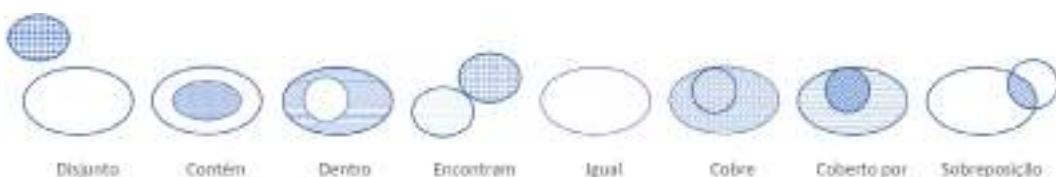
Figura 24 - Relacionamentos espaciais entre as geometrias do tipo linha e área

	LINHA / LINHA	LINHA / POLÍGONO
Disjunto	— —	— ○
Toca	— •	— ○
Cross	— • —	— ○
Coincidente	— A, D	
Acima/Abaixo	— — —	— ○
Ajacente	— — —	— ○
Perto de	— — —	— ○
Entre	— —	
Paralelo a	— —	
Sobre	— — —	— ○
Dentro		○ — ○
Abraçado		— ○
Em frente a		— ○

Fontes: 1. Borges, K. A. de V. Modelagem de dados geográficos: uma extensão do modelo OMT para aplicações geográficas. 1997. p. 78. Dissertação (Mestrado em Administração Pública) – Escola de Governo, Fundação João Pinheiro, Belo Horizonte, 1997. Disponível em: http://www.dpi.inpe.br/cursos/ser300/Referencias/karla_tese.pdf. Acesso em: ago. 2019. 2. Comissão Nacional de Cartografia (Brasil). Especificações técnicas para estruturação de dados geoespaciais digitais vetoriais. Versão 2.0. Brasília, DF: Concar, 2007. p. 7-8. Disponível em: http://www.brasil2100.com.br/files/7714/5270/4672/EDGV_V20.pdf. Acesso em: ago. 2019. Adaptado.

A Figura 25 mostra os relacionamentos possíveis entre as geometrias do tipo área.

Figura 25 - Relacionamentos espaciais entre as geometrias do tipo área



Fonte: Borges, K. A. de V. Modelagem de dados geográficos: uma extensão do modelo OMT para aplicações geográficas. 1997. p. 16. Dissertação (Mestrado em Administração Pública) – Escola de Governo, Fundação João Pinheiro, Belo Horizonte, 1997. Disponível em: http://www.dpi.inpe.br/cursos/ser300/Referencias/karla_tese.pdf. Acesso em: ago. 2019. Adaptado.

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; THEARLE, 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; KEMP, 1990, tradução nossa)

Saiba mais

O Manual Técnico de Avaliação da Qualidade de Dados Geoespaciais apresenta uma lista completa de aspectos topológicos que um Banco de dados geográfico deve obedecer. O Manual está disponibilizado gratuitamente em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101669>

Sistema de Informação Geográfica - SIG

Um 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 26 (LONGLEY et al., 2013). Possibilita, dentre outros, a integração de dados e de sistemas, o armazenamento e o processamento remoto e em nuvem.

Figura 26 - Os seis componentes do SIG



Fonte: Longley, P.A. et al. Sistemas e ciência da informação geográfica. Tradução André Schneider et al. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. p. 25. Título original: Geographic information system and science. Adaptado.

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.

Superfícies a serem consideradas num ambiente SIG

Em um ambiente SIG, geralmente, adota-se como referencial cartográfico um sistema de coordenadas geográficas e, no caso do Brasil, o referencial geodésico SIRGAS2000.

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, com os parâmetros ajustados à 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 à apresentação e aplicação do produto.

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

Acesso a dados geoespaciais

Ao longo das últimas décadas, houve uma crescente disponibilidade de dados online e gratuitos. As formas clássicas de acesso a estes dados são cada vez mais incomuns, frente ao surgimento de repositórios online que oferecem a vantagem do acesso a qualquer momento e através de qualquer equipamento com conexão com a Internet. Entre as formas atuais de acesso a dados, destacam-se: catálogo de metadados, serviços, dados em nuvem, download, aplicações mobile, coleções digitais, entre outras.

É possível encontrar uma infinidade de dados geoespaciais disponibilizados de maneira gratuita e que atendem a uma vasta gama de aplicações. Entre outros fatores, o amplo acesso a dados geoespaciais se dá pela adesão de governos a políticas de dados abertos. O apoio à administração, ao planejamento, à gestão, análises de riscos ambientais e formulação de políticas públicas de transporte são alguns exemplos de fatores que corroboram com a importância do livre acesso aos dados geoespaciais.

O Decreto n. 8.777, de 11.05.2016 define dados abertos como:

[...] dados acessíveis ao público, representados em meio digital, estruturados em formato aberto, processáveis por máquina, referenciados na internet e disponibilizados sob licença aberta que permita sua livre utilização, consumo ou cruzamento, limitando-se a creditar a autoria ou a fonte. Esses dados não podem ter restrição de patentes ou mecanismos de controle. (BRASIL, 2016, p. 21)

Atrelado a esses fatores, a variedade de softwares para processamento e editoração de dados espaciais implicou na disponibilidade de produtos em diversos formatos e modelagens.

Apesar do aumento da oferta de dados geoespaciais, ainda se observam dificuldades de acesso à informação geográfica - IG, seja por desconhecimento dos mecanismos de busca, por desconhecimento dos produtores e de seus produtos, por falta de documentação sobre os dados ou dificuldades de transferência de dados (compartilhamento) ou por falta de padronização.

Esse capítulo tem como objetivo orientar o usuário, tanto gestores quanto a sociedade, aos canais de distribuição de dados geoespaciais e às formas de acesso aos dados. Se o usuário não chega à informação, limita-se o reuso dos dados e toda a cadeia perde valor. O conhecimento sobre os meios de acesso aos dados otimiza as buscas, ampliando as aplicações, conduzindo análises mais precisas e reduzindo a duplicidade de esforços.

Aqui destacamos dois possíveis caminhos para acesso e consumo a dados geoespaciais: busca diretamente nos portais dos produtores ou busca em repositório e catálogos que capturam dados de diferentes instituições e distribuem de maneira centralizada, de acordo com padrões predefinidos. Esses repositórios podem ser temáticos ou direcionados a determinadas aplicações.

Entre os principais produtores de informação geoespacial no Brasil, destacam-se o IBGE e a Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro - DSG/EB. Além dessas, também merecem destaque o Ministério do Meio Ambiente, o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA, as universidades, demais órgãos e instituições que dão suporte à infraestrutura, à administração das esferas estaduais e municipais, entre outros agentes.

Para o usuário que conhece a fundo os produtos disponibilizados por esses agentes, é possível que o acesso seja mais eficiente através dos sites dessas instituições. Para os usuários que não conhecem os catálogos de produtos desses órgãos e não tem familiaridade com os sites das instituições, a busca em repositórios centralizados pode ser mais fácil.

Destacamos que esse capítulo não tem por objetivo encerrar a discussão sobre acesso aos dados geoespaciais, mas sim apresentar exemplos e opções de formatos de dados e canais de acesso.

Infraestrutura de dados espaciais

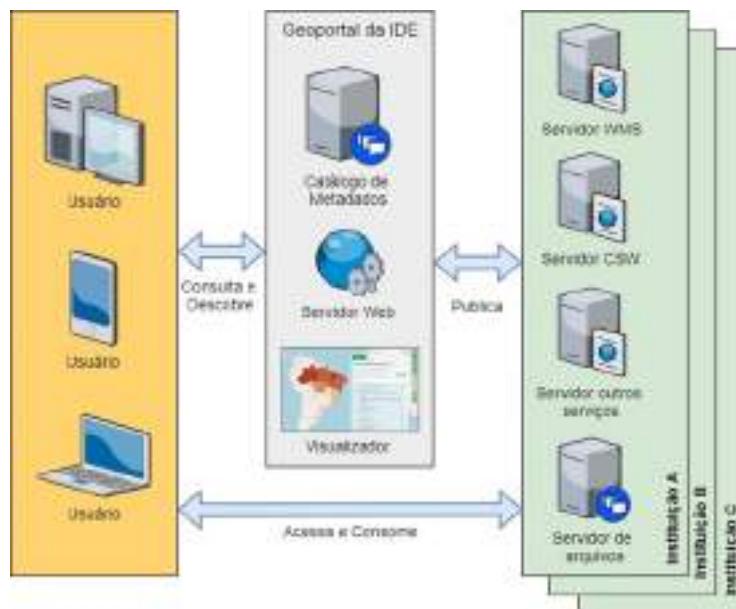
As infraestruturas de dados espaciais - IDEs têm destaque no compartilhamento e harmonização de IG. Essas infraestruturas e a forma de distribuição dos dados por meio de serviços e catálogos representam o novo paradigma de acesso a dados geoespaciais. São componentes de uma IDE os padrões, as políticas, as tecnologias, acordos e arranjos entre agentes, e a própria comunidade, tanto de produtores, quanto de usuários.

As IDEs visam uniformizar os dados a partir da elaboração de normas e padrões para modelagem, aquisição, distribuição, entre outras. Franke e Bias (2016, p. 550) resumem o funcionamento das IDEs destacando como os componentes se integram:

Os usuários acessam remotamente os dados e metadados geoespaciais armazenados nos diversos bancos de dados dos provedores, por meio de uma interface única de acesso, normalmente um Geoportal. A instituição, gestão e coordenação de toda a estrutura são regidas por um conjunto de políticas. O acesso, o armazenamento e a publicação dos dados e metadados são garantidos por meio da infraestrutura tecnológica. Ao mesmo tempo, os dados e metadados disponibilizados devem atender às normas e padrões estabelecidos.

A Figura 27 ilustra o funcionamento de uma IDE e a interação entre usuário, geoportal e servidores. O usuário consulta e descobre os dados a partir do catálogo de metadados, geosserviços ou visualizadores, disponíveis em uma interface única de acesso, ou seja, o geoportal. Assim, o usuário acessa e consome os dados geoespaciais provenientes de diferentes instituições. As instituições, por sua vez, publicam seus dados e metadados em observância às normas e padrões estabelecidos para a IDE.

Figura 27 - Divulgação e distribuição de dados a partir de uma IDE



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

No Brasil, a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais - INDE foi instituída oficialmente em novembro de 2008, pelo Decreto n. 6.666, de 27.11.2008, que a define como:

[...] conjunto integrado de tecnologias; políticas; mecanismos e procedimentos de coordenação e monitoramento; padrões e acordos, necessário para facilitar e ordenar a geração, o armazenamento, o acesso, o compartilhamento, a disseminação e o uso dos dados geoespaciais de origem federal, estadual, distrital e municipal. (BRASIL, 2008, p. 57)

O geoportal da INDE, chamado SIG Brasil – portal brasileiro de dados geoespaciais, oferece acesso aos dados das instituições que aderiram à INDE através de um visualizador de mapas, um catálogo de metadados, um catálogo de geosserviços e uma área de download. Recomendamos ao leitor visitar <www.inde.gov.br> e explorar cada um desses canais. O acesso aos geosserviços será apresentado nas sessões seguintes.

A partir do geoportal da INDE é possível encontrar, visualizar e combinar informações de diferentes produtores. Essas análises auxiliam o usuário na seleção dos dados que melhor atendem às suas necessidades.

A Figura 28 apresenta um exemplo de visualização de dados de diferentes instituições através do visualizador de mapas da INDE. São apresentadas as camadas “Creches_e_Preescolas”, do serviço “Ministério de Planejamento, Desenvolvimento e Gestão”, e “analfabetismo de 15 a 29 anos 2010”, do IBGE.

Figura 28 - Visualização de dados pelo geoportal da INDE



Fonte: Visualizador de mapas da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais. Brasília, DF: INDE, 2019. Disponível em: <https://visualizador.inde.gov.br/>. Acesso em: ago. 2019.

O Quadro 1 relaciona alguns domínios de acesso a dados espaciais, compreendendo diferentes catálogos ou IDEs. O quadro abaixo traz apenas alguns exemplos, porém existem inúmeros outros catálogos disponíveis.

Quadro 1 - Exemplos de provedores de dados geoespaciais nacionais

Nome	Descrição	URL
BDGEX	Banco de Dados Geográfico do Exército	https://bdgex.eb.mil.br/mediador/
Mapas	Portal de Mapas – IBGE	https://portaldemapas.ibge.gov.br
DGI	Catálogo de Imagens – DGI/INPE	http://www.dgi.inpe.br/CDSR/
GEOINFO	IDE da Embrapa	http://geoinfo.cnpm.embrapa.br/
DataGEO	Sistema Ambiental Paulista	http://datageo.ambiente.sp.gov.br/
IDESP	Infraestrutura de Dados Espaciais do Estado de São Paulo	http://www.idesp.sp.gov.br/
IDE-BHGEO	Infraestrutura de Dados Espaciais do Município de Belo Horizonte	https://bhgeo.pbh.gov.br/home
INDE	Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais	https://inde.gov.br/

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Metadados geoespaciais

Os metadados são documentos que descrevem os dados. Devem responder às seguintes perguntas sobre os dados: o que é, quando foi produzido, por quem foi produzido, qual a extensão geográfica abrangida pelo dado, como ele foi produzido, qual sua qualidade, entre outras informações.

O ideal é que todos os dados produzidos por uma determinada instituição estejam acompanhados de seus metadados, que devem ser públicos e estruturados de maneira lógica.

Os metadados exercem papel fundamental na busca, exploração e correta utilização dos dados.

Os perfis de metadados são instrumentos que definem uma extensa lista de elementos de metadados capaz de descrever os dados, a organização e hierarquia entre esses elementos. Destaca-se a série ISO 19115 como padrões de metadados e a série ISO 19139 como normas que definem a estruturação dos arquivos de metadados. No Brasil, adota-se o Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil - Perfil MGB elaborado pela Comissão Nacional de Cartografia - Concar em consonância com os padrões internacionais. O catálogo de metadados da INDE armazenava, em junho de 2019, mais de 31 000 destes.

A Figura 29 mostra o exemplo de um arquivo de metadados. O exemplo corresponde ao metadado de uma carta imagem na escala 1:25 000, produzida pelo IBGE.

Figura 29 - Exemplo de metadado de carta imagem do IBGE



Fonte: Catálogo de Metadados Geoespaciais. Brasília, DF: Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais - INDE, 2019. Disponível em: <https://inde.gov.br/CatalogoMetadados>. Acesso em: ago. 2019.

Geosserviços

Os geosserviços 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.

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

- **Web Map Service - WMS:** especificação que fornece três operações (GetCapabilities, GetMap e GetFeatureInfo) que dão apoio à consulta e exibição de mapas em forma de figuras, criadas a partir de dados obtidos de origens remotas e heterogêneas;
- **Web Map Tile Service - WMTS:** 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;
- **Web Feature Service - WFS:** 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;
- **Web Coverage Service - WCS:** especificação que permite 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;
- **Catalogue Service for the Web - CSW:** define interfaces comuns para descoberta, navegação e consulta a metadados sobre dados, serviços e outros potenciais recursos.

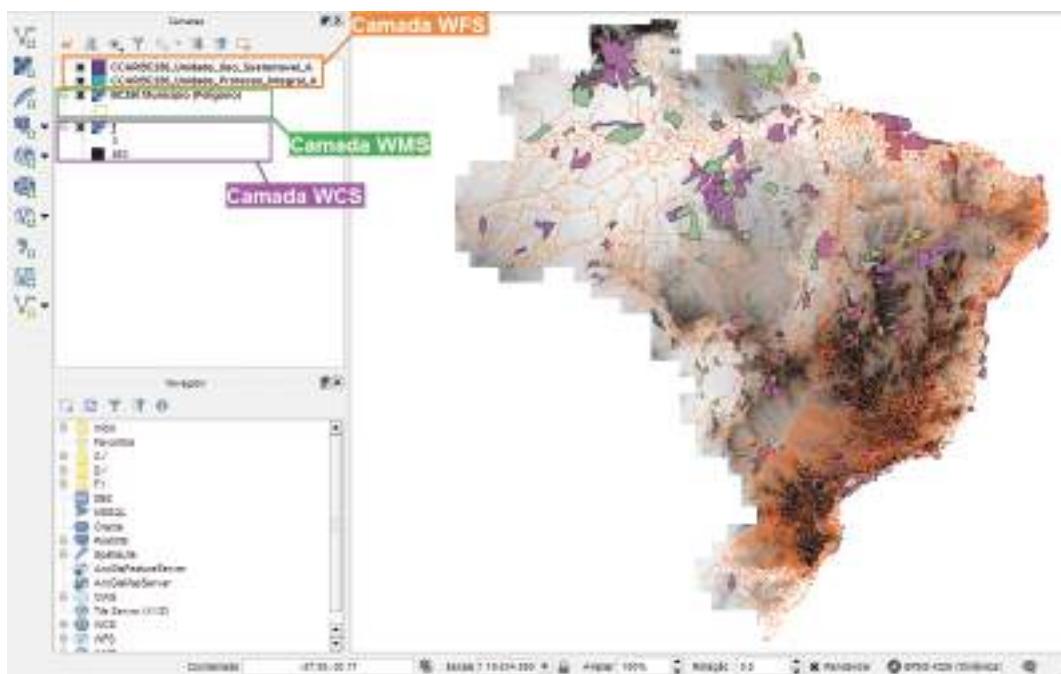
A Figura 30 apresenta exemplos de acesso a geosserviços de diferentes formatos sem ambiente SIG. Os passos para acessar os geosserviços com apoio da ferramenta QGIS são apresentados mais adiante no manual.

O Quadro 2 relaciona uma série de endereços de provedores de geosserviços.

Saiba mais

Diversas instituições públicas nacionais, como o IBGE, o IBAMA e o INPE, oferecem acesso aos seus dados por geosserviços.

A INDE reúne todos eles num Catálogo de Geosserviços disponível no link:
<https://www.inde.gov.br/CatalogoGeoservicos>

Figura 30 - Exemplo de camadas WFS, WMS e WCS carregadas no QGIS

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Quadro 2 - Exemplos de provedores de geosserviços

Instituição Responsável	URL (1)
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE	http://www.geoservicos.ibge.gov.br:80/geoserver/ows?SERVICE=WMS&
Diretoria do Serviço Geográfico - DSG	http://www.geoportal.eb.mil.br/mapcache3857?version=1.1.0&layers=BDGEx
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA	http://siscom.ibama.gov.br:80/geoserver/ows?
Governo do Estado de Santa Catarina Sistema de Informações Geográficas de Santa Catarina - SIG/SC	http://sigsc.sc.gov.br/sigserver/SIGSC/wms

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

(1) Os links apresentados devem ser acessados por meio de um Sistema de Informações Geográficas - SIG.

Informação Geográfica Voluntária - VGI

Dado o crescimento e disseminação destas plataformas de contribuição, o papel do usuário passou por importante transição, indo de consumidor passivo (apenas recebia os dados com pouca interação com o produtor) para usuário-colaborador.

Com o desenvolvimento e disseminação da Web 2.0 – onde se privilegia a usabilidade, interoperabilidade e o conteúdo gerado pelos usuários – projetos colaborativos de contribuição remota puderam ser estabelecidos em grande escala. Diversas iniciativas já reúnem milhões de pessoas e uma quantidade gigantesca de dados

voluntários, beneficiando projetos humanitários, desenvolvimento social e integração com a comunidade. Dentre elas, destacam-se as de natureza cartográfica. Sugere-se ao leitor que busque o engajamento com projetos desta natureza, vista a capacidade de crescimento pessoal e desenvolvimento de habilidades técnicas.

Saiba mais

Exemplos de iniciativas de cartografia colaborativa são o OpenStreetMap - OSM, Wikimapia e HERE MapCreator. Só o OSM mobiliza mais de 5,5 milhões de usuários e 6 bilhões de feições e relações contribuídas.

Dados geoespaciais utilizados

Neste documento são manipulados dados na estrutura vetorial, matricial e tabulares, armazenados em banco de dados geográficos. Todos os dados utilizados no presente documento serão descritos nesta seção. 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.

Dentre esses tipos de dados, destacam-se:

- **Dados na estrutura vetorial:** neste documento são utilizados a Base Cartográfica Contínua do Brasil - BCIM, 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:** 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 Shuttle Radar Topography Mission - SRTM e imagens orbitais do sensor Sentinel;
- **Dados tabulares:** neste documento são utilizados dados do Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA.

Os dados geoespaciais utilizados neste documento são disponibilizados gratuitamente e, para a execução dos exercícios e exemplos que serão apresentados nas seções seguintes, o leitor precisará realizar o download por meio dos links associados ao Quadro 3.

Quadro 3 - Lista de conjunto de dados geoespaciais utilizados

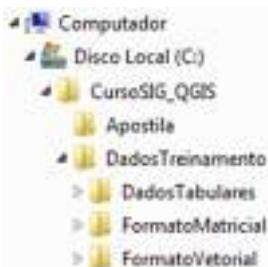
Nome do conjunto de dados	Estrutura do dado (1)
Base Cartográfica Contínua do Brasil - BCIM, na escala de 1:1 000 000, versão 2016	Vetorial
Folha topográfica de Ponte Nova, na escala 1:50 000.	Vetorial Matricial (editorada)
Modelo Numérico de Elevação do projeto Shuttle Radar Topography Mission - SRTM	Matricial
Imagens orbitais do sensor Sentinel-2	Matricial
Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA	Tabular

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

(1) Na versão digital é possível acessar os hiperlinks das estruturas dos dados.

Os dados do Quadro 3 podem ser armazenados na estrutura de banco de dados. Uma outra forma é utilizar a estrutura de diretórios proposta na Figura 35 para o auxiliar o leitor no armazenamento e manipulação dos dados citados neste manual. É importante ressaltar que, ao nomear pastas e arquivos, recomenda-se evitar a utilização de caracteres especiais (acentos, espaços entre palavras, traços e pontuações) pois algumas funcionalidades do QGIS podem apresentar problemas quanto à codificação destes caracteres.

Figura 31 - Proposta de estrutura de diretórios



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Base Cartográfica Contínua

Neste manual, são utilizados os dados geoespaciais da Base Cartográfica Contínua do Brasil - BCIM, na escala de 1:1 000 000, atendendo ao modelo de dados geoespaciais da Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais - ET-EDGV, que padroniza estruturas de dados, viabilizando, com isso, o seu compartilhamento e interoperabilidade.

Saiba mais

Para conhecer a ET-EDGV, as categorias de informação e classes de feições, acesse <https://www.concar.gov.br/documentos.aspx?tipo=2>.

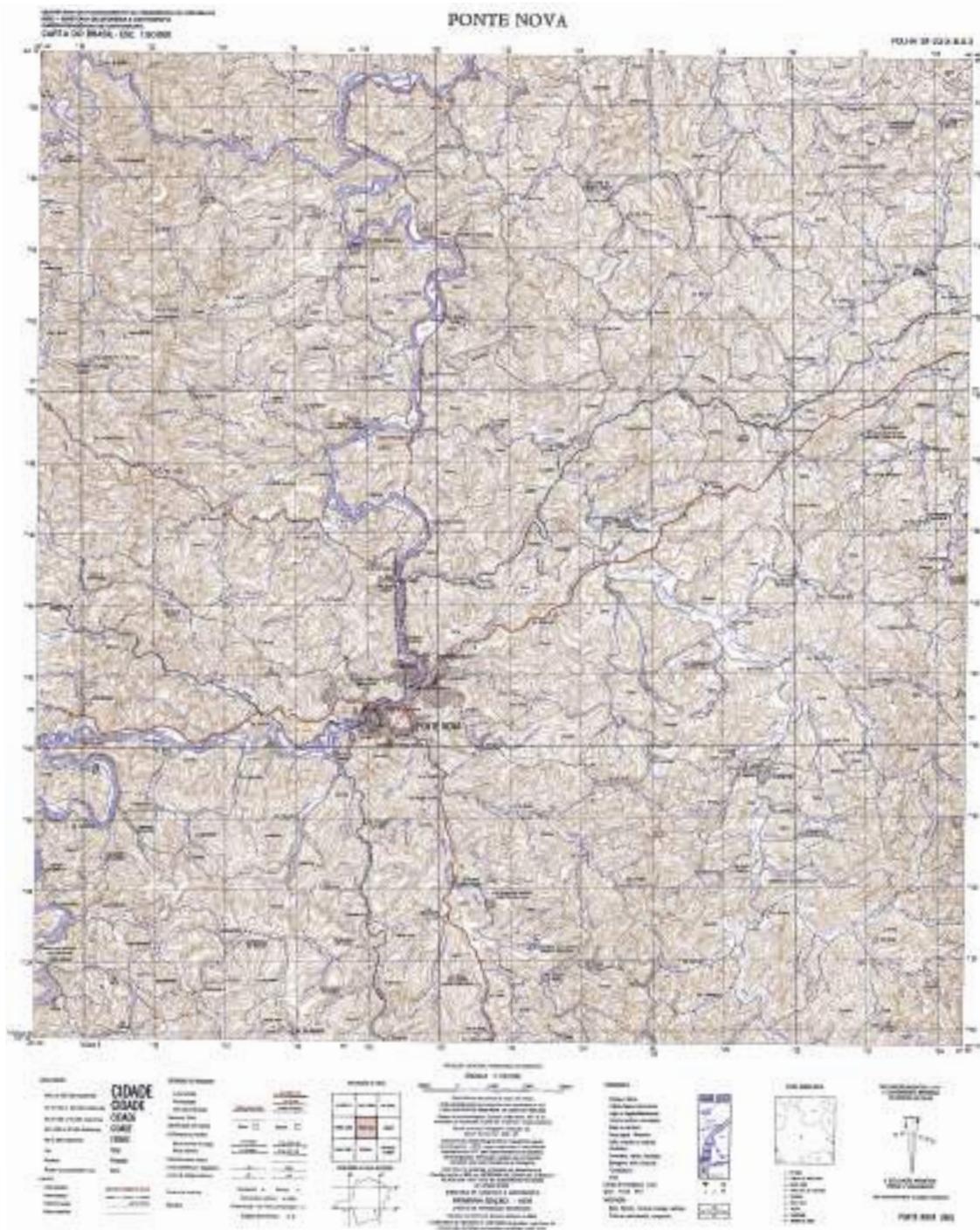
Os dados geoespaciais da BCIM, citados neste documento, estão disponíveis no site do IBGE (<http://downloads.ibge.gov.br/>), na seção de Downloads de geociências > cartas_e_mapas > bases_cartograficas_continuas > bcim > versao2016, onde é possível acessar a documentação técnica da BCIM, seus metadados, a lista de nomes geográficos e os dados geoespaciais disponíveis nos formatos GeoPackage, banco PostGIS e Shapefile. O link completo para o download está no Quadro 3, disponível somente na versão digital desse documento.

Também é possível obter os arquivos através da pesquisa por metadados no catálogo de metadados do IBGE (<http://www.metadados.geo.ibge.gov.br>).

Esta base cartográfica contínua é o principal conjunto de dados geoespaciais utilizado no presente documento. Entretanto, o leitor pode utilizar seu próprio conjunto de dados espaciais para reproduzir os exemplos e exercícios do presente documento.

Folhas topográficas

Figura 32 - Folha topográfica de Ponte Nova (MG) na escala 1:50 000



Fonte: Ponte Nova. Rio de Janeiro: IBGE, 1979. 1 mapa. Escala 1:50 000. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/folhas-topograficas/15809-folhas-da-carta-do-brasil.html?edicao=16041&t=downloads>. Acesso em: ago. 2019.

Neste documento será utilizada a folha topográfica de Ponte Nova (MI 25753), na escala 1:50 000, tanto na estrutura vetorial quanto matricial, representada na Figura 31. As folhas topográficas estão disponíveis no site do IBGE, no menu Geociências > Download > Cartas e Mapas, na pasta “FolhasTopográficas Editoradas,” escala 1:50 000.

Na estrutura vetorial foram utilizados os arquivos CAD, da folha topográfica Ponte Nova (MI 25753), no formato *.dgn, também disponíveis no site do IBGE, no menu Geociências > Download > Cartas e Mapas, na pasta “Folhas Topográficas Vetoriais,” no Projeto Conversão Digital, escala 1:50 000. Os arquivos podem ser colocados na pasta “DadosTreinamento/FormatoVetorial”.

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

Modelo Digital de Elevação - MDE

Neste documento, como exemplo de dado geoespacial na estrutura matricial, é utilizado o Modelo Digital de Elevação produzido pela missão da NASA de radar global SRTM.

Por meio do site Brasil em Relevo da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - 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 utilizado o recorte referente à 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 clique sobre a articulação SF-23-X-B. Os arquivos referentes as cenas SRTM podem ser colocados na pasta “DadosTreinamento/FormatoMatricial”.

Saiba mais

Os dados originais da missão SRTM podem ser encontrados no Earth Explorer, repositório de dados do governo dos EUA, junto a outros dados como imagens de satélite e modelos de superfície: <https://earthexplorer.usgs.gov/>.

Imagens do território

Neste documento é utilizada uma cena da plataforma Sentinel-2, ilustrada na Figura 32. 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 (European Space Agency - 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 cinco dias.

Figura 33 - Imagem Sentinel-2: Belém do Pará em 20.07.2017



Fonte : Belém do Pará. Paris: European Space Agency - ESA, 2017. Imagem do satélite Copernicus Sentinel-2A. Disponível em: <https://www.esa.int/>. Acesso em: ago. 2019.

As cenas da missão Sentinel-2 estão disponíveis na ferramenta Earth Explorer, do United States Geological Survey - USGS (<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 *Address/Place* (endereço/Lugar). Em seguida, na aba *Data Sets* (conjunto de dados), em *Sentinel*, marque a caixa “*Sentinel-2*”. Para selecionar as imagens com pouca cobertura de nuvens, portanto com maior visibilidade, selecione na aba *Additional Criteria* (critérios adicionais) a opção *Less than 10%* (menos de 10%) no campo *Cloud Cover* (cobertura de nuvens). Para finalizar a pesquisa, na aba *Results* (resultados) devem aparecer então as cenas desejadas. A partir daí, deve-se clicar no ícone de download e, após login no site, baixar os dados. O cadastro é gratuito e pode ser feito por qualquer pessoa, mesmo fora dos EUA. Os arquivos referentes às cenas Sentinel-2 podem ser colocados na pasta “*DadosTreinamento/FormatoMatricial*”.

Saiba mais

Outros serviços online gratuitos oferecem acesso a imagens de satélite de boa resolução, incluindo o Sentinel-2, CBERS, Landsat 7 e 8, entre outros:

Remote Pixel - <https://viewer.remotepixel.ca/>

ESA - <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>

Dados tabulares

Neste documento são utilizados dados referentes aos censos, dentre outras pesquisas do IBGE. O SIDRA 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 Unidade da Federação, município, distrito, subdistrito e setor censitário) do IBGE e assim serem associados à sua posição geoespacial no território através dos setores censitários e/ou demais recortes geográficos.

Saiba mais

Para saber mais sobre o SIDRA, acesse <https://sidra.ibge.gov.br/ajuda>.

Neste manual, o objetivo foi construir uma planilha com a população residente 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 aos dados geoespaciais** desta publicação. Para a extração de informações estatísticas do portal do SIDRA é necessário selecionar uma pesquisa ou tabela, na seção “Acervo”.

O primeiro passo é trocar a opção de “Pesquisa” para “Tabela de dados agregados”. Feito isso, busque a tabela 1378 (População residente, por situação do domicílio, sexo e idade, segundo a condição no domicílio e compartilhamento da responsabilidade pelo domicílio) e colocá-las no *layout* da tabela, conforme ilustra a Figura 33. As variáveis que não são utilizadas podem ser colocadas no cabeçalho da planilha a ser gerada. Marque as opções “Urbana” e “Rural” no menu Situação de domicílio, “Homens” e “Mulheres” no menu Sexo e “Município” no menu Unidade Territorial.

Figura 34 - Selecionando e configurando as variáveis de interesse no SIDRA



Fonte: IBGE. SIDRA: sistema IBGE de recuperação automática. Rio de Janeiro, [2019]. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/acervo>. Acesso em: ago. 2019.

Antes de visualizar a tabela, acesse o ícone de “Opções de visualização” (desenho de um olho), habilite “Exibir códigos” e desabilite “Exibir nomes”. Feito isso, clique em “Visualizar”. A Figura 34 apresenta o resultado da pesquisa.

Figura 35 - Exibindo a tabela com as variáveis selecionadas pelo usuário

Tabela 1378 - População residente, por situação do domicílio, sexo e idade, segundo a condição no domicílio e compartilhamento da responsabilidade pelo domicílio					
Variável - População residente (Pessoas)					
Ano - 2010					
Idade - Total					
Brasil e Município	Condição no domicílio e o compartilhamento da responsabilidade pelo domicílio - Total				
	Situação do domicílio x Sexo				
	Urbana		Rural		
	Homens	Mulheres	Homens	Mulheres	
1	77.710.179	83.215.625	15.696.811	14.133.184	
1100015	6.970	7.000	5.686	4.736	
1100023	38.030	38.495	7.513	6.315	
1100031	1.339	1.354	1.927	1.693	
1100049	30.307	31.614	8.817	7.836	
1100056	7.152	7.267	1.399	1.211	
1100064	6.715	6.942	2.615	2.319	
1100072	1.306	1.284	3.405	2.788	
1100080	3.849	3.648	3.353	2.828	
1100098	10.273	10.337	4.333	3.786	
1100106	17.392	17.815	3.555	2.894	
1100114	17.171	17.947	8.834	8.053	
1100122	51.589	53.269	6.235	5.517	

Fonte: IBGE. Sidra: sistema IBGE de recuperação automática. Rio de Janeiro, [2019]. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/acervo>. Acesso em: ago. 2019.

Para exportar a tabela, na tela de visualização, acesse o menu “Funções” e escolha entre salvar em formato XLSX ou ODS.

Banco de dados geográficos

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

O ambiente SIG QGIS

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, 2013, p. 30).

O QGIS, como também é chamado, é um projeto oficial da Open Source Geospatial Foundation - OSGeo. Trata-se de um software livre, com ambiente de trabalho amigável que pode ser utilizado nas plataformas Linux, Unix, Mac OSX, Windows e Android. Mostra-se em constante desenvolvimento, com listas de discussão ativas, atendendo a diversas necessidades de seus usuários. A logomarca do software é ilustrada na Figura 36 (NEW QGIS..., 2016).

Figura 36 - Logomarca do QGIS



Fonte: New QGIS 3.0 logo candidate. [S.l.]: QGIS, 2016. Disponível em: <http://blog.qgis.org/2016/12/13/new-qgis-3-0-logo-candidate>. Acesso em: ago. 2019.

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 37 ilustra a página web inicial do QGIS, disponível em: www.qgis.org.

Figura 37 - Página web inicial do QGIS



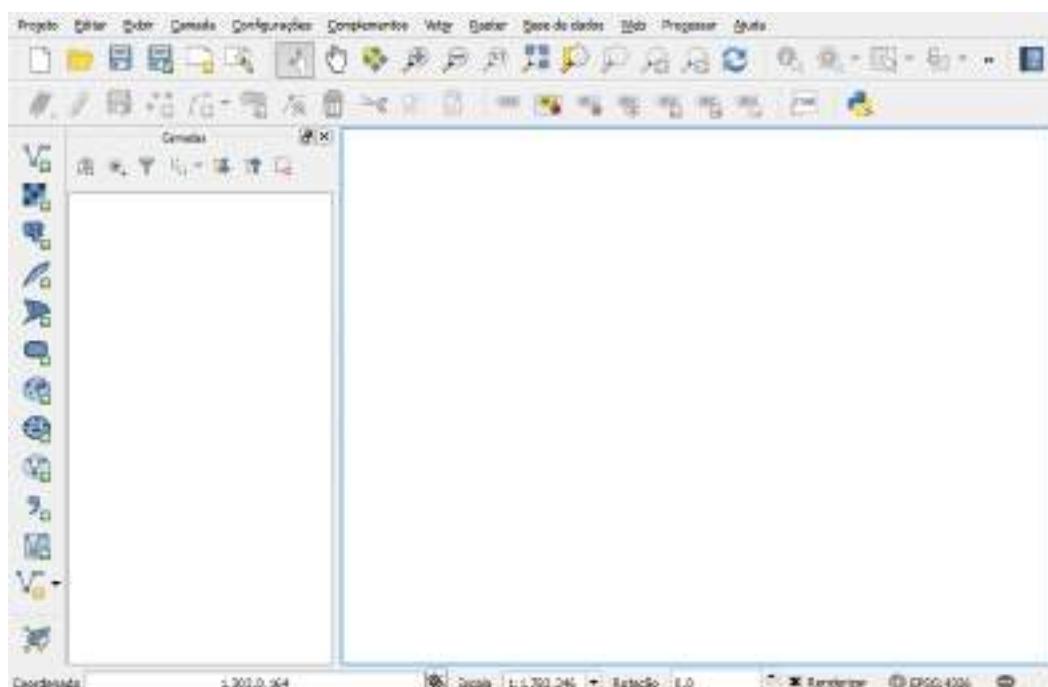
Fonte: QGIS. [s. n.], 2019. Disponível em: <https://www.qgis.org/en/site/>. Acesso em: ago. 2019.

O QGIS apresenta diversas funcionalidades básicas e extensões conhecidas como complementos ou *plugins*. Por meio deste programa é possível visualizar, criar, editar, analisar dados geoespaciais e compor mapas para impressão.

Para iniciar o programa selecione o menu Iniciar > Programas > QGIS Desktop. Ao iniciar o aplicativo QGIS, um projeto em branco será aberto, conforme a Figura 38.

Como o QGIS tem desenvolvimento contínuo, o leitor pode adaptar os exercícios para as versões mais recentes do software, mas ressaltamos que os exemplos que serão aqui apresentados baseiam-se no QGIS 2.18.13 Las Palmas para Windows.

Figura 38 - Projeto QGIS em branco



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

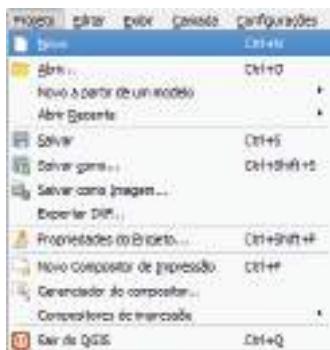
Saiba mais

O QGIS disponibiliza um tutorial do ambiente SIG disponível gratuitamente em: https://docs.qgis.org/3.4/en/docs/training_manual/index.html.

Criando um projeto

Para criar um projeto, selecione o menu Projeto > Novo, conforme a Figura 39.

Figura 39 - Criando um projeto no QGIS

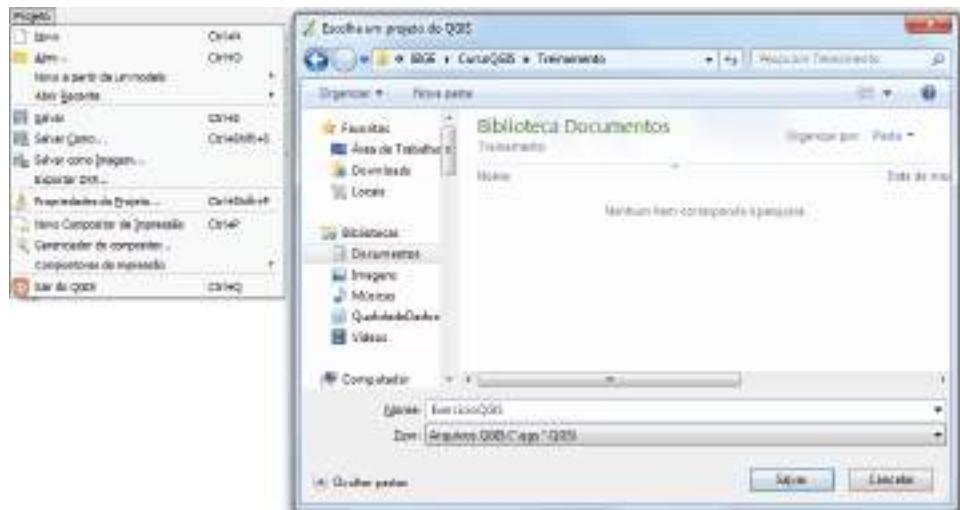


Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Salvando o ambiente de trabalho

Para salvar o ambiente de trabalho, selecione o menu Projeto > Salvar como. Nomear o projeto como: ExercicioQGIS, a extensão do arquivo será *.qgs, conforme mostra a Figura 40.

Figura 40 - Salvando o ambiente de trabalho



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

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. É necessária conexão com a Internet para acessar o repositório oficial de complementos do software e para efetuar download dos mesmos. No menu Complementos, conforme Figura 41, é possível instalar e gerenciar diversos *plugins*, ilustrados na Figura 42, desenvolvidos pela comunidade do QGIS no mundo.

Figura 41 - Gerenciar e instalar complementos



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Cada complemento tem sua funcionalidade, alguns são bem específicos, outros mais abrangentes. Alguns *plugins*, depois de instalados, precisam de acesso à Internet para que funcionem. Por exemplo *plugins* que proveem imagens de satélite ou ferramentas baseadas em web como geosserviços.

Figura 42 - Complementos (*plugins*) do QGIS



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Dentre os complementos presentes na caixa de diálogo, ilustrada na Figura 42, recomenda-se a busca e instalação dos seguintes:

- **Quick Map Services:** para visualização de dados abertos, como Open Street Map, Google Maps, Bing Maps, entre outros (necessita de acesso à Internet);
- **Ferramenta DSGTools (DSGTools):** para visualização de dados do mapeamento sistemático do Brasil, imagens de satélite Rapideye e outras funcionalidades (necessita de acesso à Internet para os serviços de imagem);
- **Google Earth (GEarthView):** para visualizar a área de trabalho exibida no QGIS no ambiente 3D desse outro aplicativo (necessita de acesso à Internet e do programa Google Earth instalado na mesma máquina).

Ressalta-se que ao instalar uma nova versão de QGIS é recomendado atualizar todos os *plugins* utilizados, por meio da caixa de diálogo Complementos > Gerenciar e Instalar Complementos.

Visualização, simbologia e organização de dados geoespaciais

Na manipulação dos dados geoespaciais é essencial a sua carga no ambiente Sistema de Informação Geográfica - SIG, segundo sua estrutura de armazenamento, 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.

O QGIS possibilita o carregamento de dados armazenados no dispositivo em formato vetorial ou raster; a conexão com banco de dados como PostGIS, SpatialLite e Oracle Spatial; a conexão com serviços como WMS, WCS e WFS.

A possibilidade do uso integrado de dados de diferentes sensores e fontes dentro de um ambiente SIG, subsidiando análises e modelagens, viabiliza estudos de planejamento e projeção de cenários futuros (FLORENZANO, 2005).

Ferramentas de adição e manipulação de camadas de informação

Os tipos de camadas de informação no QGIS são classificados e agrupados segundo sua estrutura e forma de armazenamento, como demonstra o Quadro 4.

Quadro 4 - Ferramentas de adição de camadas de informação

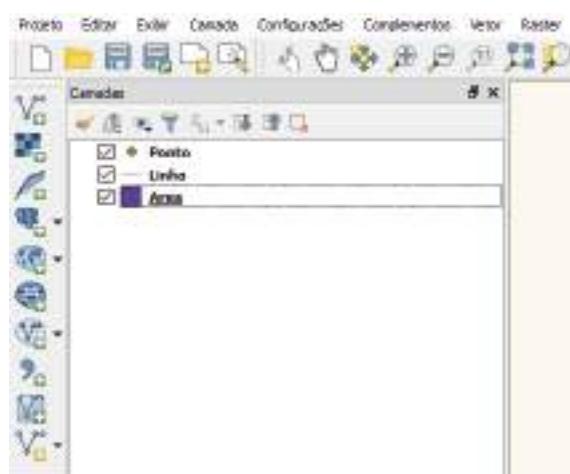
Ferramenta	Função	Ferramenta	Função
(a)	Adicionar camada vetorial	(f)	Adicionar camada WCS
(b)	Adicionar camada <i>raster</i>	(g)	Adicionar camada WFS
(c)	Adicionar conexão SpatiaLite	(h)	Adicionar uma camada de texto delimitado (csv, txt)
(d)	Adicionar conexão PostGIS	(i)	Adicionar/editar camada virtual
(e)	Adicionar camada WMS/WMTS	(j)	Criar Shapefile

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia

Organização das camadas de informação

Para organização dos elementos gráficos, recomenda-se seguir a hierarquia das geometrias primitivas, que privilegia a visibilidade das camadas: Ponto > Linha > Área, conforme a Figura 43.

Figura 43 - Hierarquia para organização dos elementos gráficos segundo a geometria primitiva (ponto, linha e área)



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Simbologia e rótulo

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.

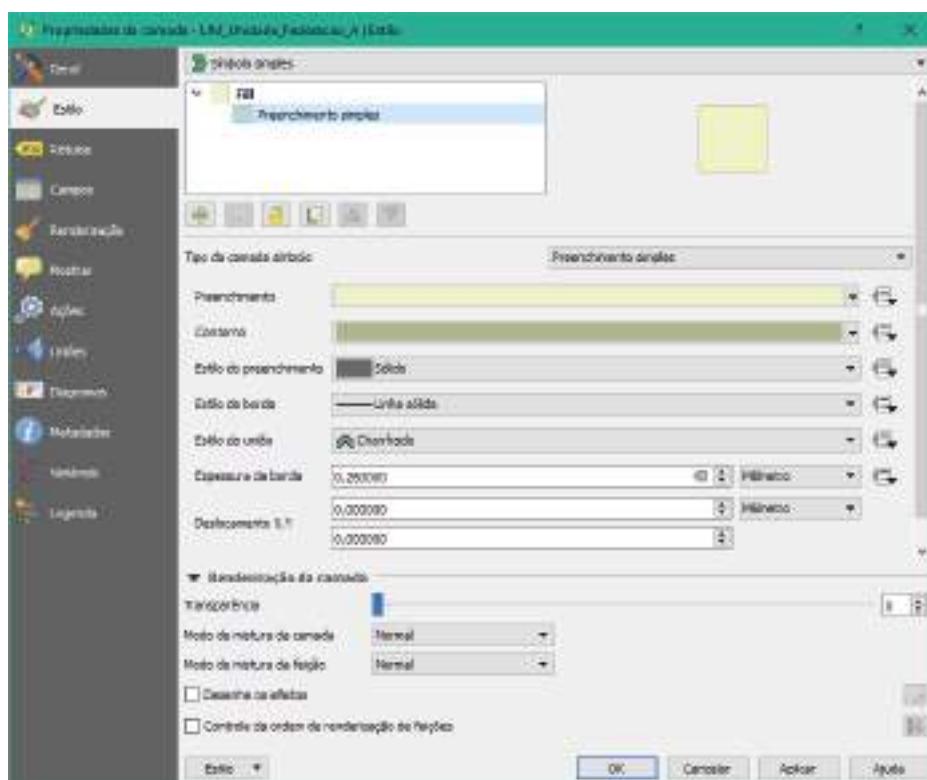
Os rótulos são adicionados para representar em tela quaisquer valores da tabela de atributo da feição geográfica. Frequentemente, são adicionados de modo a apresentar a toponímia da feição. A toponímia é uma parte da onomástica que estuda os nomes próprios de lugares, ou seja, os topônimos (aqui entendidos também como nomes geográficos). Utiliza-se de estudos linguísticos e históricos para investigar a origem e evolução dos topônimos, caracterizando assim as particularidades e regionalidades dos lugares associados.

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

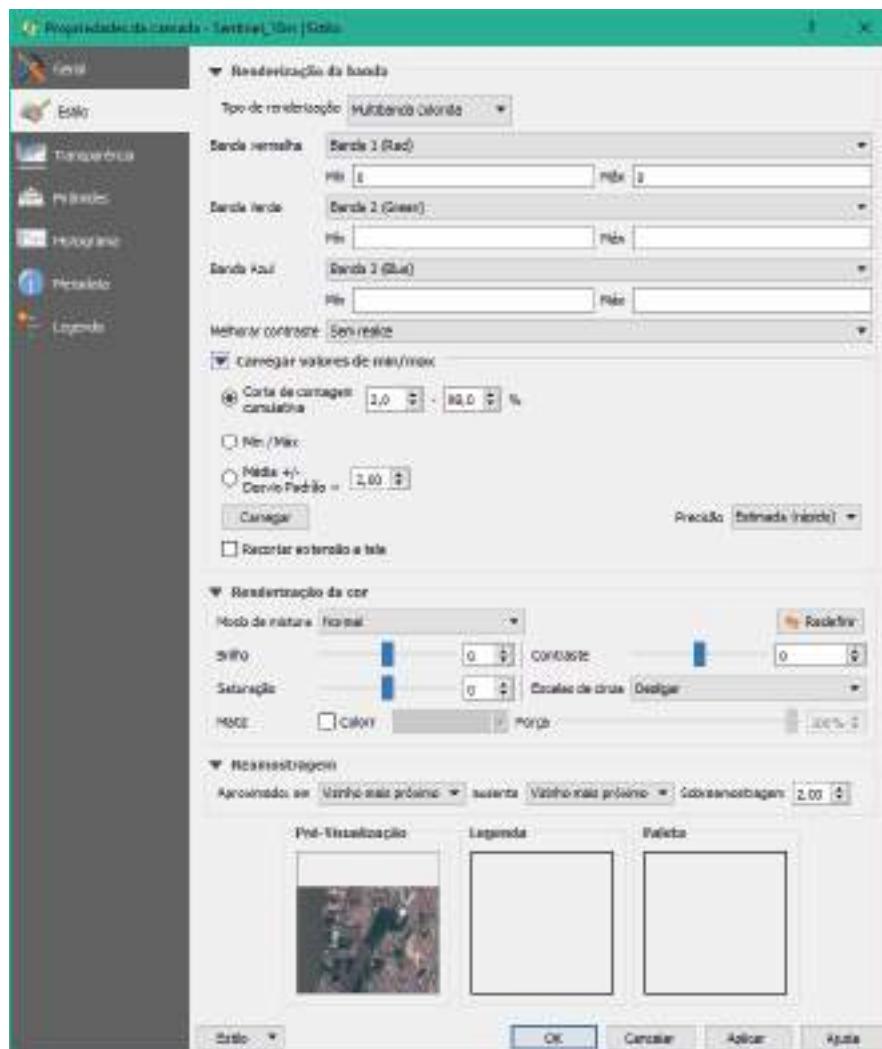
Figura 44 - Propriedades da camada: simbologia (estilo) de uma camada vetorial do tipo polígono



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

A Figura 45 ilustra o item “Estilo” para a personalização da simbologia de uma camada matricial.

Figura 45 - Propriedades da camada: simbologia (estilo) de uma camada vetorial do tipo matricial



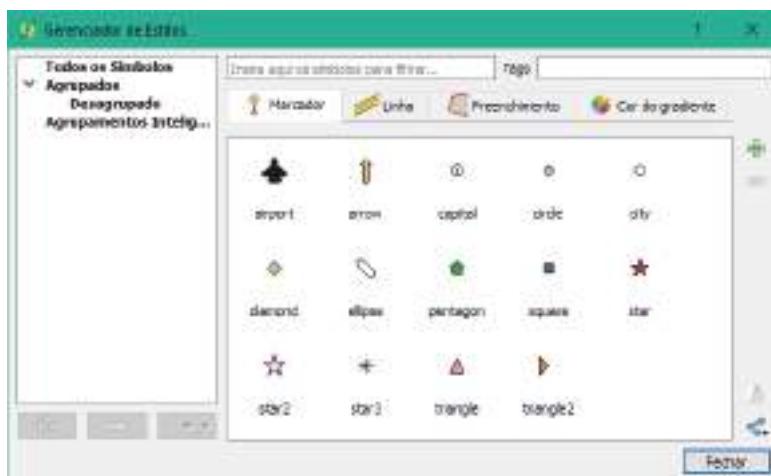
Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Qualquer esquema de simbologia criado pelo usuário pode ser salvo como padrão para o projeto do QGIS em trabalho. Basta selecionar a aba “Estilo” no canto inferior esquerdo e a opção “Salvar como padrão”.

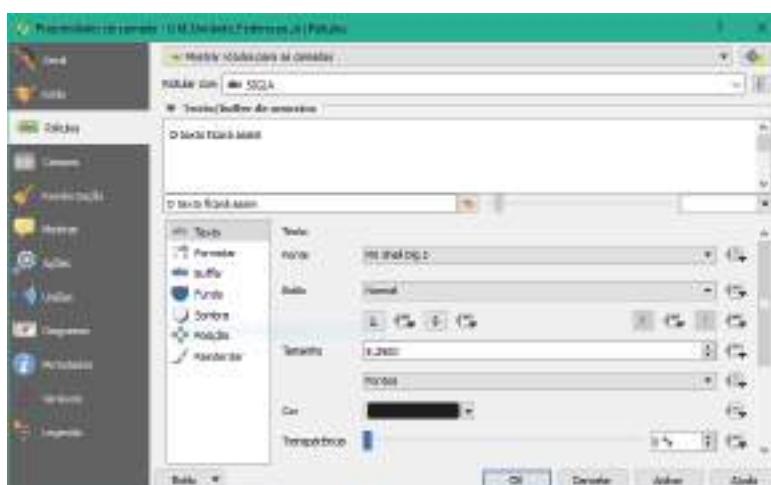
Rótulo/label

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 46 ilustra a configuração para exibir o rótulo referente ao atributo “SIGLA” 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 47. Esta ferramenta está presente em: Configurações > Gerenciador de estilos.

Figura 46 - Propriedades da camada: rótulo de uma camada vetorial

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Figura 47 - Gerenciador de estilos (simbologias)

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Visualização de uma base cartográfica contínua

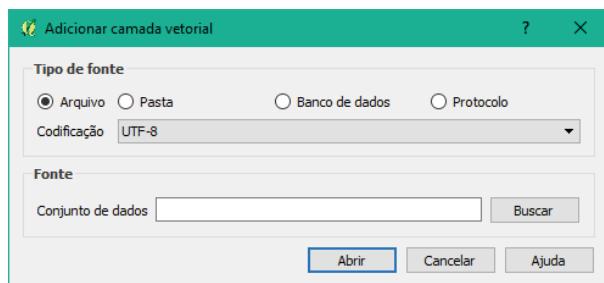
Neste exemplo são carregados e visualizados os dados geoespaciais das Unidades da Federação, trechos ferroviários e travessias presente na Base Cartográfica Contínua do Brasil, ao milionésimo, escala 1:1 000 000.

A - Adicionar camada vetorial

Selecione na barra de ferramentas Camada > Adicionar camada > Vetorial, ou através do ícone que consta no Quadro 3 (a).

B - Buscar a camada vetorial

Selecione “Buscar”, conforme a Figura 48.

Figura 48 - Selecionar (buscar) uma camada vetorial

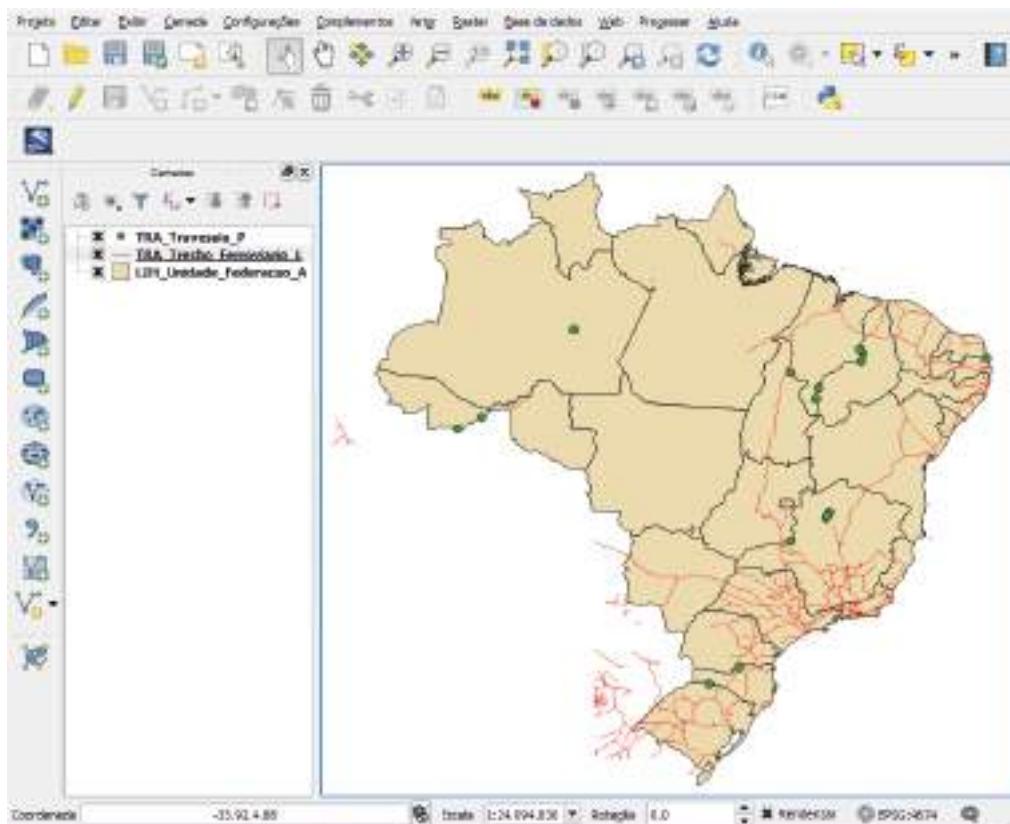
Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

C - Carregar camada vetorial

Na pasta referente a 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_Ferroviario_L
- TRA_Travessia_P

Após o carregamento, explore os menus apresentados no tópico **Simbologia e rótulo** deste capítulo, de modo a obter uma tela conforme Figura 49.

Figura 49 - Ativando e desativando a visualização de camadas

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

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 South American Datum 1969 - SAD69, o referencial cartográfico é a projeção UTM, fuso 23 Sul, e a unidade de medida 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:

- 1 - Criar um Sistema de Referência de Coordenadas - SRC personalizado através do menu “Configurações” da barra de ferramentas, preenchendo os campos:

Nome: Manual_QGIS

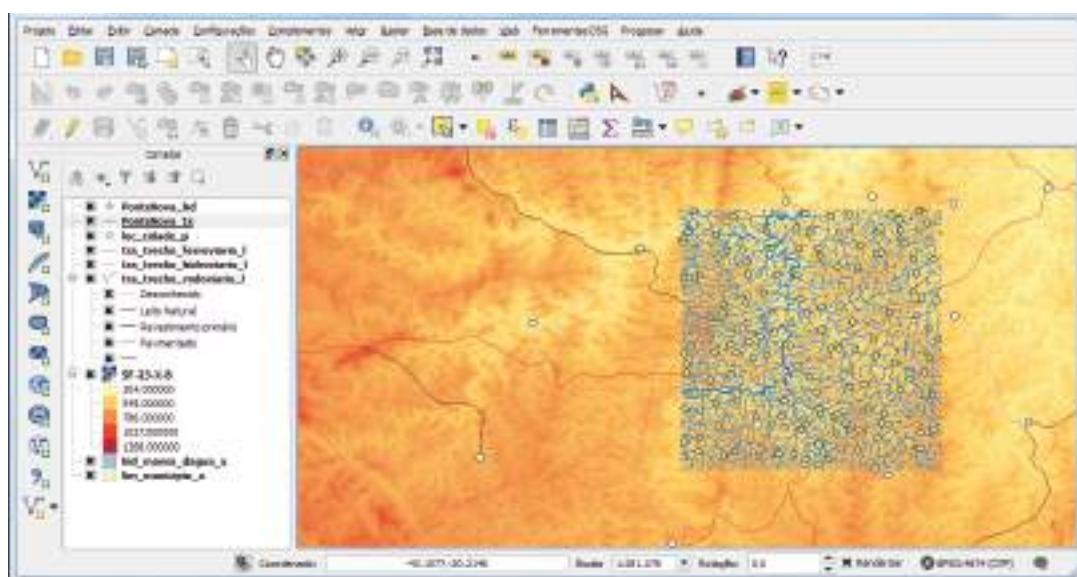
Parâmetros: +proj=utm +zone=23 +south +ellps=aust_SA +towgs84=-57,1, -41,0,0,0 +units=km +no_defs

- 2 - 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.

- 3 - 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. Este processo é conhecido também como exportação do Shapefile.

A folha topográfica está disponível no site do IBGE, no endereço <<https://portaldemapas.ibge.gov.br>>. A visualização do arquivo CAD exportado para Shapefile é ilustrada na Figura 50.

Figura 50 - Conversão de formato: arquivo CAD para Shapefile.



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Visualização de um Modelo Digital de Elevação - MDE

Neste exemplo são carregados e visualizados os dados geoespaciais de um MDE, referente à folha SF-23-X-B, em formato geotiff, disponível no site Brasil em Relevo (<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, do projeto Shuttle Radar Topography Mission - SRTM. O objetivo é carregar e simbolizar este dado geoespacial.

A - Adicionar camada raster

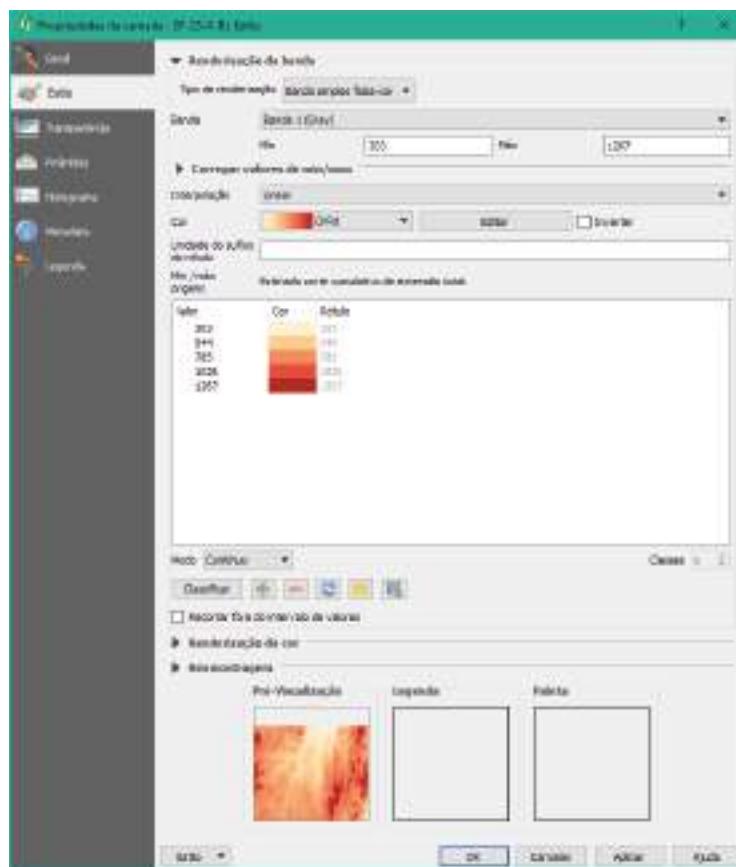
Por meio da barra de ferramentas no menu Camada > Adicionar camada > Raster ou do ícone ilustrado no Quadro 3 (b), inserir a cena SRTM, referente à folha SF-23-X-B.

B - Abrir caixa de diálogo “Propriedade”

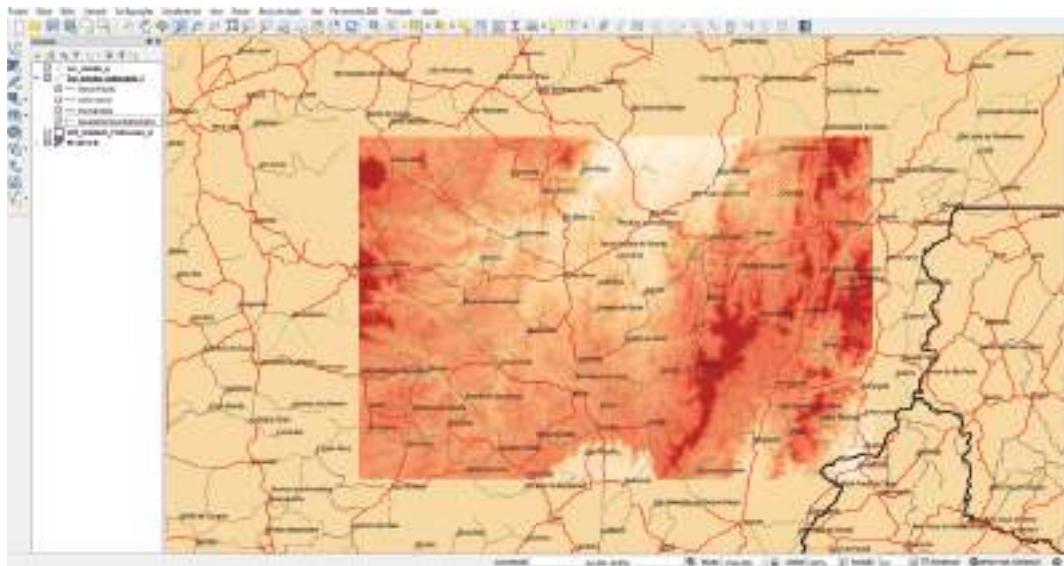
Em seguida, após carregar a camada matricial, é possível definir uma simbologia (renderização da banda). Por exemplo: “Banda simples falsa-cor” e variação da paleta de amarelo para vermelho, conforme Figura 51. Para efetivar a simbologia deve-se clicar no botão “classificar”.

No resultado ilustrado na Figura 52 foi acrescentada a classe da Base Cartográfica Contínua do Brasil que contempla as cidades (“loc_cidade_p”). Foi escolhido um símbolo pontual para esta camada e foi mostrado o rótulo, segundo o campo “nome” (toponímia).

Figura 51 - Estilo falsa cor para o MDE



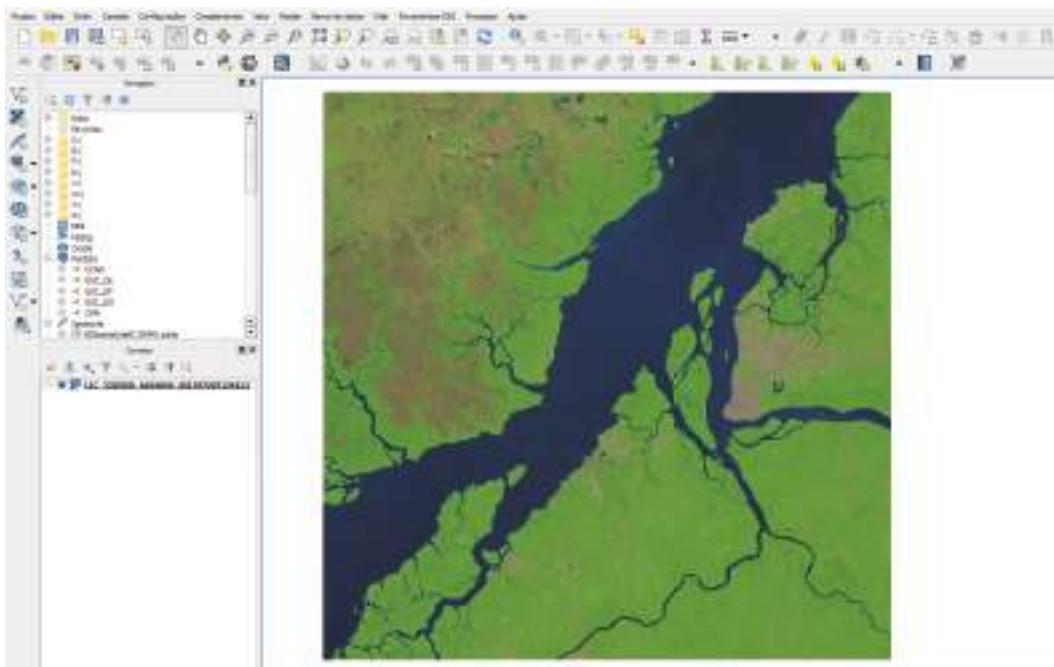
Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Figura 52 - Visualização de dados geoespaciais na estrutura matricial

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Visualização de imagens do território

Neste exemplo de carga de imagens, são utilizadas as do sensor Sentinel 2, baixadas anteriormente, de modo gratuito pelo serviço Earth Explorer, do United States Geological Survey - USGS. A cena escolhida, "L1C_T22MGD_A010846_20170720T134211" cobre a cidade de Belém (Pará) e está demonstrada na Figura 53.

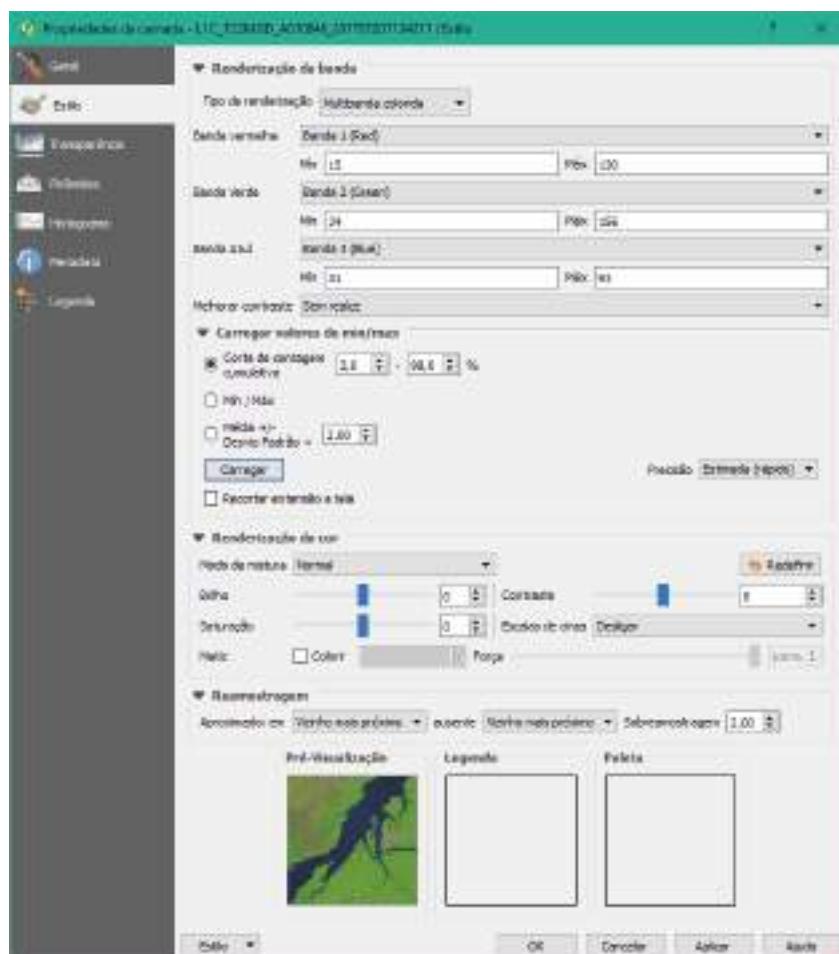
Figura 53 - Visualização de imagem do Sentinel 2

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

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 54.

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. Alguns exemplos de elementos realçados pela modificação do esquema das bandas são a vegetação e a hidrografia das cenas.

Figura 54 - Visualização de bandas de imagens de satélite



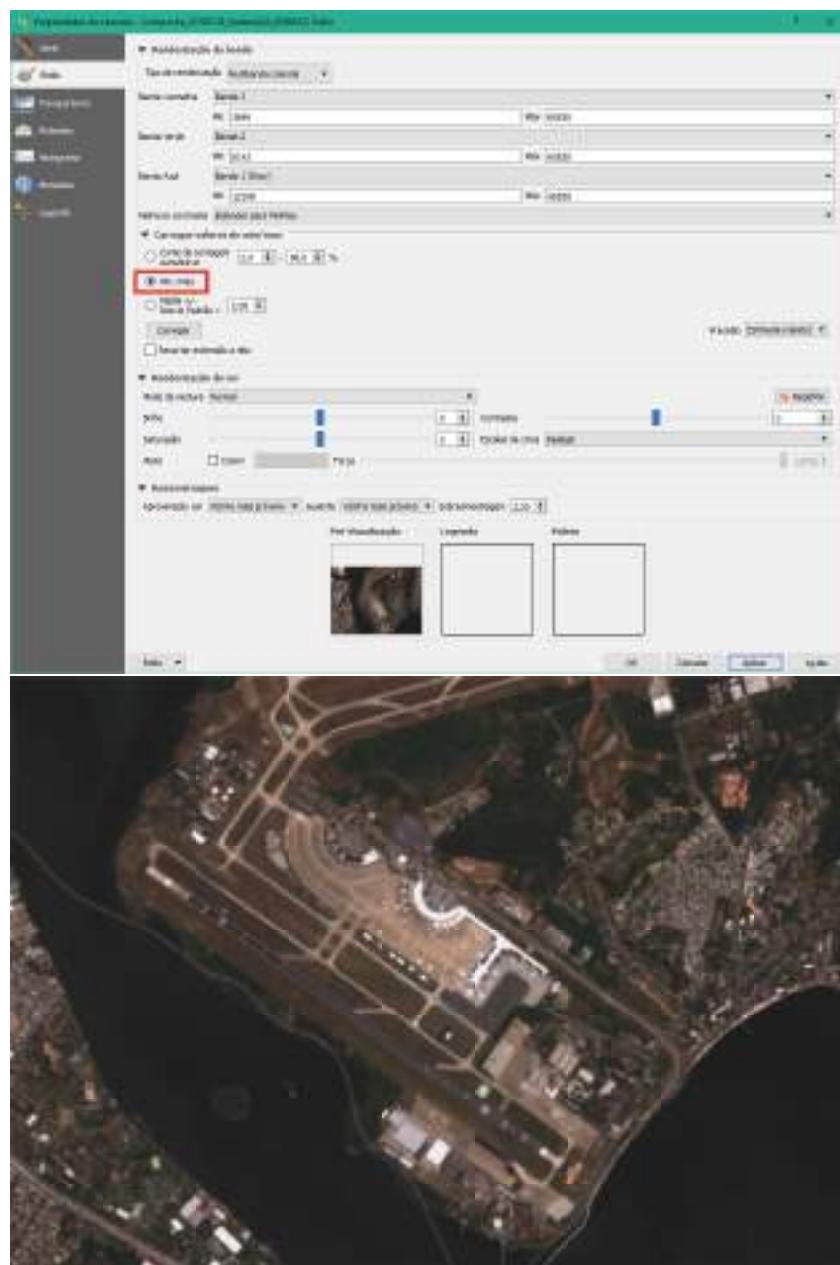
Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Manipulação de realce e contraste de imagens

Técnicas de realce de imagens podem ser utilizadas com o objetivo de melhorar a qualidade visual de uma imagem e facilitar a interpretação da mesma para determinada aplicação (por exemplo: extração de feições cartográficas). O QGIS possui ferramentas nativas onde é possível aplicar as técnicas de realce, alteração de brilho e contraste, além da manipulação de histograma de uma imagem, através das propriedades da camada, aba “Estilo”, opção “carregar valores min/max”.

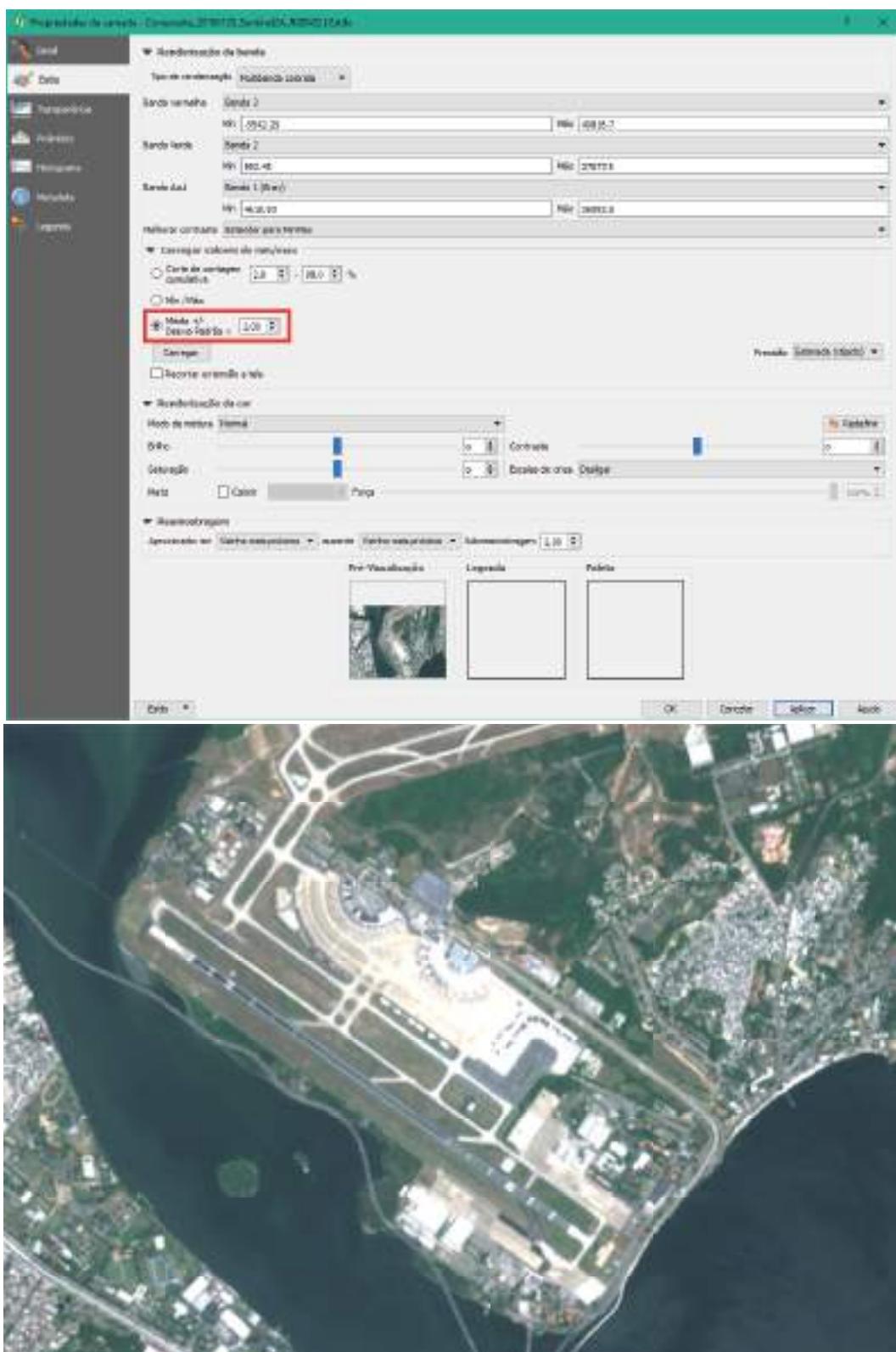
As Figuras 55 e 56 ilustram a aplicação de dois diferentes métodos para melhoria de contraste de uma imagem Sentinel 2A (em composição colorida verdadeira – R4G3B2), através de manipulação dos valores digitais do histograma de cada banda.

Figura 55 - Melhorando o contraste da imagem Sentinel 2A aplicando a técnica de manipulação do histograma pela opção Min./Máx



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Figura 56 - Melhorando o contraste da imagem Sentinel 2A aplicando a técnica de manipulação do histograma pela opção Desvio Padrão

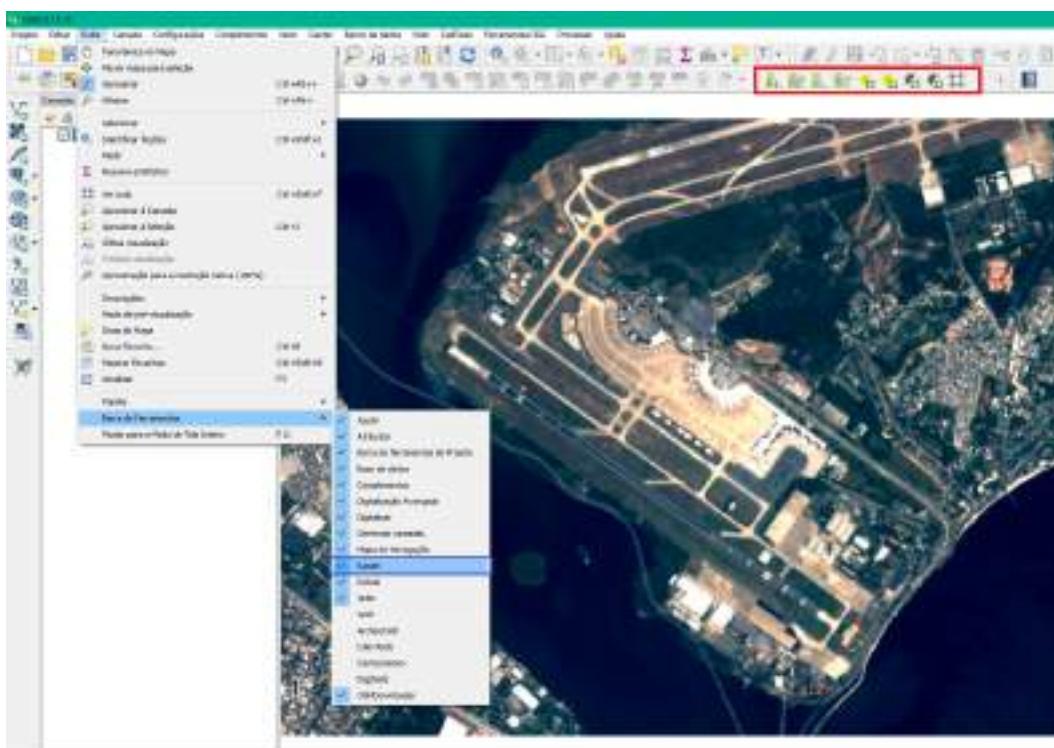


Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Ao selecionar determinado método de melhora de contraste, para que seja calculado o intervalo de valores é necessário clicar no botão “Carregar” e posteriormente em “Aplicar”. Também é possível escolher se a melhora de contraste será aplicada para toda a imagem ou somente na área que está sendo visualizada em tela, marcando a caixa “Recortar extensão à tela”.

O QGIS disponibiliza algumas opções de melhora de contraste já predefinidas que aumentam ou diminuem valores de brilho e contraste individualmente para determinada imagem. Isso é feito habilitando a barra de ferramentas denominada “raster”, como na Figura 57.

Figura 57 - Habilitando barra de ferramentas 'Raster'

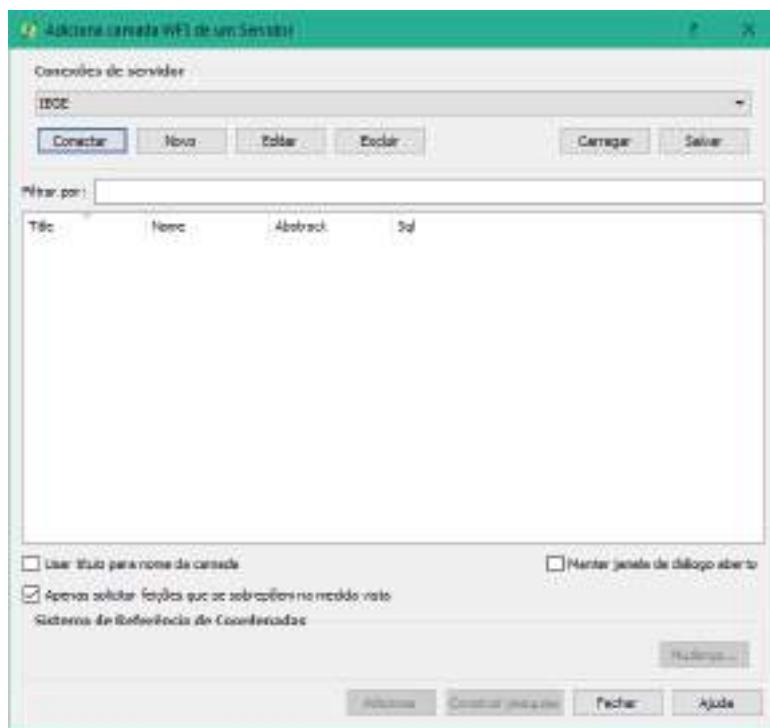


Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenacão de Cartografia.

Para aplicar uma das opções disponíveis na “raster”, é necessário selecionar a imagem desejada no painel de camadas e clicar sobre uma das opções desta barra de ferramentas.

Acesso a geosserviços

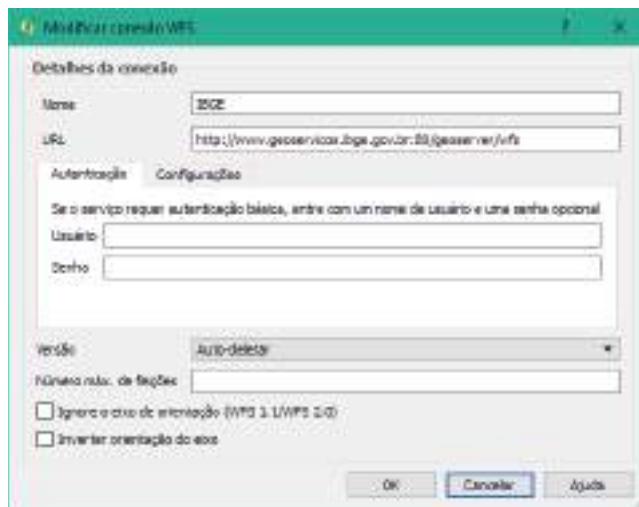
Para conectar geosserviços, disponíveis na Internet, selecione na barra de ferramentas Camada > Adicionar camada > WMS/WMTS ou WFS ou WCS, ou nos ícones apresentados no Quadro 4 (e), (f) e (g). A caixa de diálogo para adicionar um geosserviço é mostrada na Figura 58.

Figura 58 - Adicionando geosserviços

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

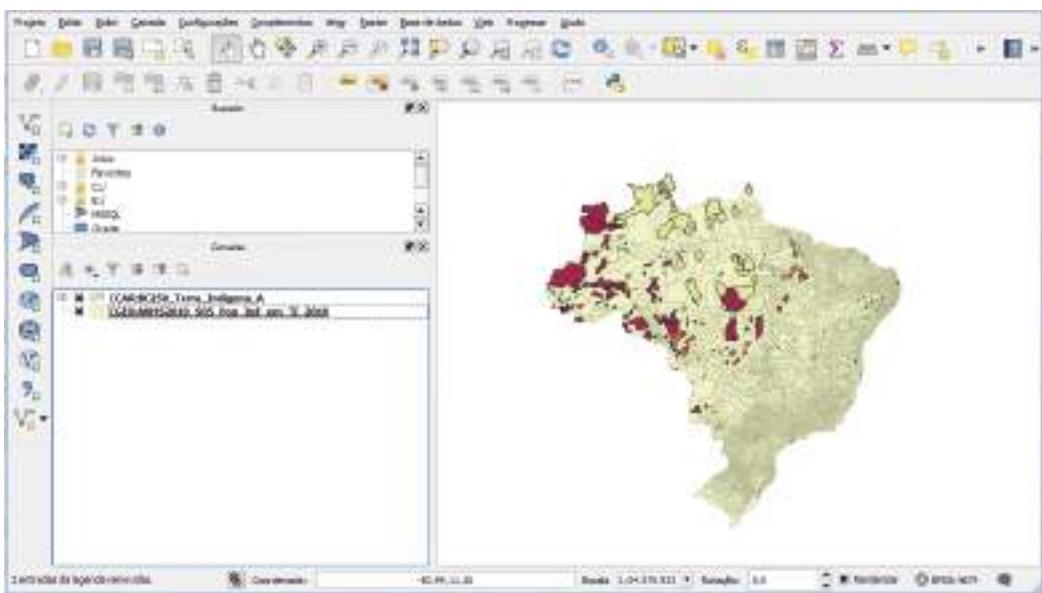
Acesso a geosserviços Web Feature Service - WFS

Um geosserviço WFS oferece dados vetoriais que podem ser gravados localmente e manipulados livremente. Por exemplo: acessar o geosserviço do IBGE referente às terras indígenas. No ambiente QGIS, adicionar um geosserviço 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 59.

Figura 59 - Criando uma conexão WFS

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

A Figura 60 ilustra duas camadas disponíveis no geosserviço do IBGE: terras indígenas e população indígena.

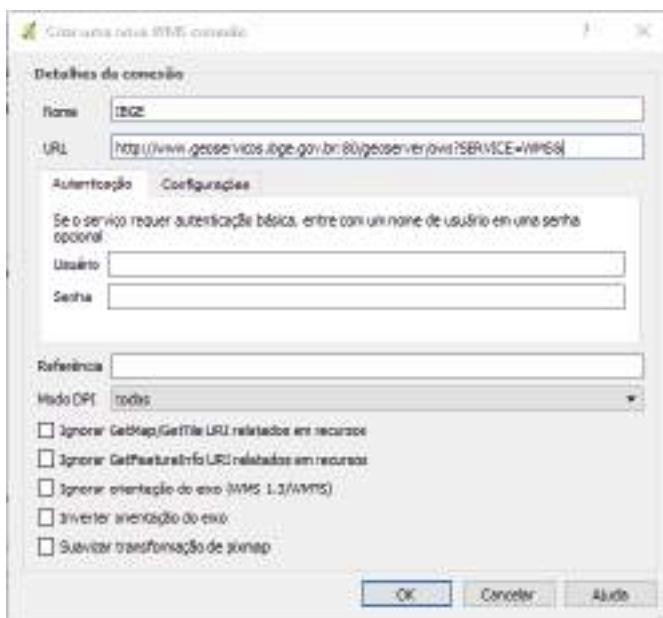
Figura 60 - Camadas WFS do geosserviço do IBGE

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Acesso a geosserviços Web Map Service - WMS

Um geosserviço WMS 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 geosserviço do IBGE referente à expectativa de vida mundial, no ambiente QGIS, adicionar um geosserviço WMS e criar um novo servidor denominado IBGEWMS, através do seguinte endereço URL: <<http://www.geoservicos.ibge.gov.br:80/geoserver/ows?SERVICE=WMS&>>, conforme ilustra a Figura 61.

Figura 61 - Criando uma conexão WMS

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

A Figura 62 ilustra uma camada disponível no geosserviço do IBGE: “Esperança de vida ao nascer 2014”.

Figura 62 - Camadas WMS adicionadas do geosserviço do IBGE



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Ferramentas de navegação, identificação e seleção de feições

Os ambientes SIG possuem ferramentas de visualização e navegação. As do QGIS estão exibidas no Quadro 5.

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.

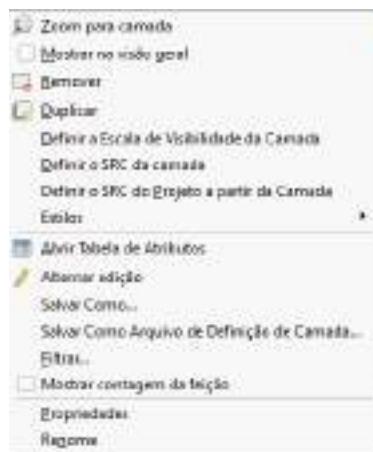
Além das opções da camada, existe uma série de ferramentas e funções que aparecem ao clicar com o botão direito do mouse sobre a camada ativa, conforme Figura 63.

Quadro 5 - Ferramentas da barra de navegação entre feições

Ferramenta	Função	Ferramenta	Função
(a)	Toque de zoom e pan	(h)	Aproximar a visão à seleção
(b)	Panorâmica no mapa	(i)	Aproximar a visão à camada
(c)	Mover mapa para seleção	(j)	Última visualização
(d)	Aproximar	(k)	Próxima visualização
(e)	Afastar	(l)	Novo favorito espacial
(f)	Aproximação para resolução nativa definida no projeto	(m)	Mostrar favoritos espaciais
(g)	Estender todo o mapa na tela	(n)	Atualizar

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

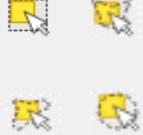
Figura 63 - Opções da camada



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

O QGIS também apresenta um conjunto de ferramentas dedicado à identificação e seleção de feições geográficas, conforme ilustra o Quadro 6.

Quadro 6 - Ferramentas de identificação e seleção de feições

Ferramenta	Função	Ferramenta	Função
(a) 	Identificar feições	(f) 	Abrir tabela de atributos
(b) 	Executar ação de feição	(g) 	Abrir calculadora de campo
(c) 	Selecionar feições (Área, Traço Livre, Raio)	(h) 	Mostrar resumo estatístico
(d) 	Selecionar feições usando expressão criada ou predeterminada	(i) 	Efetuar medição (comprimento, área e ângulo)
(e) 	Desfazer seleção em todas as camadas	(j) 	Inserir anotação de texto

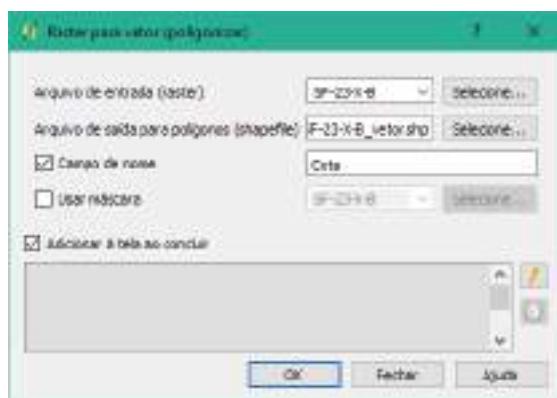
Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Manipulação de dados geoespaciais

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

Conversão de um MDE da estrutura matricial para vetorial

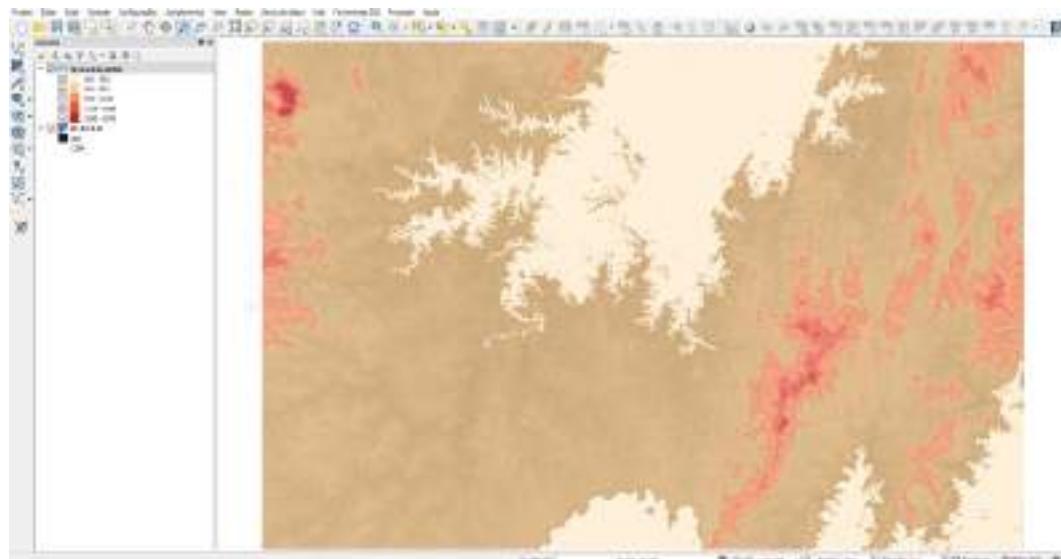
Para converter o SRTM da estrutura matricial para estrutura vetorial, selecione Raster > Converter > Raster para vetor (poligonizar), e preencha as configurações conforme a Figura 64.

Figura 64 - Caixa de diálogo para conversão da estrutura matricial para vetorial

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Nas propriedades da camada vetorial criada, selecione “Estilo”, altere de “Símbolo simples” para “Graduado”, classifique a coluna “Cota” criada pela conversão e altere o gradiente de cores para o esquema “YlOrRd”. Em seguida, na opção “Símbolo”, clique em “Mudar...” e, na subseção “Preenchimento simples”, altere o estilo da borda para “Sem caneta”. As cores sugeridas são tradicionalmente associadas com a representação de variação de relevo, mas outros esquemas de cores podem ser experimentados ou mesmo criados no QGIS.

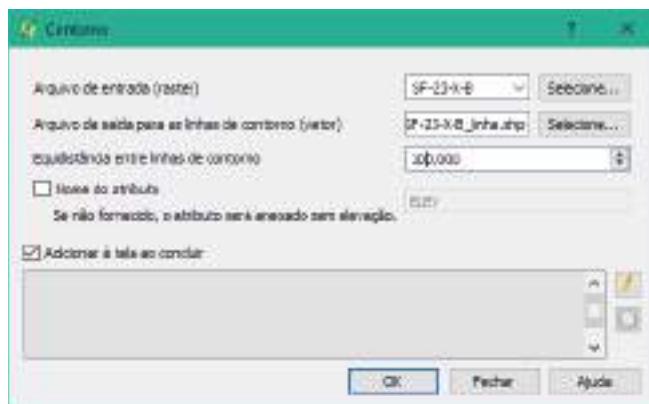
A Figura 65 mostra o resultado da conversão da estrutura matricial para vetorial.

Figura 65 - Resultado da conversão da estrutura matricial para vetorial

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

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 66.

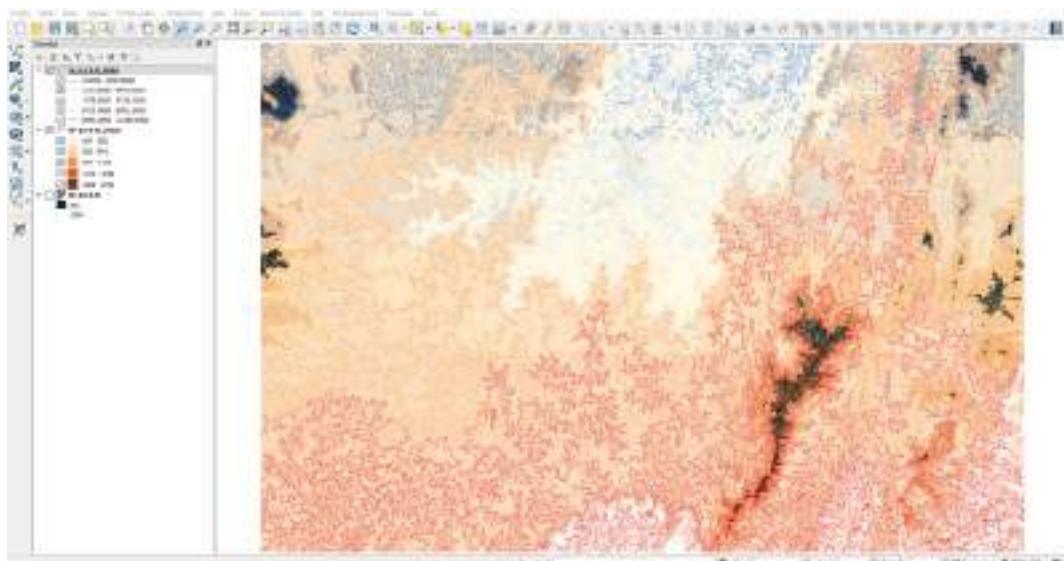
Figura 66 - Caixa de diálogo para conversão do MDE (matricial) para curvas de nível (vetorial)



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

As curvas de nível geradas são representadas na Figura 67.

Figura 67 - Resultado da conversão do MDE para curvas de nível



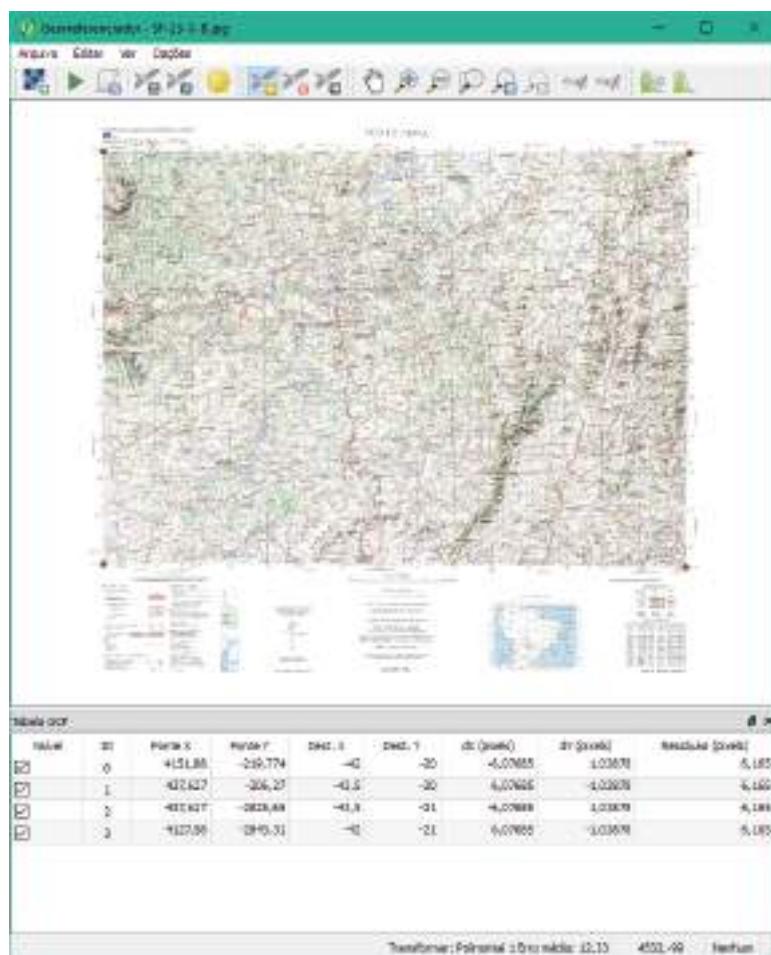
Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Georreferenciamento de um mapa na estrutura matricial

Carregar a carta topográfica Ponte Nova SF-23-X-B-II-3 (MI 25753), não georreferenciada (matricial), 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 (pode ser necessário ativar o georreferenciador no menu “Complementos”, visto que este não vem habilitado como padrão na instalação do QGIS). Adicione pontos a carta por meio da ferramenta ilustrada na Figura 68, distribuídos conforme Figura 69.

Figura 68 - Adicionar pontos no georreferenciador

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Figura 69 - Georreferenciamento: adicionar pontos a folha topográfica

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Selecione “Configurações de transformação”, ícone ilustrado na Figura 70, e preencha os campos de acordo com a Figura 71.

Figura 70 - Configurações de transformação para o georreferenciamento

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Figura 71 - Parâmetros de transformação para o georreferenciamento de uma folha topográfica



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

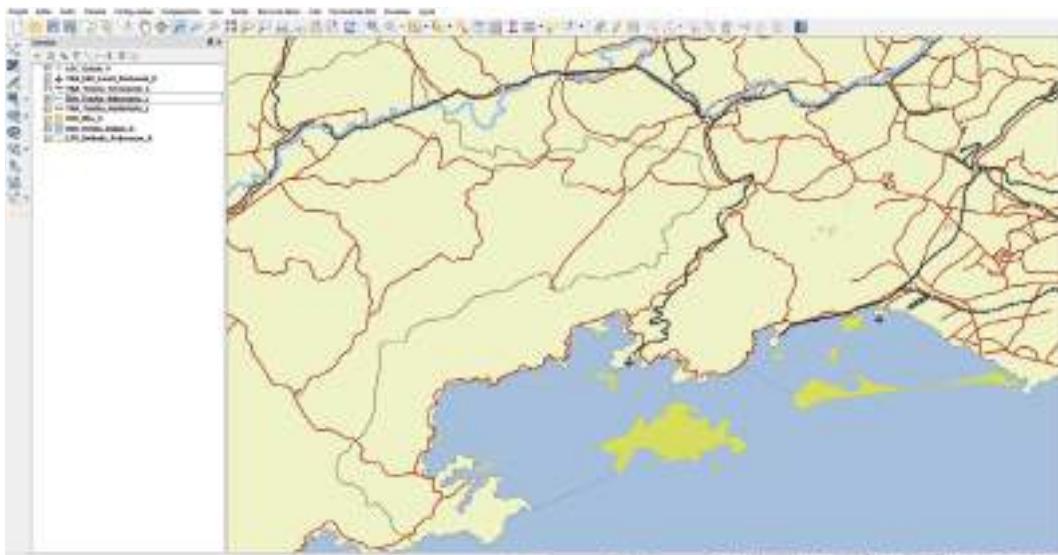
Exercício: visualização de dados geoespaciais

Carregar no ambiente de trabalho QGIS as seguintes camadas da Base Cartográfica Contínua do Brasil, 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.

Durante a construção do ambiente de trabalho salve o projeto. Salve o novo projeto como “VisualizacaoDadoGeoespacial.qgs”. O resultado do exercício é apresentado na Figura 72.

Figura 72 - Camadas vetoriais visualizadas e simbolizadas



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Análise e consulta aos dados geoespaciais

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; MONTEIRO, 2001).

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

Análises e consultas por atributo

Para iniciar uma consulta por atributos é necessário abrir a tabela de atributos do elemento desejado, clicando com o botão direito sobre a camada e selecionando “Abrir tabela de atributos”. Um exemplo está na Figura 73.

Figura 73 - Tabela de atributos, exemplo no QGIS

Fonte: IBGE. Diretoria de Geociências. Coordenacão de Cartografia.

As ferramentas da tabela de atributos são mostradas e descritas no Quadro 7.

Quadro 7 - Ferramentas de edição de camadas de informação

Ferramenta	Função	Ferramenta	Função
	Alternar modo de edição		Filtrar tabela
	Alternar modo de multiedição		Mover a seleção para o topo da tabela
	Salvar alterações		Mostrar o mapa correspondente à seleção
	Recarregar tabela		Aproximar o mapa à seleção
	Adicionar feição		Copiar feições selecionadas
	Deletar feições Selecionadas		Colar feições Selecionadas
	Selecionar feições por expressão		Adicionar novo campo à tabela
	Selecionar tudo		Remover campo da tabela
	Inverter seleção		Abrir calculadora de campo
	Desfazer seleção		Atribuir formatação condicional

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

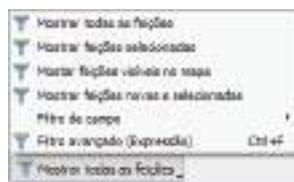
Quando a camada ativa está em modo de edição, a funcionalidade realiza as ações diretamente nos dados e, portanto, seu uso deve ser realizado de forma consciente para evitar a perda de informações. A atualização dos atributos está vinculada a região e a forma como os registros estão sendo exibidos.

Opções de visualização dos registros da tabela de atributos

No canto inferior esquerdo é possível acessar as opções para visualização dos registros da tabela de atributos, conforme ilustra a Figura 74. Dentre elas, destacam-se:

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

Figura 74 - Opções de visualização dos registros da tabela de atributos



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Formas de exibição da tabela de atributos

No canto inferior direito da tabela de atributos existem duas opções de exibição dos registros. A Figura 75 ilustra os ícones de visualização da tabela de atributos.

Figura 75 - Opções para visualização da tabela de atributos



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Filtrar a exibição dos registros

No canto inferior esquerdo da tabela de atributos da camada "TRA_Trecho_Ferroviario_L" selecione o menu Filtro de campo > NOMEABREV > digite: "FSA" > Aplicar, conforme a Figura 76.

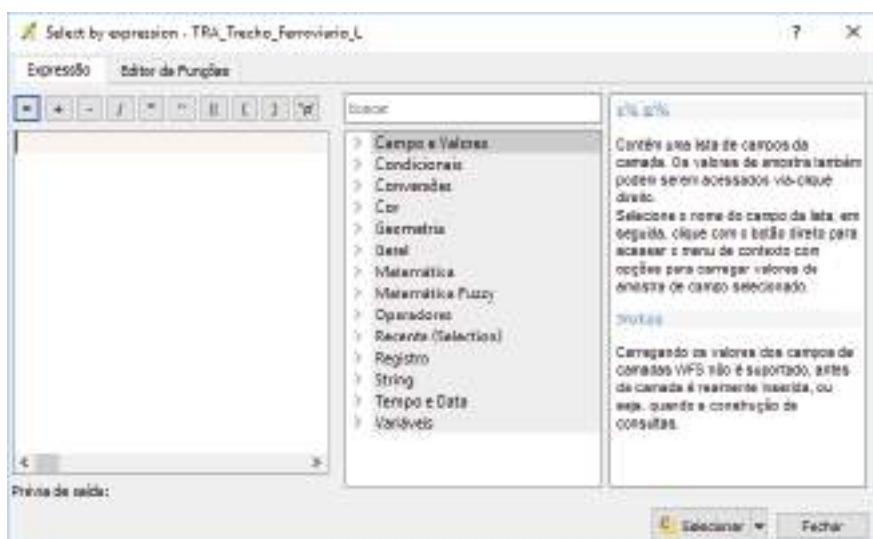
Figura 76 - Realizando um filtro por coluna

	NOME	NOMEAREAL	GEOMETRIA	COOTRECHOP	POSICOAOEL	TIPOTRCHO	ETOLA
1	Petrová Sul A/B...	PSA	Não			Desconectado	Desconhecido
2	Petrová Sul A/B...	PSA	Não			Desconectado	Desconhecido
3	Petrová Sul A/B...	PSA	Não			Desconectado	Desconhecido
4	Petrová Sul A/B...	PSA	Não			Desconectado	Desconhecido
5	Petrová Sul A/B...	PSA	Não			Desconectado	Desconhecido
6	Petrová Sul A/B...	PSA	Não			Desconectado	Desconhecido
7	Petrová Sul A/B...	PSA	Não			Desconectado	Desconhecido
8	Petrová Sul A/B...	PSA	Não			Desconectado	Desconhecido
9	Petrová Sul A/B...	PSA	Não			Desconectado	Desconhecido
10	Petrová Sul A/B...	PSA	Não			Desconectado	Desconhecido
11	Petrová Sul A/B...	PSA	Não			Desconectado	Desconhecido
12	Petrová Sul A/B...	PSA	Não			Desconectado	Desconhecido
13	Petrová Sul A/B...	PSA	Não			Desconectado	Desconhecido
14	Petrová Sul A/B...	PSA	Não			Desconectado	Desconhecido
15	Petrová Sul A/B...	PSA	Não			Desconectado	Desconhecido
16	Petrová Sul A/B...	PSA	Não			Desconectado	Desconhecido
17	Petrová Sul A/B...	PSA	Não			Desconectado	Desconhecido
18	Petrová Sul A/B...	PSA	Não			Desconectado	Desconhecido
19	Petrová Sul A/B...	PSA	Não			Desconectado	Desconhecido
20	Petrová Sul A/B...	PSA	Não			Desconectado	Desconhecido

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Elaborando consultas por atributo

Para realizar consultas por atributo deve ser utilizada a ferramenta “Selecionar feições usando uma expressão”, habilitada por meio do ícone mostrado no item (g) do Quadro 7. A caixa de diálogo é mostrada na Figura 77.

Figura 77 - Consulta por atributos por meio de expressões SQL

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Expressões SQL (Structured Query Language)

As expressões de consulta por atributos são construídas utilizando o padrão SQL. 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.

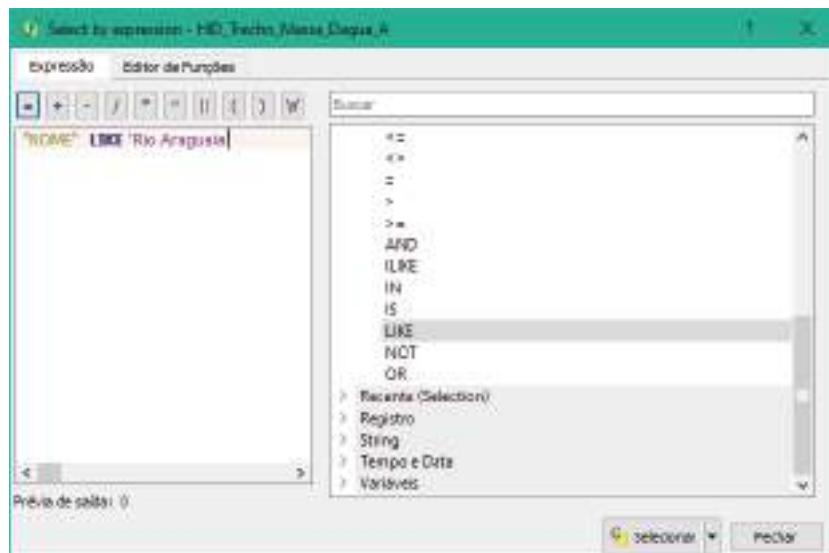
Por exemplo: nm_nng = 'Rio Santo Antônio'.

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

Por exemplo: md_latitude >'-4'

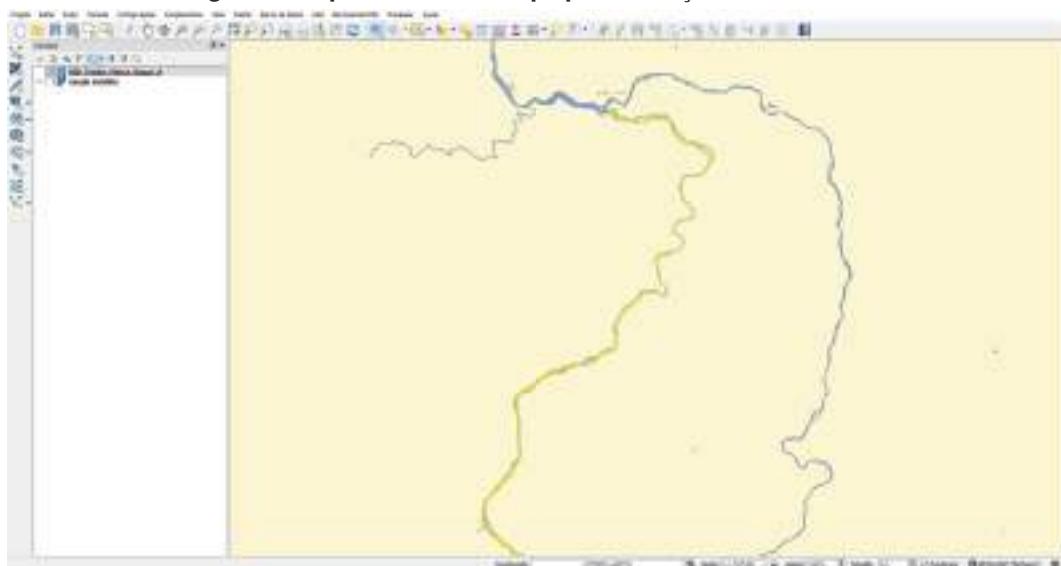
Um exemplo de consulta na BCIM é localizar os trechos de massa d'água denominados de "Rio Araguaia" presentes na base cartográfica. A expressão SQL a ser utilizada pode ser: NOME LIKE '%Rio Araguaia%', conforme mostra a Figura 78.

Figura 78 - Consulta SQL para a seleção de uma massa d'água



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

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 à seleção”, item (n) do Quadro 7. A linha selecionada será exibida na tela, conforme exemplifica a Figura 79. O resultado também pode ser visualizado na Tabela de atributos, conforme Figura 80. Salve o projeto como “ConsultaPorAtributo.qgs”.

Figura 79 - Aproximando o mapa para as feições selecionadas

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Figura 80 - Seleção do nome “Rio Araguaia” na tabela de atributos

	NAME	MONHEADEM	SGEOGRAPHIA	TIPOTRCHO	SALINIDADE	REGME
1	Rio Araguaia	Rio Araguaia	Não	Rio	Desconhecida	Permanente
2	Rio Araguaiá	Rio Araguaiá	Não	Rio	Desconhecida	Permanente
3	Mirada da Graa	Mirada da Graa	Não	Rio	Desconhecida	Permanente
4	Vasante Ranchinho	Vasante Ranchinho	Rio	Outros	Desconhecida	Permanente
5	Vasante Mangaba	Vasante Mangaba	Não	Outros	Desconhecida	Permanente
6	Vasante Gracil	Vasante Gracil	Não	Outros	Desconhecida	Permanente
7	Vasante do Coxo	Vasante do Coxo...	Não	Outros	Desconhecida	Permanente
8	Vasante Chico Co...	Vasante Chico Co...	Não	Outros	Desconhecida	Permanente
9	Três Lagoas	Três Lagoas	Não	Outros	Desconhecida	Permanente
10	Sanga Funda	Sanga Funda	Não	Outros	Desconhecida	Permanente
11	Sanga do Sege	Sanga do Sege	Não	Outros	Desconhecida	Permanente
12	Sanga do Serandi	Sanga do Serandi	Não	Outros	Desconhecida	Permanente
13	Sanga do Serendi	Sanga do Serendi	Não	Outros	Desconhecida	Permanente
14	Sanga do Coqueiro	Sanga do Coqueiro	Não	Outros	Desconhecida	Permanente
15	Sanga do Coqueiro	Sanga do Coqueiro	Não	Outros	Desconhecida	Permanente
16	Sanga do Aranha	Sanga do Aranha	Não	Rio	Desconhecida	Permanente
17	Sanga do Petró	Sanga do Petró	Não	Rio	Desconhecida	Permanente
18	Sanga da Maravil...	Sanga da Maravil...	Não	Outros	Desconhecida	Permanente
19	Sanga do Corvo...	Sanga do Corvo...	Não	Outros	Desconhecida	Permanente
20	Sanga da Canhada	Sanga da Canhada	Não	Rio	Desconhecida	Permanente
21	Sanga do Confidê...	sanga do Confidê...	Não	Outros	Desconhecida	Permanente

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

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 topónimia.

Análises e consultas espaciais

As ferramentas de análise e consultas espaciais estão localizadas no menu vetor do QGIS, conforme a Figura 81.

As ferramentas para dados vetoriais estão divididas em 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*)

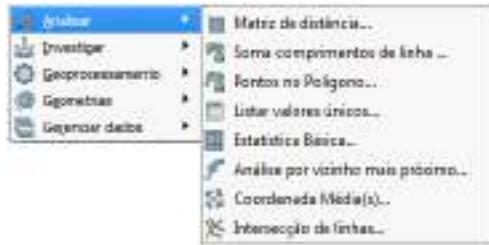
Figura 81 - Menu vetor do QGIS



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

A Figura 82 apresenta os itens do menu “Analizar” para realização de análises e consultas espaciais.

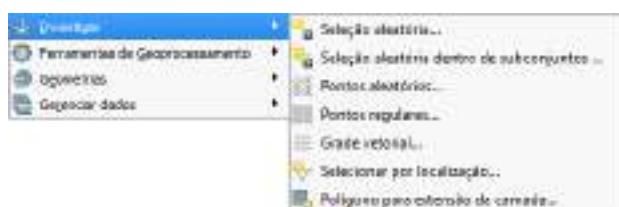
Figura 82 - Ferramentas de análise (Analysis tools)



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

A Figura 83 apresenta os itens do menu “Investigar” para análise e consultas espaciais.

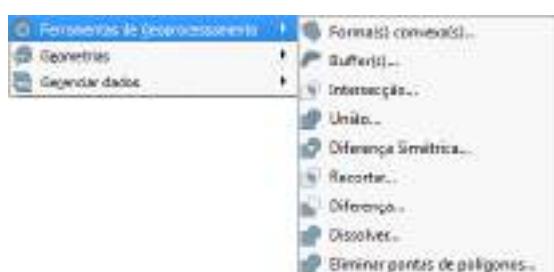
Figura 83 - Ferramentas de investigação (Research tools)



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

A Figura 84 apresenta os itens do menu “Geoprocessamento” para análise e consultas espaciais.

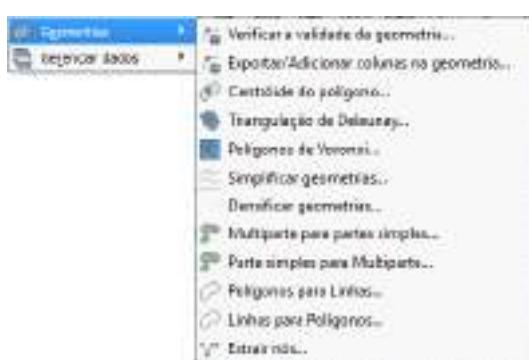
Figura 84 - Ferramentas de geoprocessamento (Geoprocessing tools)



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

A Figura 85 apresenta os itens do menu “Geometria” para análise e consultas espaciais.

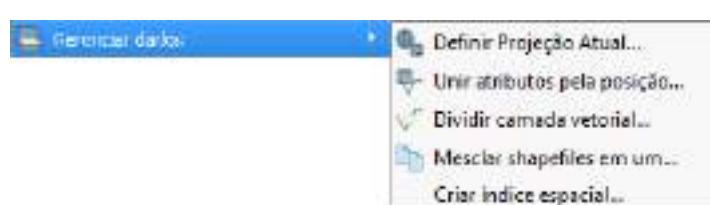
Figura 85 - Ferramentas de geometria (Geometry tools)



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

A Figura 86 apresenta os itens do menu “Gerenciamento de dados” para manipulação e gerenciamento dos dados geoespaciais.

Figura 86 - Ferramentas de gerenciamento de dados (Data management tools)



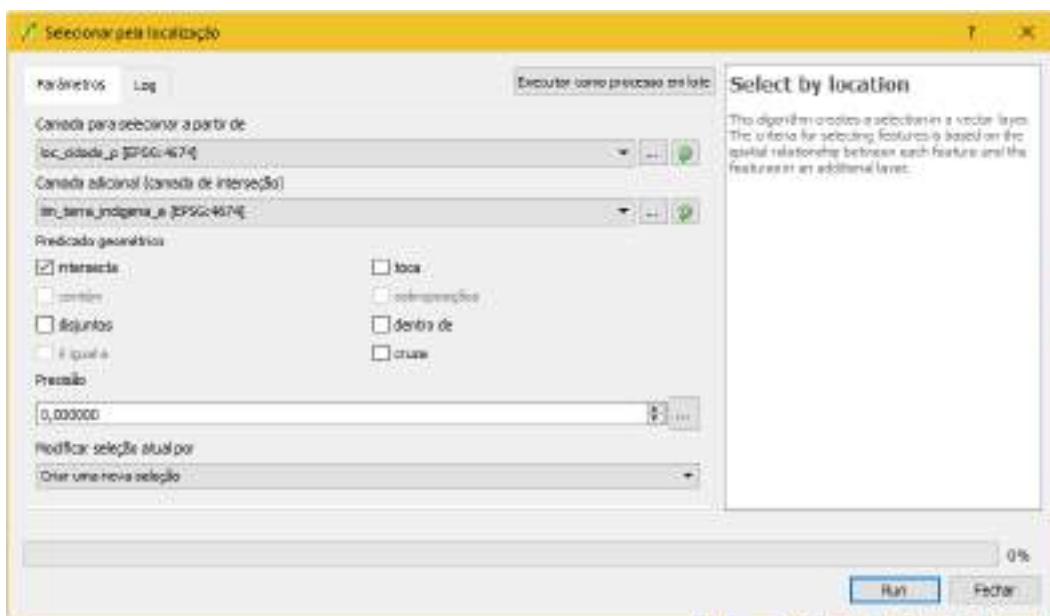
Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Exercício: seleção por localização

Selecione as cidades (ponto) contidas dentro de terras indígenas (área), presentes na BCIM, e identifique qual estado possui a maior incidência de cidades dentro de terras indígenas.

Para concluir o exercício, 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 87.

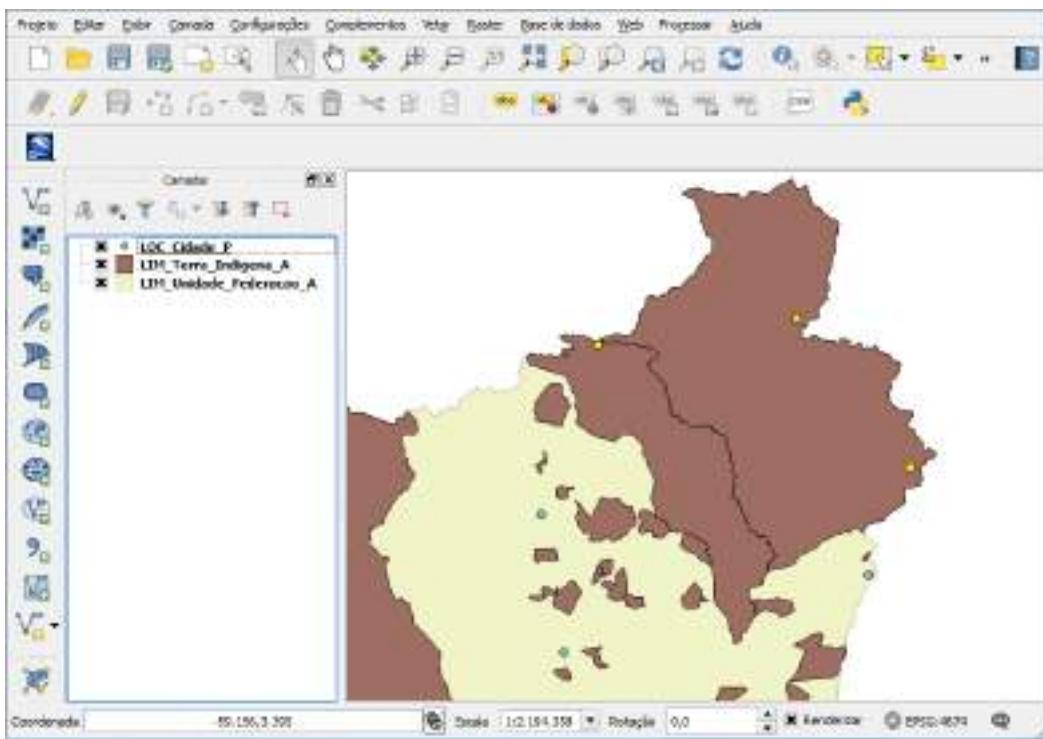
Figura 87 - Caixa de diálogo: Selecionar por localização



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

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 88. Observe que a Unidade da Federação que possuí o maior número de cidades dentro de terras indígenas é Roraima.

Figura 88 - Resultado da seleção por localização

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Atividade Complementar

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

- 1 - Carregar as classes necessárias para a análise, “LIM_Municipio_A” e “HID_Trecho_Drenagem_L” e adequar a simbologia destas camadas;
- 2 - Selecionar Leopoldina dentro da classe de limites municipais “LIM_Municipio_A”, através de uma consulta simples;
- 3 - Realizar a consulta espacial “Selecionar por localização” para identificar os trechos de rio que tocam Leopoldina;
- 4 - 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.

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”

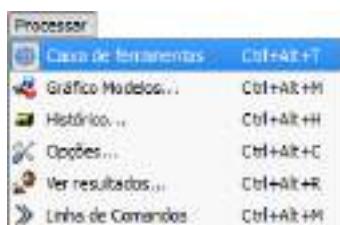
Para isto é necessário realizar as seguintes etapas:

- Carregar os Shapefile “rios_leopoldina.shp” e salvá-lo na projeção UTM Fuso 23 Sul, o referencial geodésico será o SIRGAS2000;
- 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 o SRC 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 89, é possível identificar uma série de funcionalidades complementares do QGIS. Para gerar a APP, presentes nos rios identificados no “ConsultaPorAtributo.qgs”, neste exercício será utilizada a ferramenta “Buffer de distância fixada”, presente no menu “Processamento”, conforme Figura 90. Existe uma ferramenta similar no menu Vetor > Ferramentas de geoprocessamento > Buffer(s).

Figura 89 - Menu Processar



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Figura 90 - Caixa de ferramentas de processamento



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

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 grau equivale a aproximadamente 111 km na linha do equador.

Salve o projeto como “ConsultaEspacial.qgs”

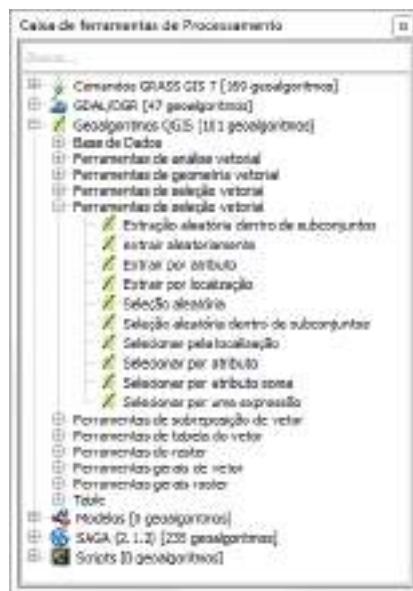
Extrair feições geográficas aleatoriamente

O comando “Extrair aleatoriamente” é uma ferramenta relevante para seleção aleatória de feições geográficas. Está presente na caixa de ferramentas de “Processamento” (Exibir > Painéis > Caixa de ferramentas ou Ctrl + Alt + T), em Processar > Caixa de ferramentas > Geoalgoritmos QGIS > Ferramentas de seleção vetorial > Extrair aleatoriamente conforme Figura 91. Existe uma ferramenta similar no menu Vetor > Investigar > Seleção aleatória.

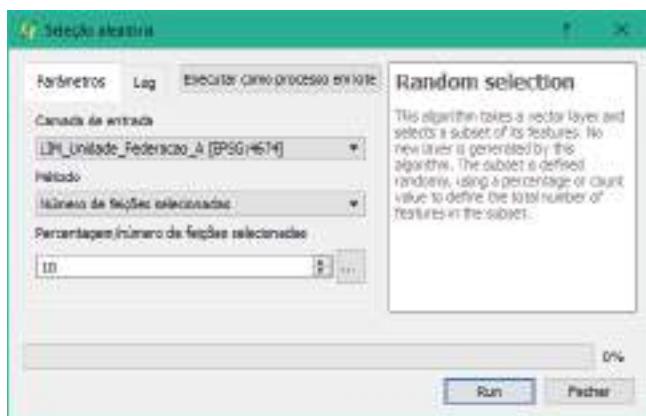
O primeiro passo é escolher a camada em que serão selecionadas as feições geográficas aleatoriamente, apontando-a em “Camada de entrada”. Em seguida, seleciona-se o método: “Número de feições selecionadas” ou “Percentual de feições selecionadas”. No campo “Percentagem/Número de feições selecionadas”,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

Por último deve-se selecionar “Salvar em arquivo” no campo “Extração (aleatória)”, conforme Figura 92. O resultado é mostrado na Figura 93.

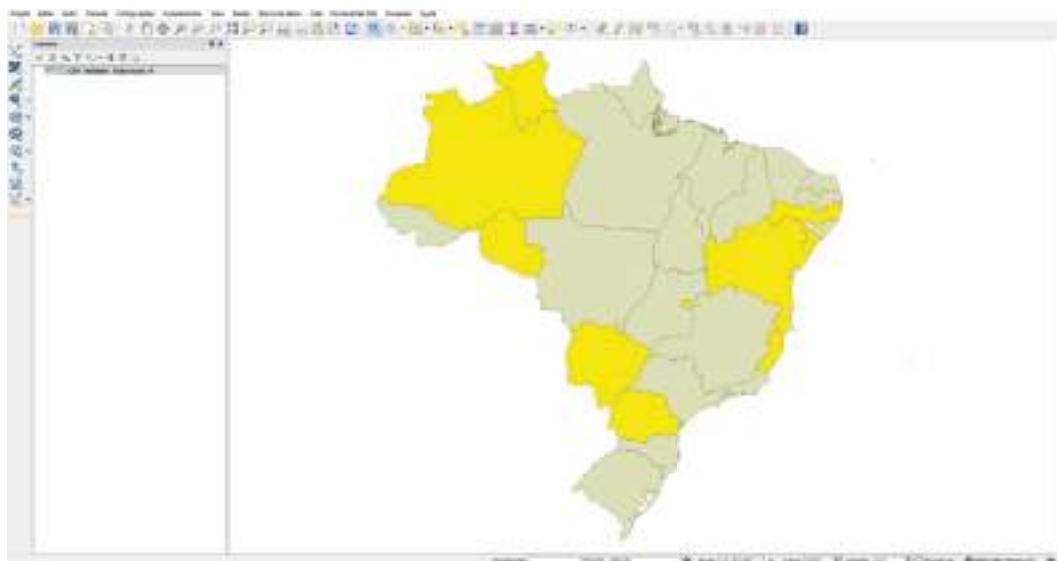
Figura 91 - Ferramenta de extração na caixa de ferramentas



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Figura 92 - Caixa de diálogo para extração aleatória de feições

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Figura 93 - Resultado da função seleção aleatória de feições

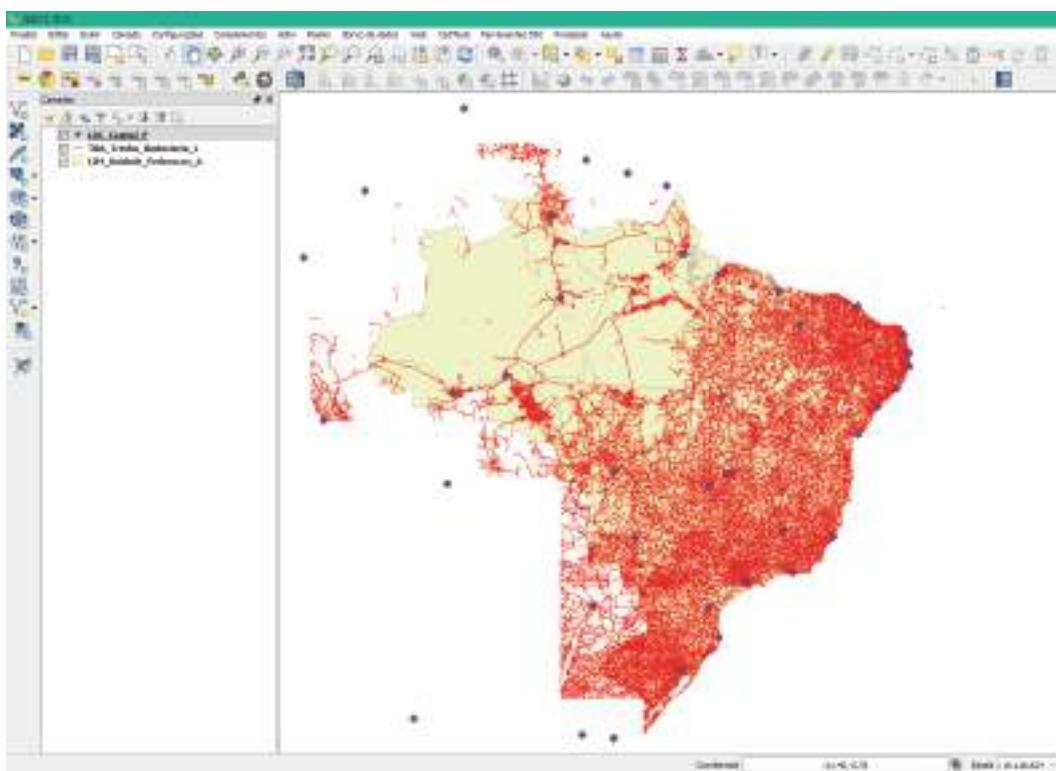
Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Cálculo de coordenadas, distâncias e áreas

Os SIGs usualmente possuem ferramentas nativas de cálculo de coordenadas, distâncias e áreas. No QGIS, esta ferramenta é representada pela calculadora de campo. Os exercícios a seguir demonstrarão estas funcionalidades.

Adicione ao projeto os seguintes arquivos da BCIM, como demonstrado na Figura 94:

- loc_capital_p
- tra_trecho_rodoviario_l
- lim_unidade_federacao_a

Figura 94 - Camadas carregadas

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

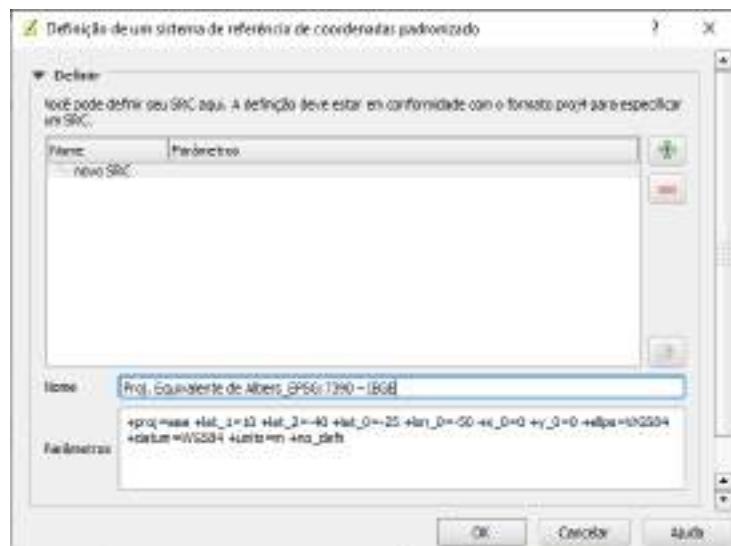
De acordo com a documentação técnica geral da BCIM, versão 2016, recomenda-se para os cálculos de áreas a Projeção Equivalente de Albers e para o cálculo de extensões a Projeção Policônica.

Cálculo de área

Para calcular as áreas dos estados do Brasil, crie um SRC personalizado, selecionando o menu Configurações > SRC personalizado. Os seguintes parâmetros serão utilizados, como na Figura 95:

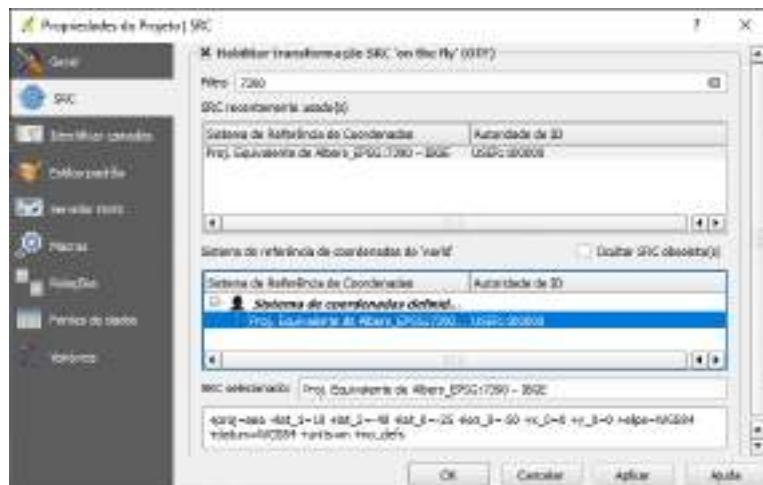
Nome: Proj. Equivalente de Albers_EPSG:7390 – IBGE

Parâmetros: +proj=aea +lat_1=10 +lat_2=-40 +lat_0=-25 +lon_0=-50 +x_0=0 +y_0=0 +ellps=WGS84 +datum=WGS84 +units=m +no_defs.

Figura 95 - Criando SRC personalizado

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Em seguida, defina o novo SRC do projeto, selecionando: Projeto > Propriedades do projeto > SRC, como na Figura 96.

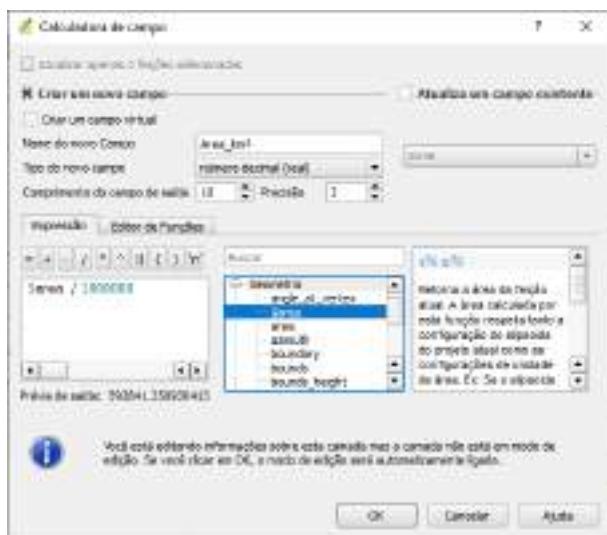
Figura 96 - Definindo SRC do projeto

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Para calcular a área, acesse a calculadora de campo da camada “lim_unidade_federacao_a” e crie um campo “Area_km²”, como na Figura 97. As áreas serão calculadas em km².

Observe os valores das áreas dos estados calculados na tabela de atributos conforme Figura 98 a seguir.

De acordo com o portal Cidades@, do IBGE, o Estado de Minas Gerais (MG) tem área da unidade territorial de 586 521,121 km² (ÁREA..., 2017). Diferenças assim ocorrem quando, para o cálculo, não se considera a mesma base de dados ou o mesmo sistema de projeção.

Figura 97 - Calculando área das Unidades de Federação

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

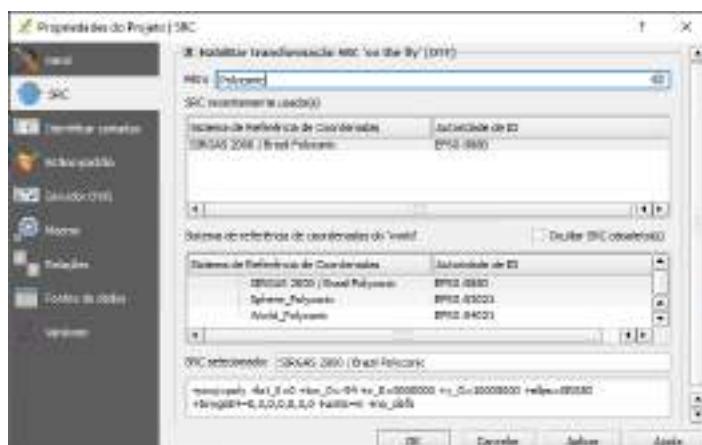
Figura 98 - Observando os valores calculados na tabela de atributos

	sigla	ascodigo	id_produto	id_elemento	cd_insumo_1	nr_insumo_1	nr_insumo_2	tx_insumo_2	Area_Inf
1	MG	51	100001						552591.791
2	ES	49	100001						283631.449
3	MS	50	100001						380561.318
4	AL	27	100001						38318.159
5	SE	28	100001						12038.018

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Cálculo de extensão

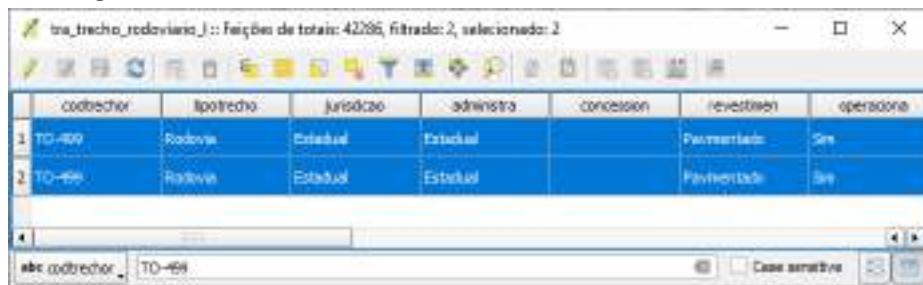
Para calcular a extensão de elementos lineares, altere o SRC em: Projeto > Propriedades do projeto > SRC, para SIRGAS2000/Brazil Polyconic (EPSG:5880) como na Figura 99 a seguir.

Figura 99 - Alterando o SRC do projeto

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Na tabela de atributos da camada “tra_trecho_rodoviario_l”, selecione a rodovia “TO-499”, como na Figura 100 a seguir.

Figura 100 - Selecionando os elementos de rodovia com nome TO-499



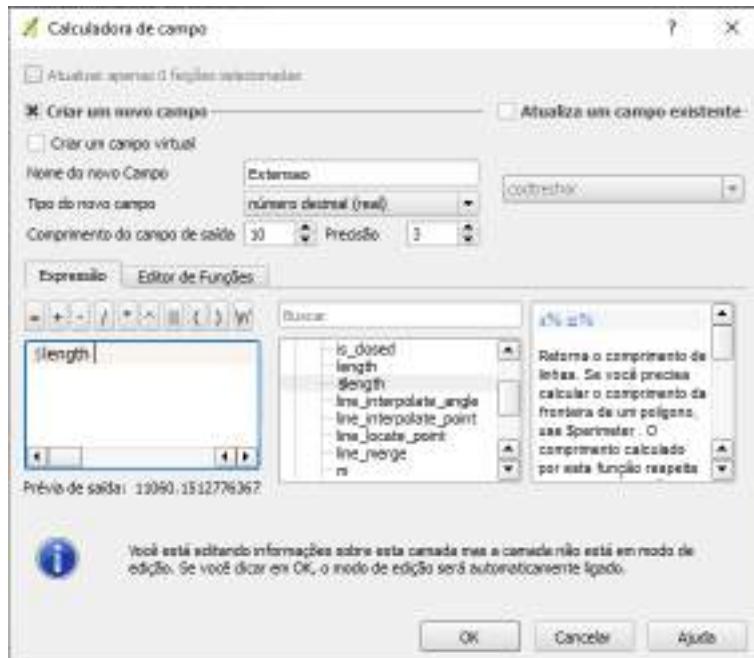
The screenshot shows a QGIS attribute table window titled "tra_trecho_rodoviario_l :: Feições de total: 42295, filtrado: 2, selecionado: 2". The table has columns: codtrecho, tipo_trecho, jurisdicão, administra, concessão, revestimen, and operadora. Two rows are selected, both labeled "TO-499". The "codtrecho" column shows "TO-499" and "TO-499". The "tipo_trecho" column shows "Rodovia" and "Rodovia". The "jurisdicão" and "administra" columns show "Estadual" and "Estadual". The "concessão" column is empty. The "revestimen" and "operadora" columns also show empty fields. The status bar at the bottom indicates "abc.codtrecho : TO-499".

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Salve as rodovias selecionadas como um novo arquivo Shapefile. Após a criação do novo arquivo, selecione as duas feições e, após aberta a edição, mescle-as, transformando-as em uma só com os mesmos atributos.

De modo semelhante ao cálculo de área, a calculadora de campo tem a funcionalidade de calcular distâncias, através da criação de um novo campo da tabela de atributos e atribuindo a esse campo a fórmula de cálculo correspondente. A Figura 101 demonstra a criação do novo campo.

Figura 101 - Criando o campo comprimento na calculadora de campo

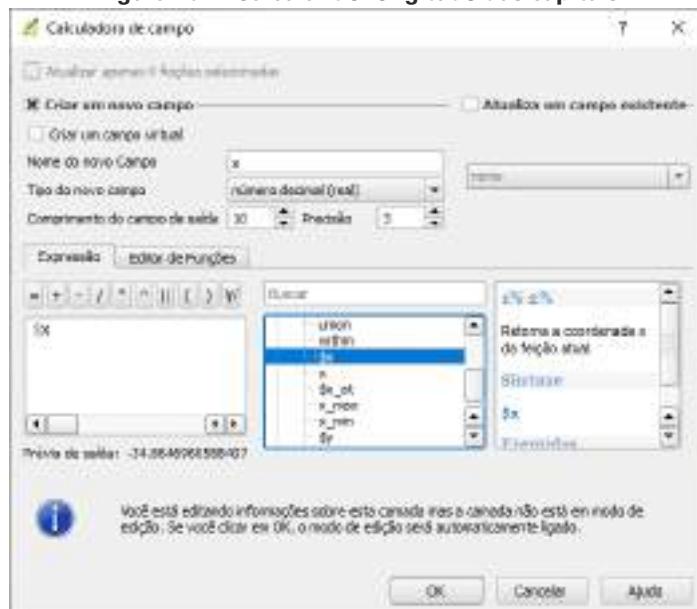


Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

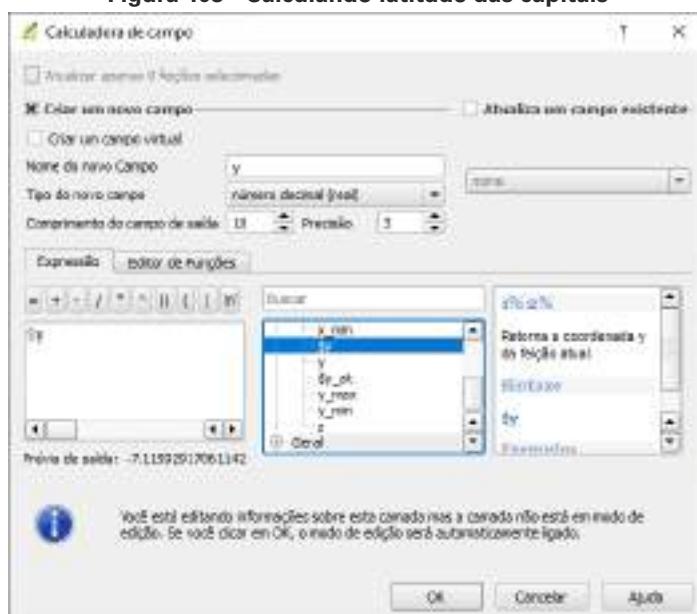
Observe o resultado na tabela de atributos.

Cálculo de coordenadas

Na calculadora de campo da camada “loc_capital_p”, crie um campo para longitude, como ilustra a Figura 102. E outro para latitude, como na Figura 103.

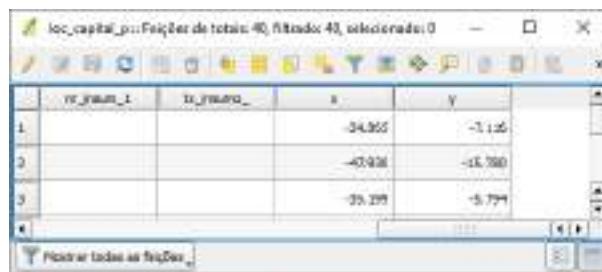
Figura 102 - Calculando longitude das capitais

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Figura 103 - Calculando latitude das capitais

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Veja um exemplo de coordenadas calculadas na tabela de atributos, conforme Figura 104.

Figura 104 - Resultado do cálculo na tabela de atributos


The screenshot shows a QGIS attribute table window titled "loc_capital_pis". It contains three rows of data with columns labeled "nr_neum_1", "tx_neum_2", "X", and "Y". The "X" column has values -34.955, -40.936, and -39.293. The "Y" column has values -1.125, -16.760, and -5.794. A button at the bottom left says "Preencher todas as frações".

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

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.

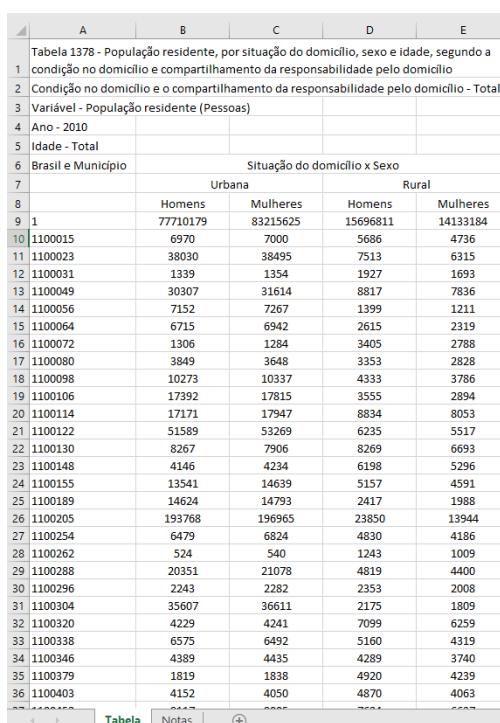
Inúmeras são as pesquisas e levantamentos de informações e de alguma forma estes dados são associados a um local, como o nome ou até mesmo um código. O QGIS permite a junção de tabelas, tanto por atributo através de códigos coincidentes quanto espacialmente.

Junção de tabelas por atributo

As etapas de junção por atributos são descritas a seguir:

- 1 - Para explorar as opções de junção de tabelas por atributo utilizaremos os dados exportados do Sidra obtidos anteriormente.

A Figura 105 mostra a Tabela 1378 obtida do SIDRA sem tratamento.

Figura 105 - Tabela 1378 do Sidra sem tratamento em formato CSV


The screenshot shows an Excel spreadsheet with data from Tabela 1378. The columns are labeled A through E. The data includes headers like "Tabela 1378 - População residente, por 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", "Variável - População residente (Pessoas)", "Ano - 2010", "Idade - Total", and "Brasil e Município". Below these, there are detailed data rows for various age groups and locations, categorized by "Situação do domicílio x Sexo" (Urban vs Rural) and gender (Homens vs Mulheres). The last row shows totals for the entire table.

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

2 - Preparar os campos da tabela antes de carregá-lo no QGIS. Para isso, edite os títulos das colunas, substitua os valores ‘-’ para ‘0’. A Figura 106 mostra a Tabela 1378 editada.

Figura 106 - Tabela 1378 do SIDRA editada em formato XLS

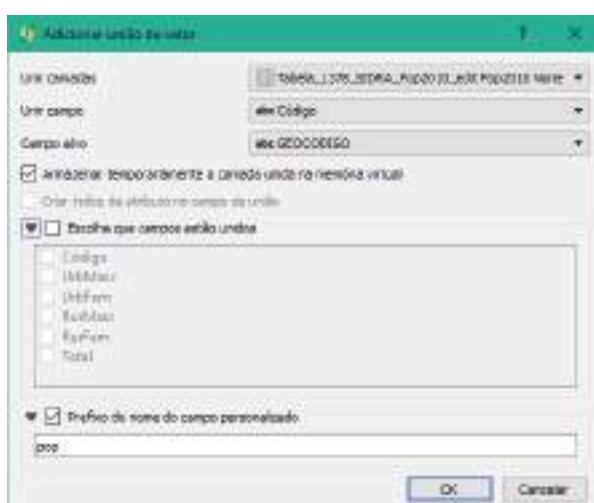
A	B	C	D	E
Geocódigo	Município	Unidade	Área(km²)	População
1				
2	1200010	00000	7028	3480
3	1200020	00000	58499	7105
4	1200030	00000	1234	1227
5	1200040	00000	11614	8157
6	1200050	00000	7563	2189
7	1200060	00000	6710	2023
8	1200070	00000	1284	1045
9	1200080	00000	3847	1250
10	1200090	00000	10273	6223
11	1200090	17012	17012	1553
12	1200110	17011	17011	8346
13	1200120	51349	53869	6205
14	1200130	6267	7908	6289
15	1200140	4146	4034	8180
16	1200150	13541	14659	5157
17	1200160	14624	14293	2467
18	1200170	19784	159950	23480
19	1200240	6470	6024	4330
20	1200340	534	548	1243
21	1200380	26551	21878	4029
22	1200390	3241	2383	1159
23	1200390	39607	39611	1175
24	1200390	4229	4241	7099
25	1200390	6070	6499	1140
26	1200340	4189	4425	4285
27	1200319	1439	1318	4190
28	1200440	4151	4058	4065
29	1200440	6137	6003	7036
30	1200902	617	879	4299
31	1200900	1288	1081	2387
32	1200900	1789	1460	3039
33	1200820	6479	6368	9221
34	1200930	681	481	2488
35	1200920	1921	1762	2085
36	1200940	3741	3282	2495
37	1201000	1126	1267	8485
38	1201000	2701	2521	1285

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

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 “Unões” e realize a junção da delimitação municipal com os dados tabulares, da população de 2010, através do campo “geocódigo”, conforme a Figura 107.

Figura 107 - Junção da delimitação municipal com dados tabulares



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

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”.

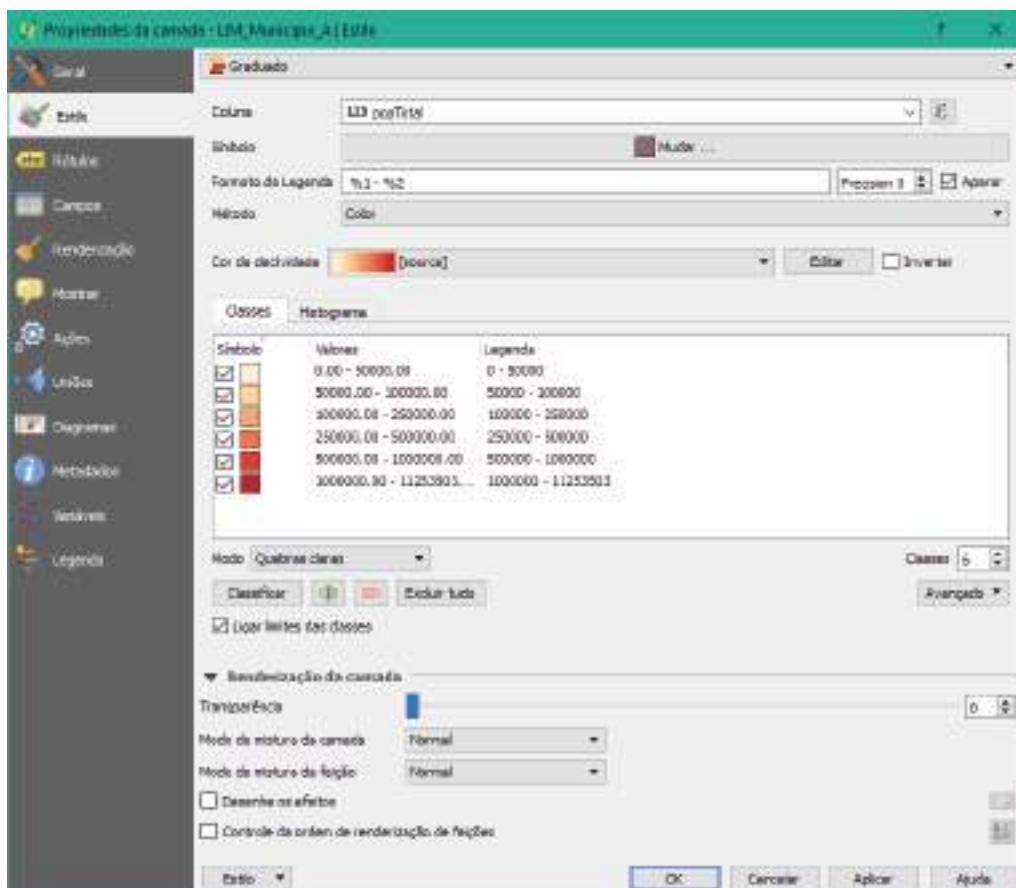
2 - Inicie a edição da camada

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”.

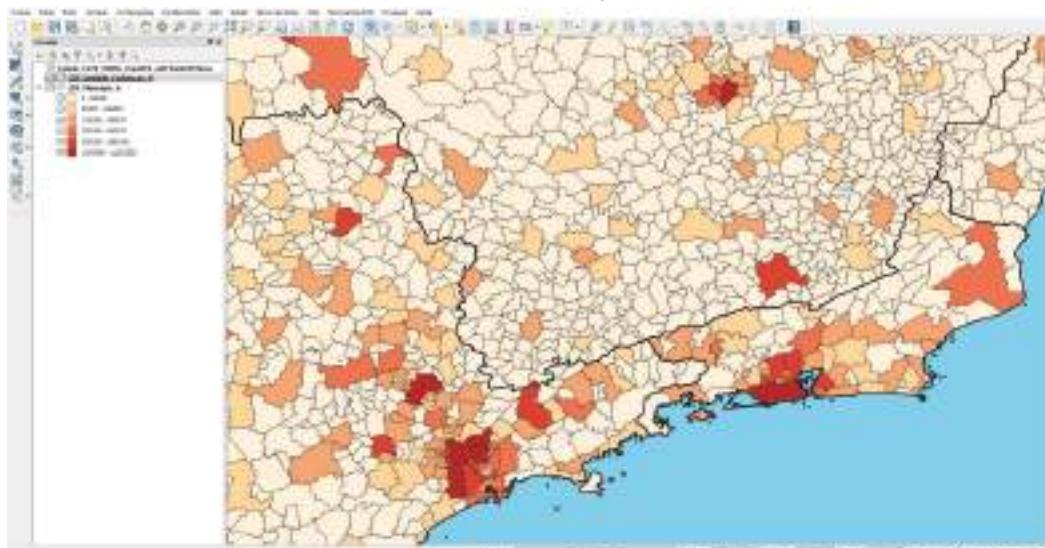
Pode haver alteração no estilo de aspas usado de acordo com a versão do QGIS utilizada. A expressão acima funciona apenas com aspas simples (‘ ’) no QGIS 2.14; em outras versões, é possível utilizar aspas duplas (“ ”).

Para construir o mapa temático, selecione: Propriedades da camada > Estilo, conforme a Figura 108. 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 109. Salve o projeto como “JuncaoPorAtributo.qgs”.

Figura 108 - Propriedades da camada (símbologia categorizada)



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Figura 109 - Resultado da junção por atributos

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

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.

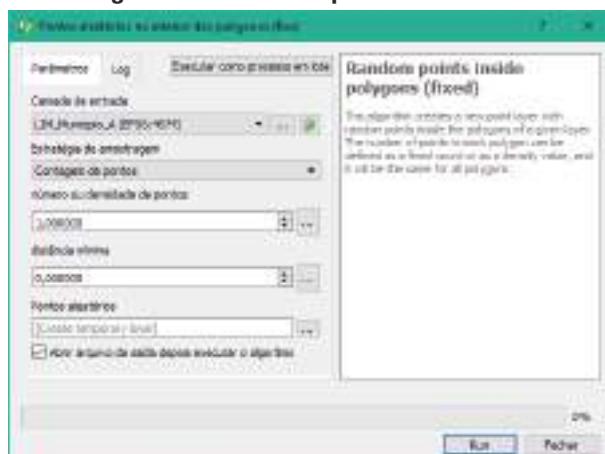
Para realizar o próximo exemplo serão gerados pontos aleatórios dentro do limite político administrativo das Unidades da Federação. Estes pontos, a princípio sem atributos, receberão os atributos do município com a população de 2010, gerados no exercício. O Shapefile foi denominado de “LIM_Municipio_2010.shp”

As seguintes etapas devem ser realizadas:

1 - Carregar as camadas necessárias:

“LIM_Unidade_Federacao_A” e “LIM_Municipio_2010”;

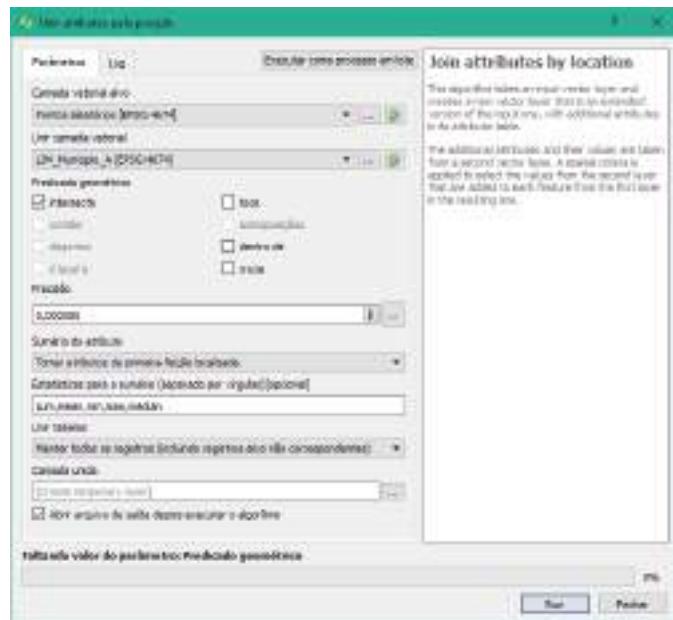
2 - Gerar um ponto aleatório para cada Unidade da Federação, através da função “Pontos aleatórios”, presente no menu Vetor > Investigar, salve o Shapefile como “PontosAleatorios.shp”, conforme a Figura 110.

Figura 110 - Gerando pontos aleatórios

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Selecione o menu **vetor > Gerenciar dados > Unir atributos pela posição, salvar o Shapefile de saída como “PontosAletoriosComAtributos.shp”, conforme a Figura 111.**

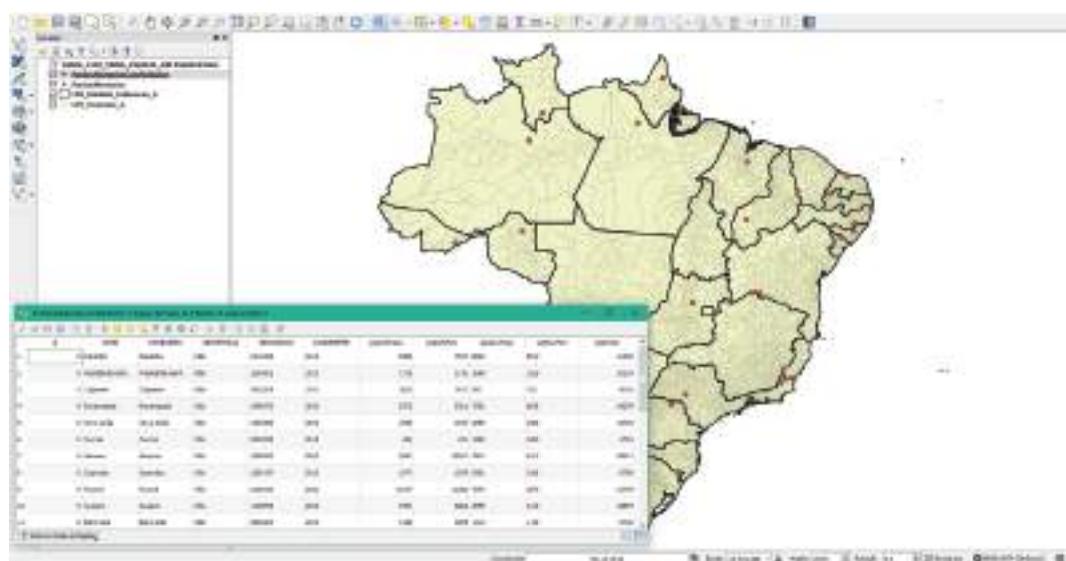
Figura 111 - Junção de atributos aos pontos aleatórios



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Observe a tabela de atributos da camada “PontosAleatoriosComAtributos.shp” e identifique os municípios selecionados na amostragem aleatória simples, conforme a Figura 112. Salve o projeto como “JuncaoEspacial.qgs”

Figura 112 - Resultado da junção espacial de atributos



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

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.

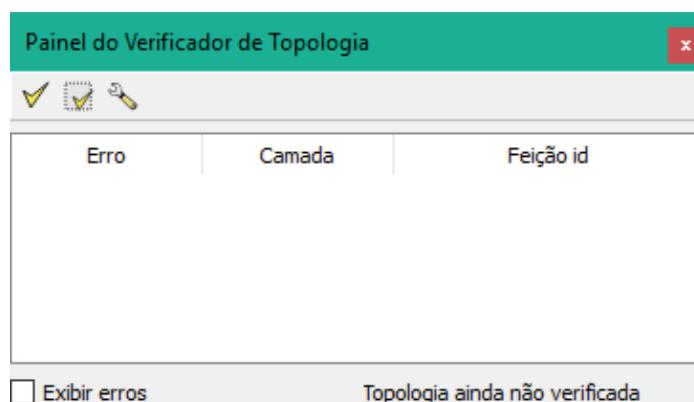
Através do menu Complementos, deve-se habilitar o *plugin* “Verificador de Topologia”. Esta funcionalidade estará então disponível no menu Vetor > Verificador de Topologia ou por meio do ícone ilustrado na Figura 113. A Figura 114 mostra a caixa de diálogo da ferramenta Verificador de topologia do QGIS.

Figura 113 - Verificador de topologia



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Figura 114 - Painel do verificador de topologia



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

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

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; e as regras em preto são executadas apenas na mesma classe.

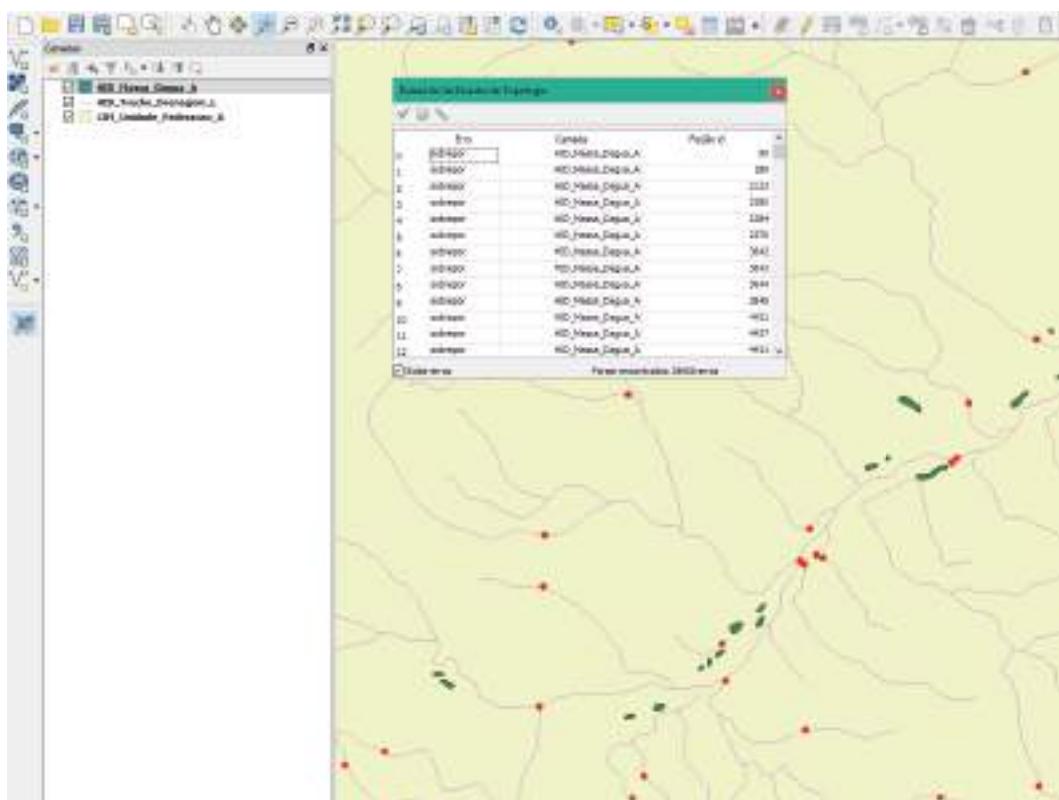
- **Geometria primitiva tipo ponto:** “tem de estar coberto por”, “devem ser cobertos pelos os pontos finais do”, “deve estar dentro”, “não devem ter duplicados”, “não devem ter geometrias inválidas”, “não devem ter geometrias multiparte”;
- **Geometria primitiva tipo linha:** “os pontos finais devem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

Por exemplo: verificar as 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 desta validação topológica: 29 606 possíveis inconsistências na versão 2016 da BCIM, como demonstra a Figura 115.

Figura 115 - Validação topológica identificada no QGIS



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Salve o projeto como “ValidacaoTopologica.qgs”

Gerenciamento de banco de dados geográficos

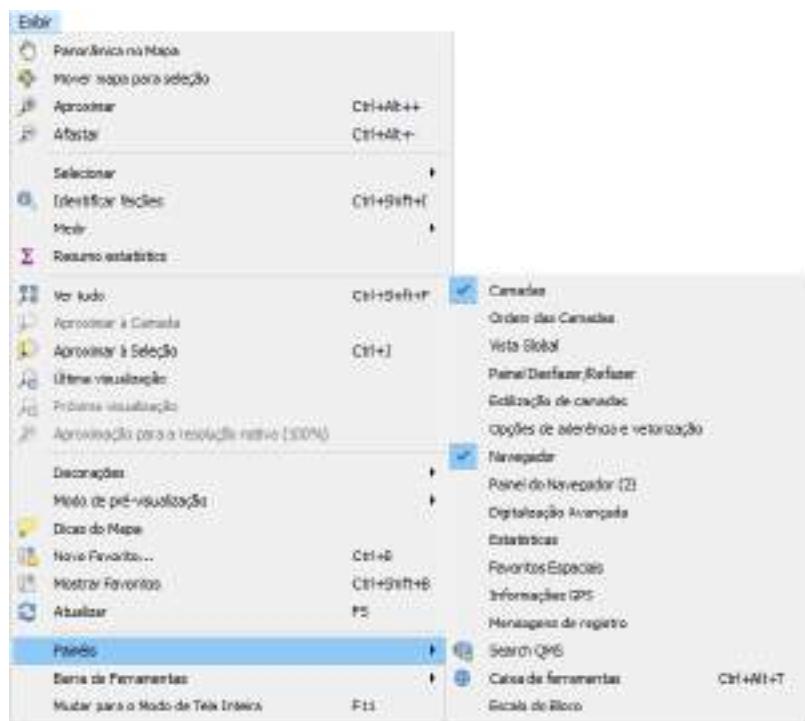
Este capítulo aborda a manipulação de banco de dados geográficos num ambiente SIG. O QGIS permite, além de carregar dados armazenados em banco de dados geográficos, o gerenciamento e consultas (por atributo ou espaciais) por meio de funcionalidades do próprio Sistema Gerenciador de Banco de Dados - SGBD. Para utilizar o Gerenciador de banco de dados - BD é necessário, no mínimo, um conhecimento básico de Structure Query Language - SQL. Serão explorados bancos de dados SpatiaLite aliado a funcionalidades do Gerenciador de BD, conforme ilustrado na Figura 116.

Figura 116 - SpatiaLite aliado ao Gerenciador de BD



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

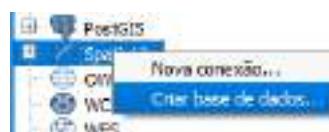
Antes de iniciar a criação de seu BD SpatiaLite, verifique se o Navegador está ativo. Ele é ativado através do menu Exibir > Painéis > Navegador, conforme ilustra a Figura 117.

Figura 117 - Ativação e visualização do Navegador

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Criando um banco de dados geográfico

Clique com o botão direito do mouse sobre “SpatiaLite” e selecione “Criar Base de Dados...,” como na Figura 118.

Figura 118 - Criação de uma base de dados no formato SpatiaLite

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Nomeie o arquivo a ser criado como “BCIM_SpatiaLite” e salve. Na aba Banco de Dados > Gerenciador BD > Gerenciador BD, deve aparecer uma tela conforme a Figura 119, com a base SpatiaLite já criada e conectada.

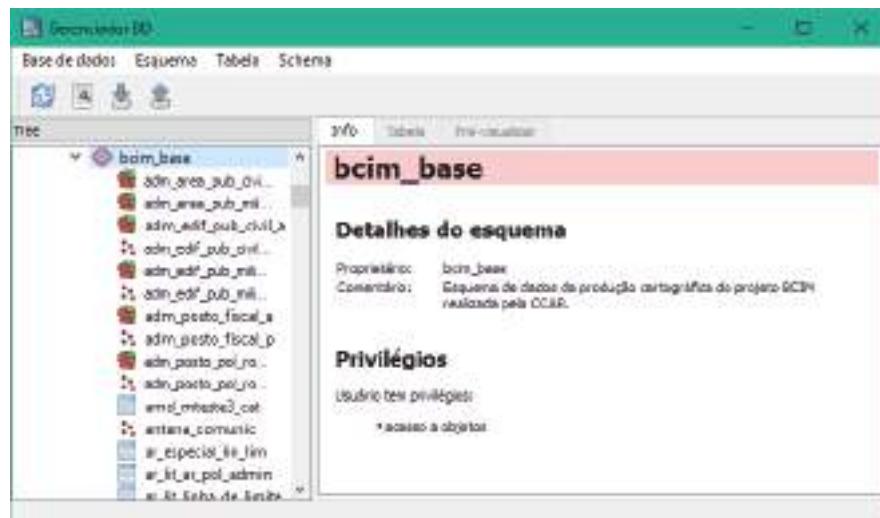
Figura 119 - Base criada e conectada

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Gerenciador de banco de dados - BD

Através do Gerenciador de BD do QGIS é possível manipular e gerenciar diferentes conjuntos de dados em diferentes bancos de dados geográficos. Para acessar esta ferramenta, ilustrada na Figura 120, selecione Banco de dados > Gerenciador BD.

Figura 120 - Gerenciador de banco de dados



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

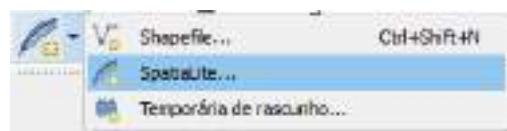
Criando classe de feições no banco de dados geográfico

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

Outra forma de criação de camadas é por meio de expressões SQL, que não foi abordado neste documento.

Após a criação do banco de dados, é possível adicionar camadas vetoriais ao projeto. Isso é feito através do menu Adicionar nova camada > SpatiaLite, conforme Figura 121.

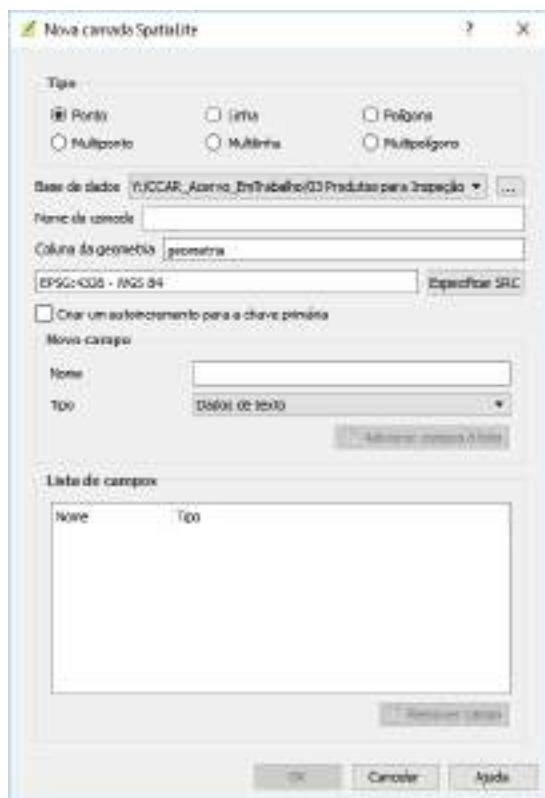
Figura 121 - Criando camadas no banco SpatiaLite



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

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 122).

Figura 122 - Ferramenta de criação de novas camadas no banco SpatiaLite.



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Importando camadas para o banco de dados geográfico

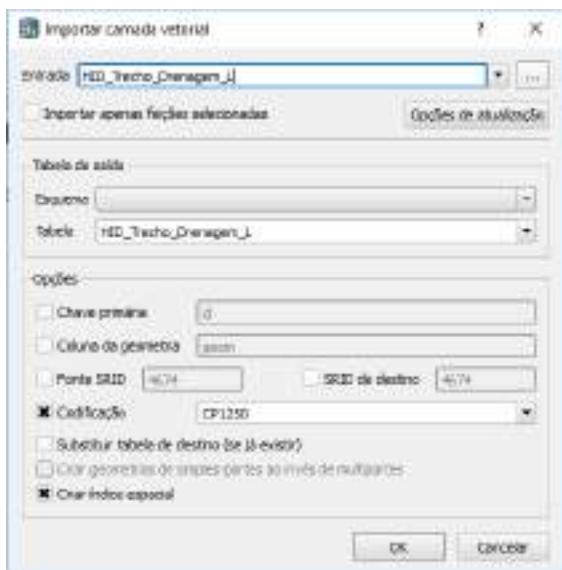
Para adicionar camadas de dados à base, mantenha-a selecionada e clique no menu Importar camada/arquivo, conforme Figura 123.

Figura 123 - Importar camada/arquivo



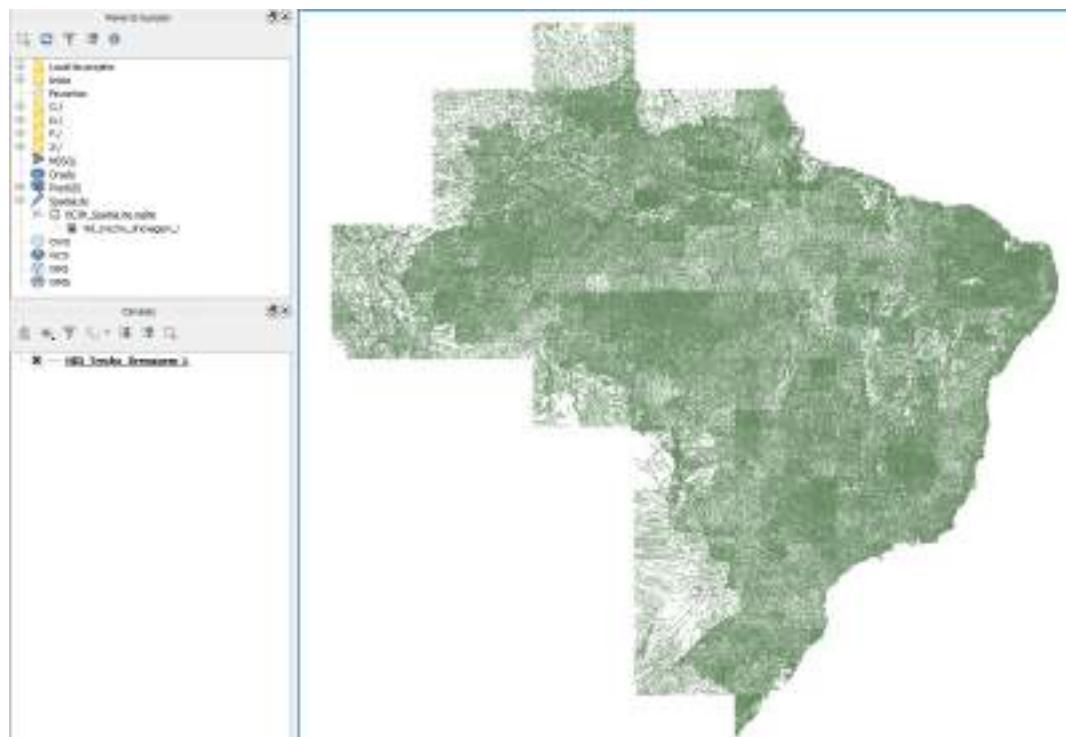
Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Por exemplo: escolha a camada “HID_Trecho_Drenagem_L” que está na pasta “DadosTreinamento/FormatoVetorial”. 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 124. No final clique em “OK”.

Figura 124 - Importando camadas ou arquivos

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

De volta ao Navegador, no item referente ao SpatialLite, a camada importada deverá aparecer. Adicione-a ao projeto, clicando duas vezes ou arrastando-a até o painel “Camadas”. A classe trecho de drenagem aparecerá na tela e na lista de camadas, conforme ilustra a Figura 125.

Figura 125 - Camada adicionada ao Banco SpatialLite e ao projeto

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

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 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.

Realizando consultas por atributo pelo Gerenciador de BD

Utilizando o Gerenciador de 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 de BD e abra a caixa de diálogo “Janela SQL”, através da ferramenta ilustrada na Figura 126.

Figura 126 - Ferramenta de construção de consultas SQL



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Na “Janela SQL” conforme a Figura 127, escreva e execute a seguinte expressão:

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

Figura 127 - Inserindo a expressão SQL pelo Gerenciador de BD

ID	geom	id_objeto	nome	categoria	geomatria	descrep
1	00104111	00104111	Rio Una	Rio Una	Sint	Sint
2	00105011	00105011	Rio Unauni	Rio Unauni	Sint	Sint
3	00105021	00105021	Rio Una do Prd.	Rio Una do Prd.	Sint	Sint
4	00171111	00171111	Rio Una	Rio Una	Sint	Sint
5	00171011	00171011	Rio Una	Rio Una	Sint	Sint
6	00171151	00171151	Rio Una	Rio Una	Sint	Sint
7	00171161	00171161	Rio Una	Rio Una	Sint	Sint

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

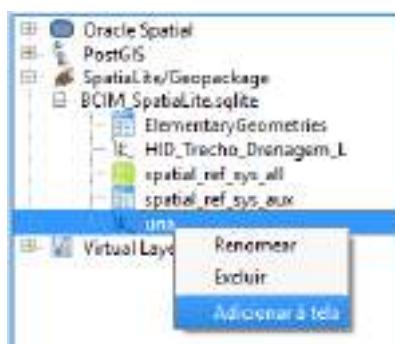
Para carregar a consulta SQL no mapa é necessário clicar em “Criar uma visão” e, nesse exercício, nomeá-la como “una”. Em seguida, atualize a lista de camadas, por meio do ícone ilustrado na Figura 128, para que a visão criada apareça na lista. Para torná-la visível como camada, basta clicar com o botão direito e escolher “Adicionar à tela” (Figura 129).

Figura 128 - Atualizando a visão de camadas no SpatiaLite



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Figura 129 - Adição da visão criada à tela



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

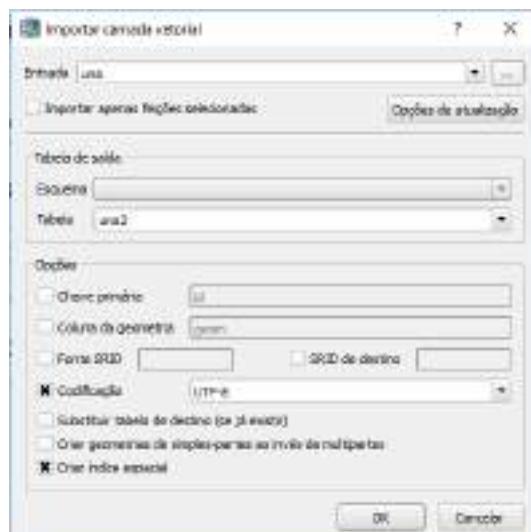
Então, importe uma camada à base SpatiaLite, por meio do ícone ilustrado na Figura 130 e configure a importação conforme a Figura 131.

Figura 130 - Importar camada/arquivo



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Figura 131 - Importação da camada baseada na visão criada



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

A Figura 132 mostra o resultado da consulta SQL realizada no Gerenciador de BD do QGIS.

Figura 132 - Resultado da consulta SQL carregado em tela

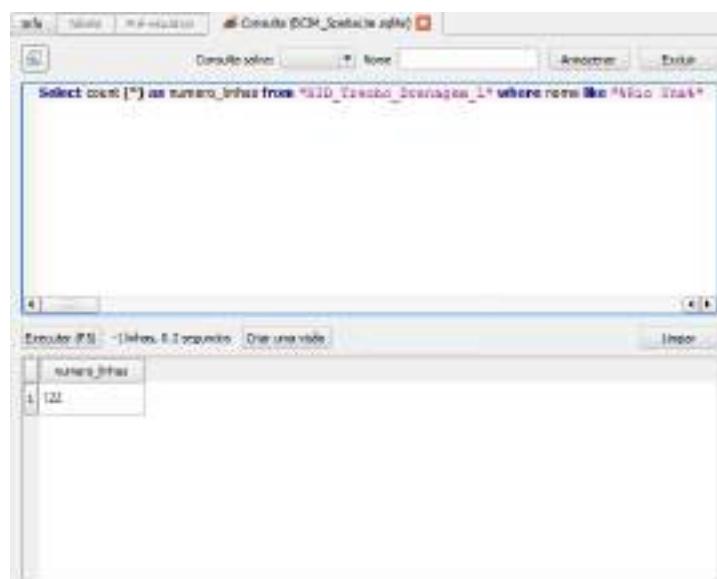


Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Outro tipo de consulta SQL que pode ser realizada no Gerenciador de BD é a contagem de registro com um determinado atributo consultado, conforme ilustra a Figura 133.

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

Figura 133 - Resultado da consulta do número de linhas da camada trecho de drenagem



The screenshot shows a database query window with the following content:

```
SQL> Select count(*) as numero_linhas from "HID_Trecho_Drenagem_L" where nome like 'Rico That'
SQL>
```

The results pane displays a single row:

numero_linhas
122

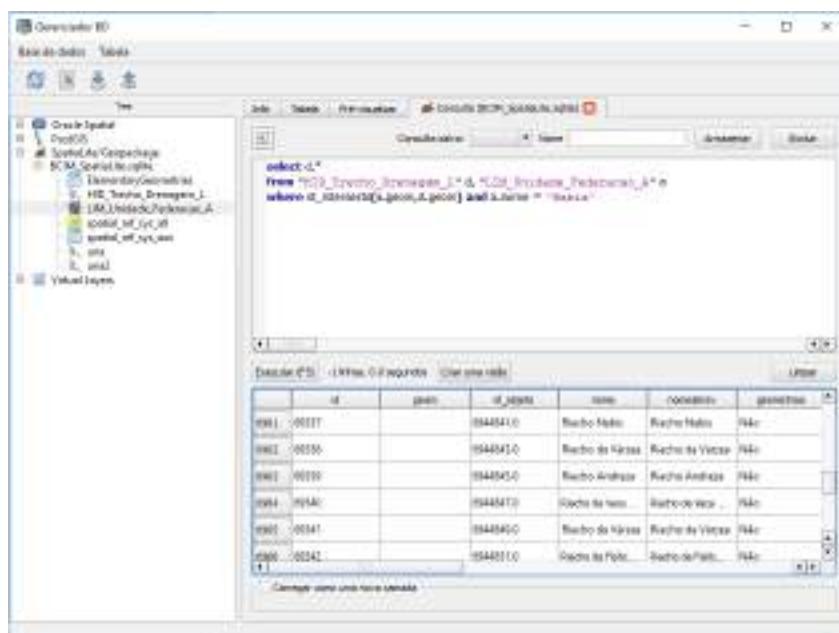
Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Realizando consultas espaciais pelo Gerenciador de BD

Seleção de todos os rios, presentes na classe trecho de drenagem (linha) e no esquema do banco de dados geográficos da Base Cartográfica Contínua do Brasil - BCIM, na escala de 1:1 000 000, que interceptam o Estado da Bahia, conforme a Figura 134:

```
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 134 - Resultado da consulta do número de rios que interceptam o Estado da Bahia



The screenshot shows a database query window with the following content:

```
SQL> Select d.*
  From "HID_Trecho_Drenagem_L" d, "LIM_Unidade_Federacao_A" a
 where st_intersects(a.geom,d.geom) and a.nome = 'Bahia'
SQL>
```

The results pane displays the following data:

ID	nome	id_sistema	nome	nomedivisao	geomtria
0011	Rio das Neves	00445410	Rio das Neves	Rio das Neves	
0056	Rio das Várzeas	00445410	Rio das Várzeas	Rio das Várzeas	
0079	Rio do Araripe	00445450	Rio do Araripe	Rio do Araripe	
0141	Rio do Vale	00445470	Rio do Vale	Rio do Vale	
0147	Rio das Flores	00445490	Rio das Flores	Rio das Flores	
0242	Rio das Peixes	00445510	Rio das Peixes	Rio das Peixes	

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

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

Edição de feições geográficas

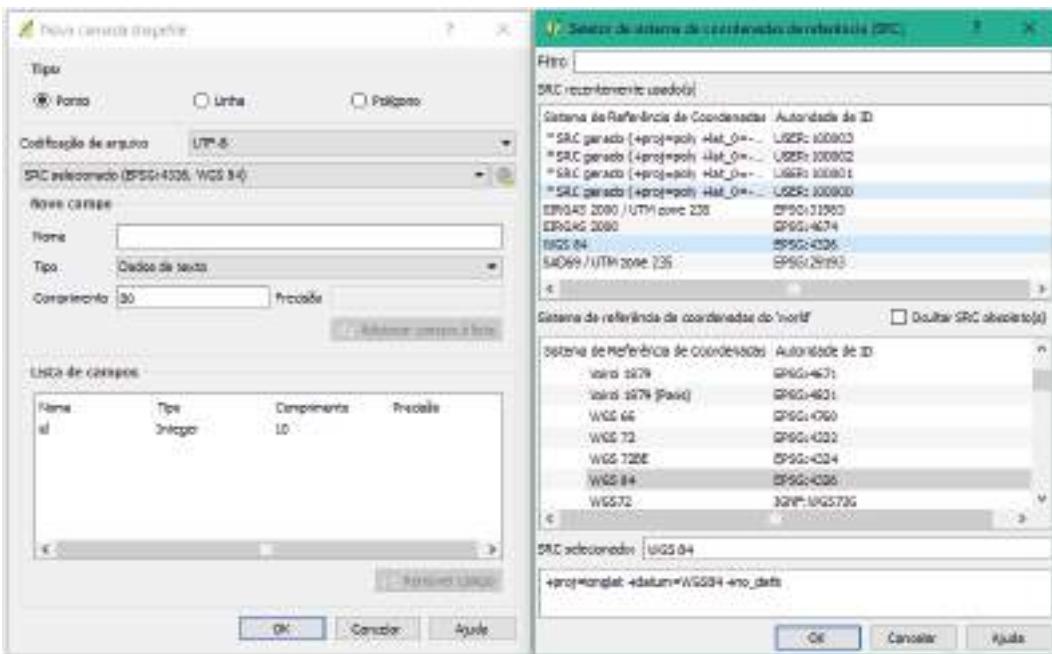
Por meio das ferramentas de edição de um ambiente SIG é possível realizar a inserção, modificação e exclusão de feições geográficas identificadas na realidade e representá-las em geometrias primitivas do tipo ponto, linha e área.

Criando um 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 campo” definir e adicionar os campos a serem associados à geometria. Os tipos de atributos possíveis são: texto, número inteiro e número decimal. Em “Lista de campos” são exibidos os atributos criados, conforme Figura 135.

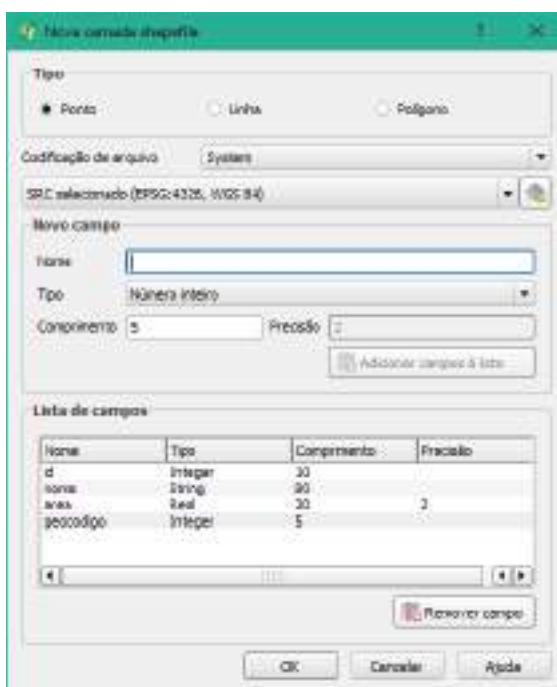
Figura 135 - Definindo a geometria e o sistema de coordenadas de referência



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Em “Novo atributo” são exibidos os atributos adicionados que estão associados à geometria criada, conforme a Figura 136.

Figura 136 - Atributos adicionados ao novo Shapefile



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Na caixa de diálogo “Nova camada Shapefile”, clique no botão “OK” em seguida “Salvar como” para criar o 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*) no menu Configurações > Opções de aderência.
- 2 - Utilizar ferramentas de edição básicas e avançadas.

As ferramentas de edição básicas são mostradas no Quadro 8.

Quadro 8 - Ferramentas de edição básicas

Ferramenta	Função	Ferramenta	Função
(a) 	Controlador de edições de todas as camadas	(f) 	Mover feições (pontuais, lineares e poligonais)
(b) 	Habilita a edição da camada atual	(g) 	Ferramenta de nós (edição de vértices)
(c) 	Salvar as edições na camada	(h) 	Excluir feições selecionadas
(d) 	Adicionar feição (pontuais, lineares e poligonais)	(i) 	Recortar, copiar e colar feições selecionadas
(e) 	Adicionar feição de formato circular		

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

As ferramentas de edição avançadas são mostradas no Quadro 9.

Quadro 9 - Ferramentas de edição avançadas

Ferramenta	Função	Ferramenta	Função
(a)	Habilitar as ferramentas de digitalização avançada	(j)	Excluir anel (“hole”) de polígono
(b)	Ferramenta de traçado aderente	(k)	Excluir parte das feições selecionadas
(c)	Desfazer	(l)	Remodelar feições selecionadas
(d)	Refazer	(m)	Curva de deslocamento
(e)	Rotacionar feições selecionadas	(n)	Quebrar feições
(f)	Simplificar feições selecionadas	(o)	Separar partes da mesma feição
(g)	Adicionar anel (“hole”) à polígono	(p)	Mesclar (“merge”) feições selecionadas
(h)	Adicionar parte às feições selecionadas	(q)	Mesclar atributos de feições selecionadas
(i)	Preencher anel (“hole”) de polígono	(r)	Mover pontos com simbologia

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

3 - Iniciar seção de edição através do ícone “Iniciar edição”

Criando camadas com geometria: ponto, linha e área

Crie um projeto no QGIS. Selecione o menu Projeto > Novo. Crie três arquivos Shapefiles, sendo um para cada geometria, conforme a Figura 137.

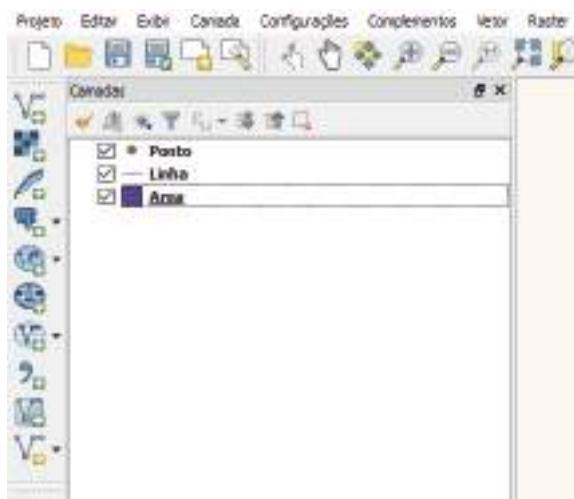
Figura 137 - Criando Shapefiles segundo as três geometrias primitivas



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

A Figura 138 mostra o projeto QGIS com as três camadas criadas: ponto, linha e área.

Figura 138 - Shapefiles criados e adicionados ao projeto QGIS



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Editando dados geoespaciais

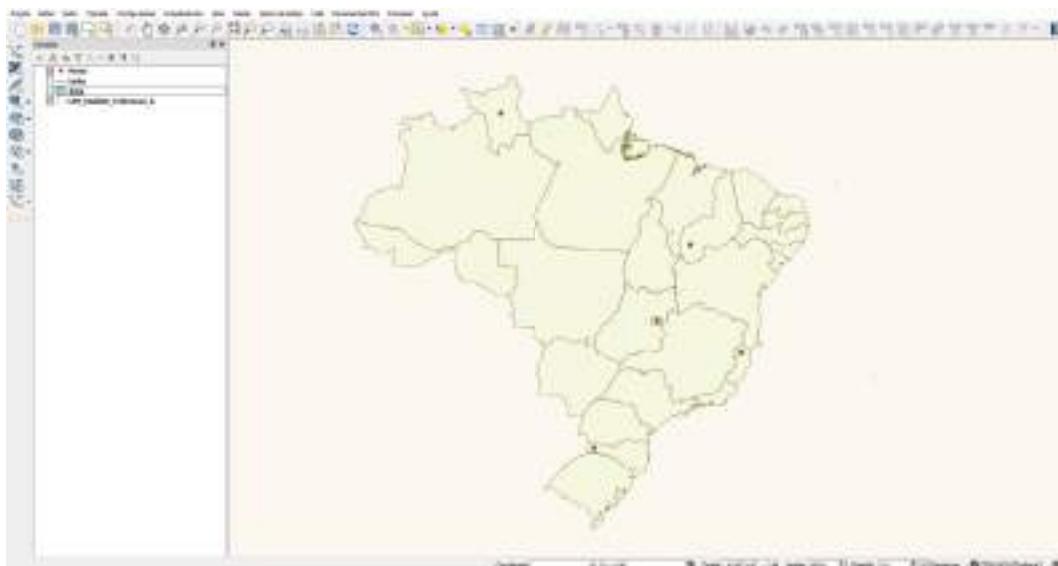
Editando feições geográficas representadas por pontos

Crie um projeto no menu 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”, como no Quadro 8 (b).
- 4 - Criar cinco pontos dentro da área do Brasil, selecione a ferramenta “Adicionar feição”, como no Quadro 8 (d).

A Figura 139 ilustra a criação de pontos.

Figura 139 - Criando e editando dados pontuais



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

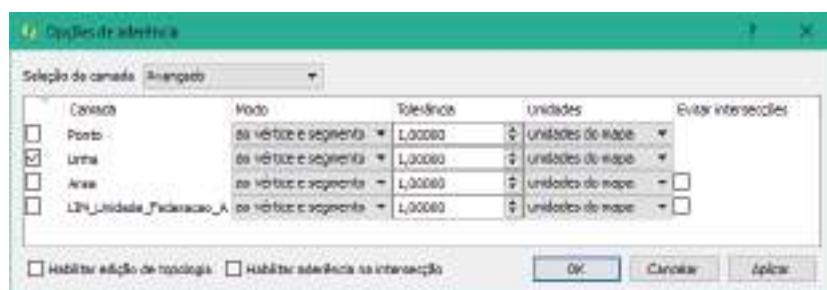
Nomear os pontos como A, B, C, D e E. No final, clique em “Gravar alterações”, como no Quadro 8 (c), para confirmar as alterações.

Editando feições geográficas representadas por linhas

Torne a camada “Linha” como ativa e inicie a edição. Crie uma linha conectando os cinco pontos anteriores, através do comando “Adicionar Feição”.

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” no ambiente QGIS. Para isto selecione o menu Configurações > Opções de aderência, conforme Figura 140.

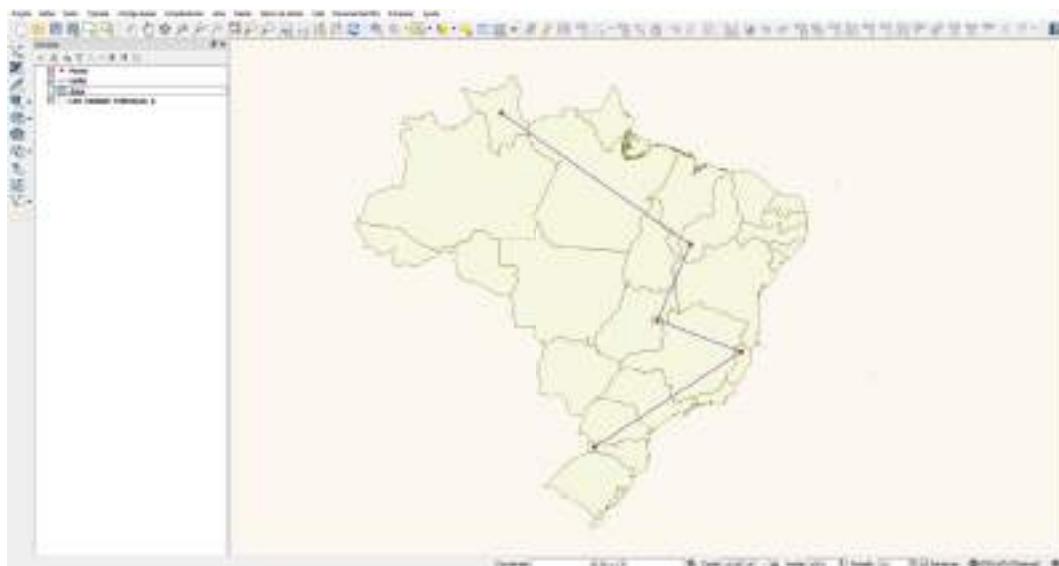
Figura 140 - Opções de aproximação ou aderência entre as camadas



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

O modo de aproximação ao vértice, com tolerância de 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 141 ilustra o resultado da edição de linhas a partir das camadas pontuais existentes.

Figura 141 - Criando e editando linhas

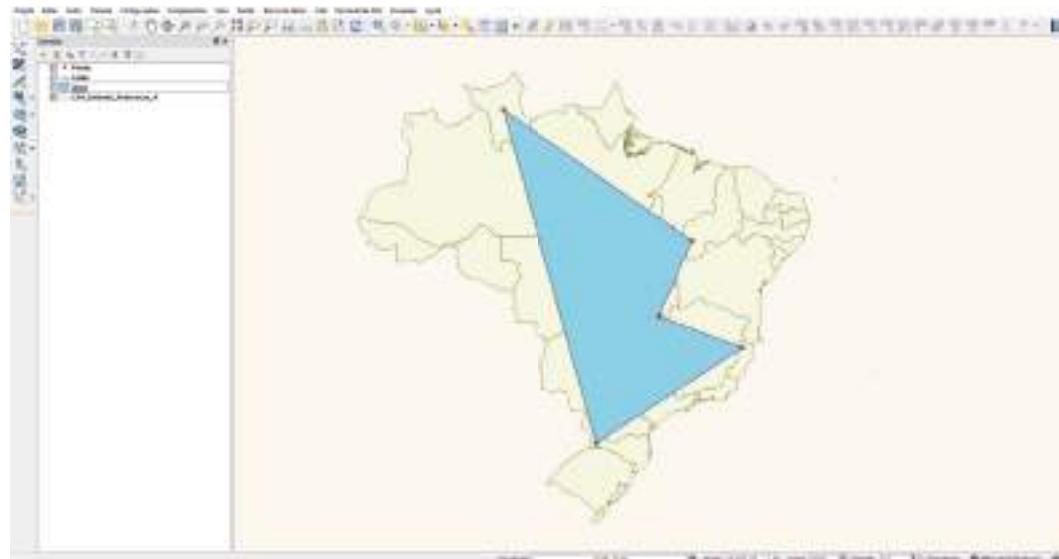
Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Nomear a linha como Linha A. No final, clique em “Gravar alterações” para confirmar as alterações.

Editando feições geográficas representadas por áreas

Para editar polígonos torne a camada “Área” como ativa, inicie a edição. Criar uma área conectando os cinco pontos anteriores, selecione “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 “Gravar alterações” para confirmar as alterações. A Figura 142 ilustra o resultado da edição de áreas baseada nos pontos e linhas existentes.

Figura 142 - Criando e editando polígonos

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Salve o projeto “ExercicioShapefiles.qgs”.

Ferramentas de edição básicas, avançadas e as opções de aderência

Explore as ferramentas de edição básica e avançada representadas nos Quadros 8 e 9. As ferramentas de edição avançada envolvem processamento de camadas veta-riais, como rotação e simplificação de feições, adicionar partes e *holes* em polígonos, quebrar e mesclar feições.

Explore também as ferramentas de opções de aderência representadas na Figura 140.

Exercício: vetorização de feições geográficas

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

- 1 - Gerar três pontos aleatórios por meio da menu Vetor > Investigar > Pontos aleatórios, dentro da área de interesse.
- 2 - Gerar uma área de abrangência (*buffer*) de aproximadamente 4 cm na escala do projeto ($N=1:1\,000\,000$). Por exemplo: $D = 4 \times 10^{-2} \text{ m} \times 1\,000\,000 = 4 \text{ km}$.
- 3 - Criar Shapefiles para as feições identificadas de transporte, hidrografia e/ou vegetação, com as geometria e atributos desejados.

Elaboração de cartogramas e impressão de mapas

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.

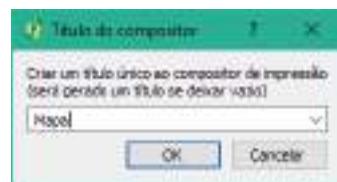
Neste capítulo são apresentadas as funções disponibilizadas pelo QGIS para a elaboração de mapas editorados para impressão.

Composer de impressão do QGIS

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

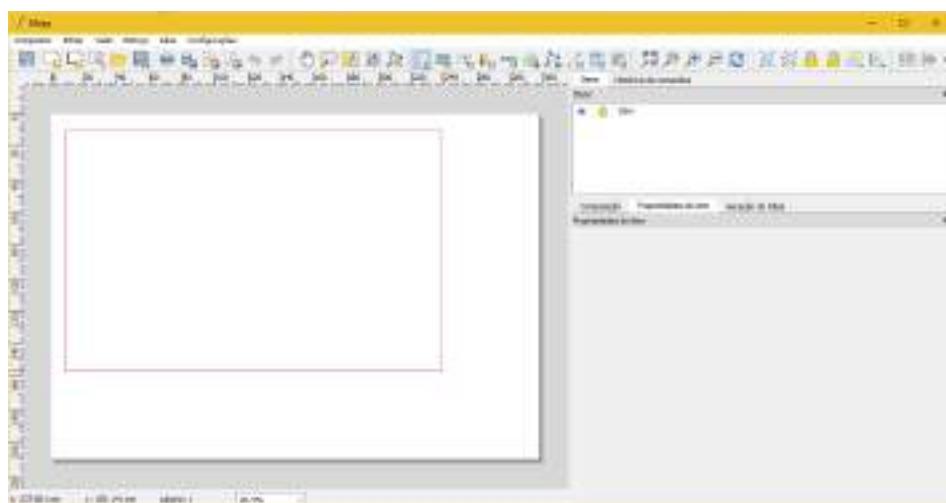
Selecione o menu Projeto > Novo compositor de impressão e escolha um título para o compositor de impressão, conforme Figura 143. O ambiente de trabalho, ilustrado na Figura 144 é aberto. Para cada projeto do QGIS é possível criar diferentes ambientes de composição de impressão. A Figura 145 mostra as 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 143 - Título do compositor de impressão



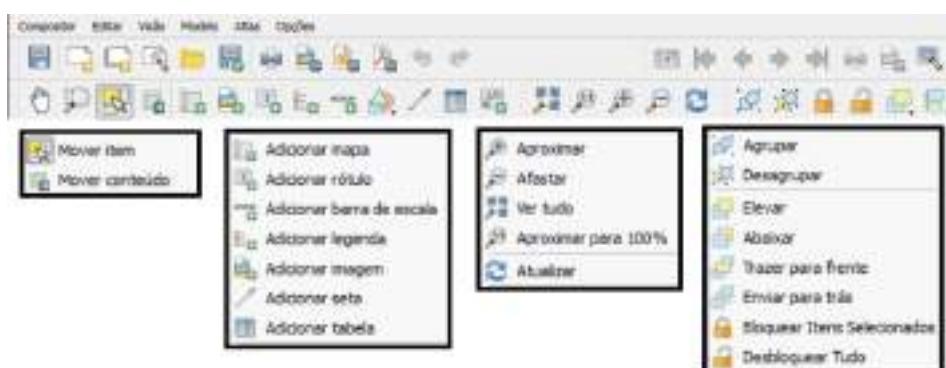
Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Figura 144 - Ambiente do compositor de impressão e suas funcionalidades



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Figura 145 - Menu e ferramentas principais do compositor de impressão



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Escala gráfica

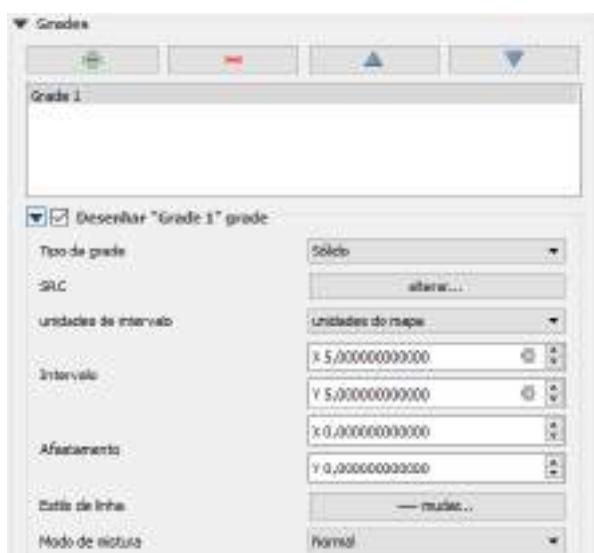
Para adicionar a escala gráfica ao mapa a ser impresso, deve-se utilizar o ícone “Adicionar barra de escala”, posicionado na barra de tarefas do compositor de impressão.

Após a adição da escala, pode-se personalizá-la no menu “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.

Grade de coordenadas

Para adicionar a grade de coordenadas ao mapa a ser impresso, deve-se utilizar o menu “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

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Ao selecionar o mapa em que será incluída a grade, deve-se gerar uma nova grade, através do ícone “+”. 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.

Legenda

Para adicionar a legenda ao mapa a ser impresso, deve-se utilizar o ícone “Adicionar nova legenda”, posicionado na barra de tarefas do compositor de impressão. Recomenda-se que apenas as camadas presentes nos cartogramas estejam presentes na legenda.

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

Exercício: elaboração de cartogramas

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:

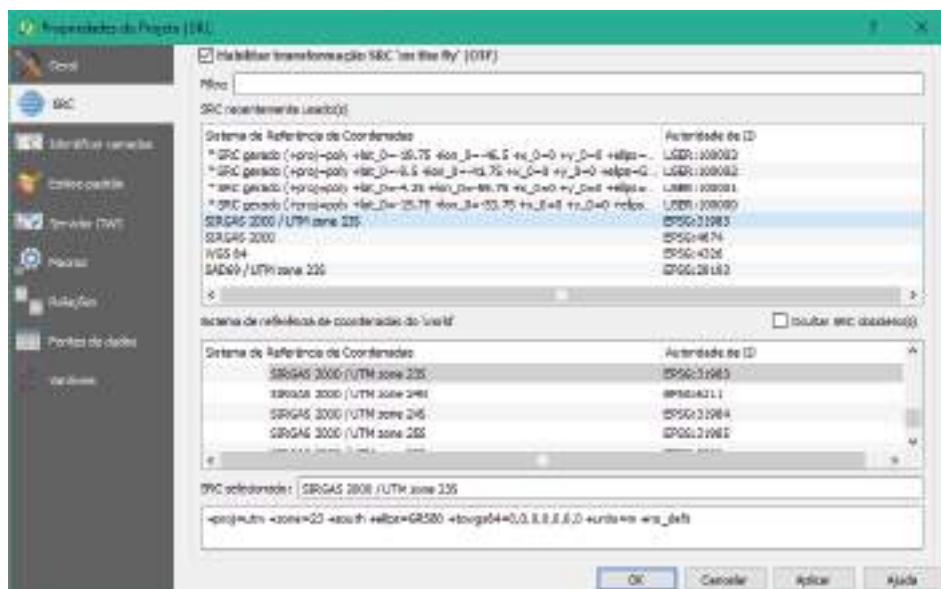
- Projeção: Policônica
- Meridiano de referência: 51° 30'W.Gr. (-51.5)
- Paralelo de referência: 24° 45'S (-24.75)

Referencial geodésico:

- Datum horizontal: SIRGAS2000
- Datum vertical: Imbituba

Para transformar a visualização dos dados num sistema de coordenadas projetado, selecione o menu Projeto > Propriedades do projeto. Os parâmetros da projeção são: policônica Brasil; meridiano central: -51.5; paralelo de referência: -24.75; referencial geodésico SIRGAS2000 e a unidade de medida em metros, conforme mostra a Figura 147.

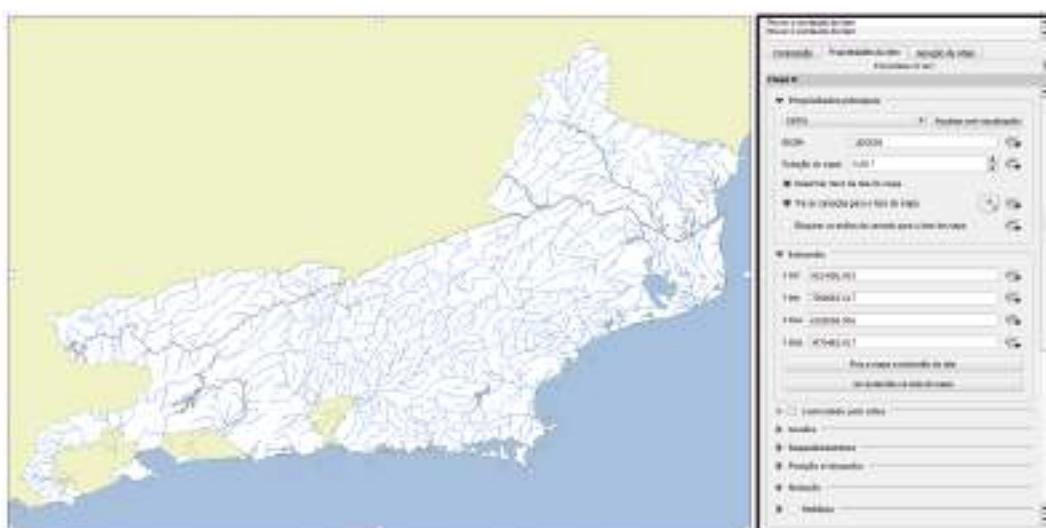
Figura 147 - Definindo o sistema de coordenadas do projeto QGIS



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

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 148.

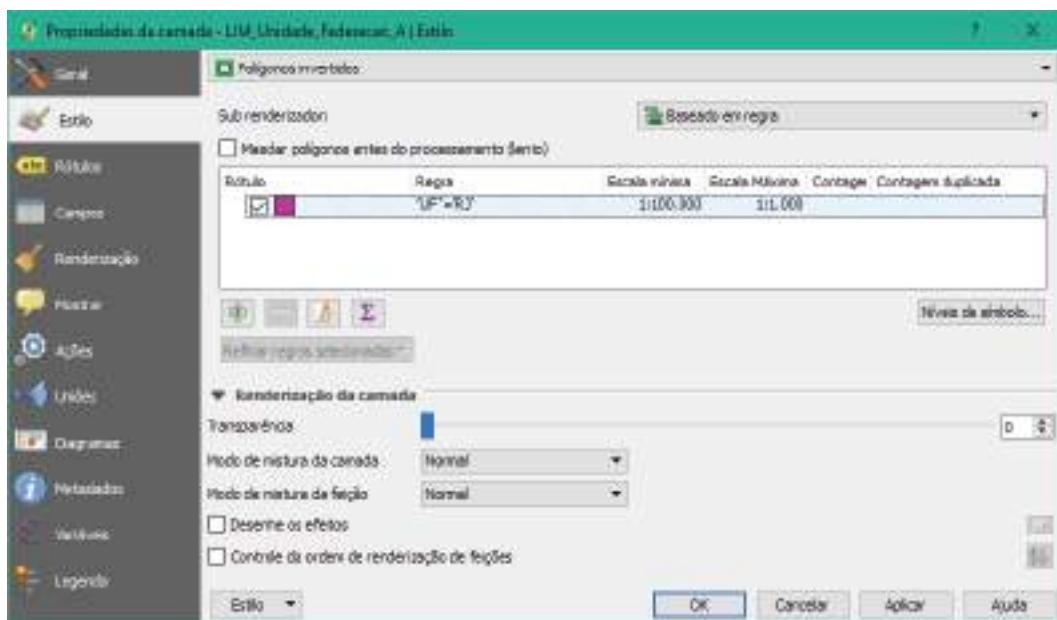
Figura 148 - Guia de opções do item adicionado



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

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 149.

Figura 149 - Melhorando a apresentação do mapa



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Outras informações textuais podem ser incorporadas ao mapa impresso, conforme ilustra a Figura 150. Salve o projeto como "ImpressaoDeMapas.qgs".

Figura 150 - Informações textuais do cartograma

PROJEÇÃO POLICÔNICA
 Datum Horizontal: SIRGAS2000
 Datum Vertical: Imbituba
 Meridiano de Referência: 51° 30'W. Gr.
 Paralelo de Referência: 24° 45' S.

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

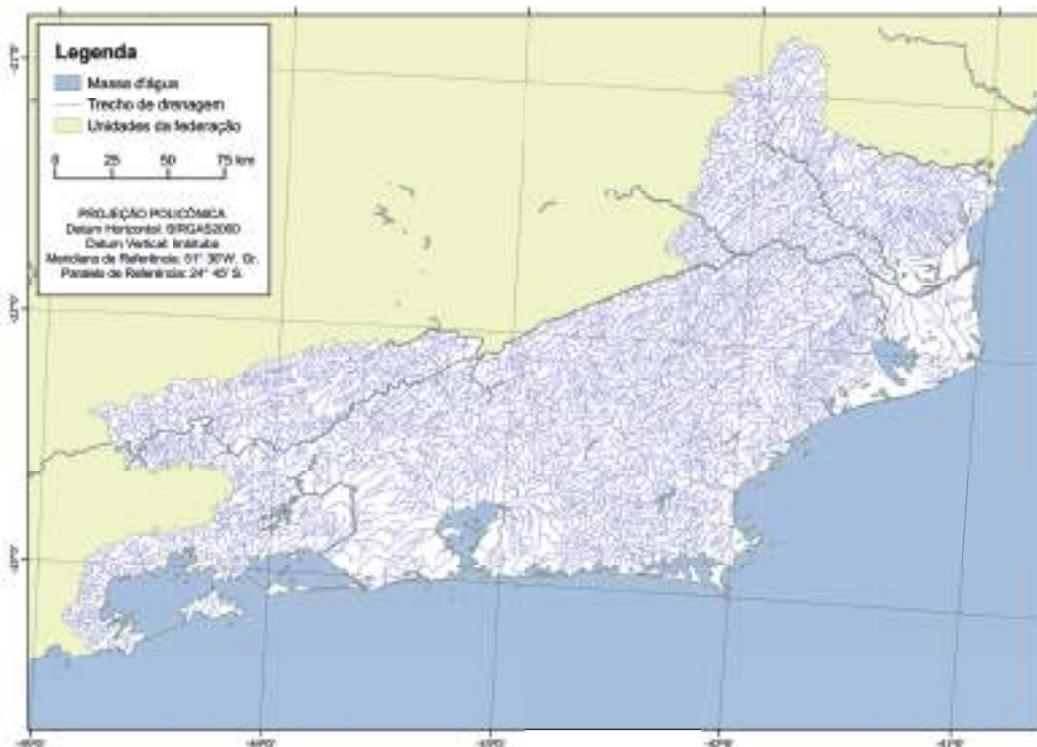
É possível imprimir ou exportar um mapa elaborado para diversos formatos (pdf, jpg, png, etc.), conforme os ícones do Quadro 10. O resultado é ilustrado na Figura 151.

Quadro 10 - Exportação e impressão dos mapas editorados

Ferramenta	Função	Ferramenta	Função
(a)	Imprimir em impressora do sistema	(c)	Exportar como SVG
(b)	Exportar como imagem (*.png, *.tiff, *.jpg)	(d)	Exportar como PDF

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Figura 151 - Resultado em formato PDF



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia.

Considerações finais

Esta publicação espera atender à expectativa das áreas de produção e dos diferentes tipos de pesquisadores e usuários, de áreas além das geociências, afinal, tudo o que acontece, acontece em algum lugar. A espacialização da informação pode facilitar a construção de novos conhecimentos em áreas diversas.

Este manual técnico em Geociências auxilia usuários iniciantes e avançados no acesso e uso de dados geoespaciais, e apresentou diversas fontes de dados e ferramentas de software SIG. Para isso, foram abordados conceitos técnico-científicos da área de cartografia e geodésia para melhor assimilação, fixação e compreensão dos recursos de software explicitados. O manual também discorreu sobre ferramentas e funcionalidades presentes na maioria dos softwares SIG. A mudança de perspectiva de usuário-consumidor para usuário-colaborador beneficia a sociedade como um todo, auxiliando no desenvolvimento de ferramentas livres e melhoraram a qualidade e usabilidade de produtos e serviços disponíveis. O QGIS está inserido neste contexto, quebrando paradigmas quanto ao mercado de softwares GIS e na disseminação de ferramentas espaciais para a comunidade.

Convida-se aqui, toda a comunidade acadêmica, profissional e entusiastas, ao acesso e uso de dados geoespaciais, com o objetivo de ampliar a utilização e a produção de conhecimento geoespacial, possibilitando o desenvolvimento de novas ferramentas, complementos e aplicações.

Referências

ÁREA da unidade territorial de Minas Gerais. In: IBGE. *Cidades@*. Rio de Janeiro, [2017]. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/panorama>. Acesso em: ago. 2019.

BORGES, K. A. de V. *Modelagem de dados geográficos: uma extensão do modelo OMT para aplicações geográficas*. 1997. Dissertação (Mestrado em Administração Pública) – Escola de Governo, Fundação João Pinheiro, Belo Horizonte, 1997. Disponível em: http://www.dpi.inpe.br/cursos/ser300/Referencias/karla_tese.pdf. Acesso em: ago. 2019.

BRASIL. Constituição (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF, [2017]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao_compilado.htm. Acesso em: ago. 2019.

BRASIL. Decreto n. 6.666, de 27 de novembro de 2008. Institui, no âmbito do Poder Executivo federal, a Infra-estrutura Nacional de Dados Espaciais - INDE, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, ano 145, n. 232, p. 57, 28 nov. 2008. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/D6666.htm. Acesso em: ago. 2019.

BRASIL. Decreto n. 8.777, de 11 de maio de 2016. Institui a Política de Dados Abertos do Poder Executivo federal. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, ano 153, n. 90, p. 21-22, 12 maio 2016. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/decreto/d8777.htm. Acesso em: ago. 2019.

BRASIL. Decreto-lei n. 243, de 28 de fevereiro de 1967. Fixa as diretrizes e bases da cartografia brasileira e dá outras providências. *Diário Oficial [dos] Estados Unidos do Brasil*: seção 1, Brasília, DF, ano 105, n. 40, p. 2438-2440, 28 fev. 1967. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Decreto-Lei/1965-1988/Del0243.htm. Acesso em: ago. 2019.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. Conceitos básicos em ciência da geoinformação. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. (org.). *Introdução à ciência da geoinformação*. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, 2001. p. 6-40. Disponível em: <http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/04.22.07.43/doc/publicacao.pdf>. Acesso em: ago. 2019.

CASANOVA, M. A. et al. (org.). *Bancos de dados geográficos*. Curitiba: EspaçoGEO, 2005. 504 p. Disponível em: <http://www-di.inf.puc-rio.br/~casanova//Publications/Books/2005-BDG.pdf>. Acesso em: ago. 2019.

CATÁLOGO de metadados geoespaciais. Brasília, DF: Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais - INDE, 2019. Disponível em: <https://inde.gov.br/CatalogoMetadados>. Acesso em: ago. 2019.

COMISSÃO NACIONAL DE CARTOGRAFIA (Brasil). *Especificações técnicas para estruturação de dados geoespaciais digitais vetoriais*. Versão 2.0. Brasília, DF: Concar, 2007. 211 p. Disponível em: http://www.brasil2100.com.br/files/7714/5270/4672/EDGV_V20.pdf. Acesso em: ago. 2019.

DOMINGUES, C. V.; SIMÕES, L. L. O SIG na gestão pública: análise crítica de um caso bem-sucedido – desafios e perspectivas. *Exacta*, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 353-360, jul./dez. 2007. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/index.php?journal=exacta&page=article&op=view&path%5B%5D=1185>. Acesso em: ago. 2019.

EGENHOFER, M. J.; FRANK, A. U. Prospective views of GIS technologies and applications. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO, 1990, São Paulo. *Anais* [...]. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - Eusp, 1990. p. 95-102.

ESPECIFICAÇÕES e normas para levantamentos geodésicos associados ao sistema geodésico brasileiro. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. 56 p. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/metodos-e-outros-documentos-de-referencia/normas/16463-especificacao-e-normas-gerais-para-levantamentos-geodesicos-em-territorio-brasileiro.html?=&t=downloads>. Acesso em: ago. 2019.

FLORENZANO, T. G. *Geomorfologia*: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 320 p.

FLORENZANO, T. G. Geotecnologias na geografia aplicada: difusão e acesso. *Revista do Departamento de Geografia*, São Paulo, v. 17, p. 24-29, 2005. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47272>. Acesso em: ago. 2019.

FRANKE, F. D.; BIAS, E. de S. O uso, o compartilhamento e a disseminação da geoinformação na administração pública brasileira: uma análise dos recentes avanços. *Revista Brasileira de Cartografia*, Rio de Janeiro, v. 68, n. 3, p. 547-567, mar./abr. 2016. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/44414>. Acesso em: ago. 2019.

- GÁS vaza, para estrada e esvazia casas. *Folha de S. Paulo*, São Paulo, 16 jun. 2001. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/fsp/cotidian/ff1606200101.htm>. Acesso em: ago. 2019.
- GASPAR, J. A. *Dicionário de ciências cartográficas*. Lisboa: Lidel, 2004. 327 p.
- GEMAEL, C. *Introdução ao ajustamento de observações: aplicações geodésicas*. Curitiba: Editora UFPR, 1994. 319 p.
- GOODCHILD, M. F.; KEMP, K. K. (ed.). *NCGIA core curriculum in GIS*. Santa Barbara: National Center for Geographic Information and Analysis - NCGIA, 1990. Disponível em: <http://www.ncgia.ucsb.edu/pubs/core.html>. Acesso em: ago. 2019.
- IBGE. *Sidra*: sistema IBGE de recuperação automática. Rio de Janeiro, [2019]. Disponível em: <http://sidra.ibge.gov.br/acervo>. Acesso em: ago. 2019.
- IESCHECK, A. L. et al. Metodologia para geração de bases de dados geoespaciais em consonância com a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE) e com os padrões de interoperabilidade do governo eletrônico (e-PING). *Revista Brasileira de Cartografia*, Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto - SBC, v. 68, n. 7, ago. 2016.
- THE INTERNATIONAL association of geodesy. Montreal: International Association of Geodesy - IAG, [2019]. Disponível em: http://www.iag-aig.org/templates_img/iagbooklet.pdf. Acesso em: ago. 2019.
- KEMP, Z.; THEARLE, R. Modelling relationships in spatial databases. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SPATIAL DATA HANDLING, 5., 1992, Charleston. *Proceedings...* Charleston: IGU Commission on Geographic Information Systems, 1992. v. 1, p. 303-312.
- LISBOA FILHO, J. Projeto conceitual de banco de dados geográficos através da reutilização de esquemas, utilizando padrões de análise e um framework conceitual. 2000. 212 f. Tese (Doutorado em Computação) - Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.
- LONGLEY, P. A. et al. *Sistemas e ciência da informação geográfica*. Tradução André Schneider et al. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 540 p. Título original: *Geographic information system and science*.
- MAPA político. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. 1 mapa, color. 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: ago. 2019.
- MODELO de ondulação geoidal - MAPGEO2015. Rio de Janeiro: IBGE; São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - Epusp, 2015. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/modelos-digitais-de-superficie/modelos-digitais-de-superficie/10855-modelo-de-ondulacao-geoidal.html?=&t=downloads>. Acesso em: ago. 2019.

NAMIKAWA, L. M. *Um método de ajuste de superfície para grades triangulares considerando linhas características*. 1995. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, São José dos Campos, SP, 1995. Disponível em: http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/INPE_5bedc938dfdb2b9b089a90f1bc401d5. Acesso em: ago. 2019.

NEW QGIS 3.0 logo candidate. [S.I.]: QGIS, 2016. Disponível em: <http://blog.qgis.org/2016/12/13/new-qgis-3-0-logo-candidate>. Acesso em: ago. 2019.

NOÇÕES básicas de cartografia. Rio de Janeiro: IBGE, 1999. 130 p. (Manuais técnicos em geociências, n. 8). Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv8595_v1.pdf. Acesso em: ago. 2019.

OLIVEIRA, C. de. *Dicionário cartográfico*. 4.ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993. 645 p.

PONTE Nova. Rio de Janeiro: IBGE, 1979. 1 mapa. Escala 1:50 000. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/folhas-topograficas/15809-folhas-da-carta-do-brasil.html?edicao=16041&t=downloads>. Acesso em: ago. 2019.

PROJEÇÕES cartográficas. São Paulo: Curso Objetivo, [2019]. Disponível em: https://www.curso-objetivo.br/vestibular/roteiro_estudos/projcoes_cartograficas.aspx. Acesso em: ago. 2019.

QGIS. [s. n.], 2019. Disponível em: <https://www.qgis.org/en/site/>. Acesso em: ago. 2019.

QGIS. *Sistemas de referência de coordenadas*. [s. n.], 2019. Disponível em: https://docs.qgis.org/2.14/pt_BR/docs/gentle_gis_introduction/coordinate_reference_systems.html. Acesso em: ago. 2019.

REAJUSTAMENTO da rede altimétrica com números geopotenciais REALT-2018. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. 47 p. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_sobre_posicionamento_geodesico/rede_altimetrica/relatorio/relatorio_REALT_2018.pdf. Acesso em: ago. 2019.

ROBINSON, A. H. et al. *Elements of cartography*. 6th ed. New York: Wiley, 1995. 674 p.

RODRIGUES, M.; QUINTANILHA, J. A. *A seleção de softwares SIG para gestão urbana*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 15., 1991, São Paulo. *Anais* [...] Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Cartografia - SBC, v. 3, p. 513-519.

RUMBAUGH, J. E. et al. *Modelagem e projeto baseados em objetos*. Tradução de Dalton Conde de Alencar. Rio de Janeiro: Campus, 1994. 625 p. Título original: Object-oriented modeling and design.

SÁNCHEZ, L. Definition and realisation of the SIRGAS vertical reference system within a globally unified height system. In: TREGONING, P.; RIZOS, C. (ed.) *Dynamic planet: monitoring and understanding a dynamic planet with geodetic and oceanographic tools*. Berlin: Springer, 2007. p. 638-645. (IAG Symposia, v. 130).

SIDERIS, M. G. Foreword. In: PLAG, H.; PEARLMAN, M. (ed). *Global geodetic observing system: meeting the requirements of a global society on a changing planet in 2020*. Berlin: Springer, 2009. p. v-vi.

TEIXEIRA, A. et al. Qual a melhor definição de SIG? *Fator GIS*, Curitiba: Sagres, v. 3, n. 11, p. 20-24, 1995.

TORGE, W.; MÜLLER, J. *Geodesy*. 4th. ed. Berlin: Walter de Gruyter, 2012. 433 p.

UNITED STATES. Geological Survey. *EarthExplorer*. Reston: USGS, 2000. Disponível em: <http://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: ago. 2019.

VISUALIZADOR de mapas da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais. Brasília, DF: INDE, [2019]. Disponível em: <https://visualizador.inde.gov.br/>. Acesso em: ago. 2019.

Equipe técnica

Diretoria de Geociências

Coordenação de Cartografia

Leila Freitas de Oliveira

Organização e elaboração

Alex da Silva Santos

Odair Gonçalves Martins Junior

Tais Virginia Gottardo

Equipe técnica

Alex da Silva Santos

Odair Gonçalves Martins Junior

Renata Curi de Moura Estevão Nagatomi

Tais Virginia Gottardo

Estagiários

Anna Carolina Santos Lima dos Santos

Beatriz Xavier Frazão

Isabella Souza Santos de Faria

Karina Fragoso Hermenegildo

Matheus de Oliveira Belo

Renan Rodrigues Toledo Costa

Tiago Vendramini de Oliveira Santos

Elaboração de ilustrações

Alex da Silva Santos

Odair Gonçalves Martins Junior

Tais Virginia Gottardo

Colaboração

Alberto Luis da Silva
Aline Lopes Coelho
André Herzog de Almeida
Beatriz Cristina Pereira de Souza Pinto
Daniella Castilho Pacheco
Darlan Miranda Nunes
Felipe Rafael de Sá Menezes Lucena
Geraldo Santos Landovsky
Graziela Martins Genovez
Hebert Guilherme de Azevedo
José Augusto Faes
Leila Freitas de Oliveira
Mateus Sousa Costa
Patrícia do Amorim Vida Costa
Priscila Almeida de Oliveira
Rafael Damiati Ferreira
Raphael Testai de Souza
Rayane Barros Santos
Roberto Teixeira Luz
Simone Silveira Rodrigues
Sonia Maria Alves Costa
Taynara Faria Targino Ribeiro
Tiago Luiz Bastos
Victor Lima Cury da Silva
Yuri Soares Gondim
Vinícius de Moraes Pinheiro

Projeto Editorial**Centro de Documentação e Disseminação de Informações****Coordenação de Produção**

Marisa Sigolo

Gerência de Editoração**Estruturação textual**

Fernanda Jardim
Leonardo Martins
Marisa Sigolo

Diagramação tabular e de gráficos

Solange Maria Mello de Oliveira

Diagramação textual

Carlos Amaro Feliciano da Silva

Programação visual

Fernanda Jardim
Luiz Carlos Chagas Teixeira
Marisa Sigolo

Gerência de Documentação

Pesquisa e normalização documental

Ana Raquel Gomes da Silva

Fabiana do Nascimento Cortes Muniz (Estagiária)

Juliana da Silva Gomes

Lioara Mandoju

Nádia Bernuci dos Santos

Normalização textual e padronização de glossários

Juliana da Silva Gomes

Nádia Bernuci dos Santos

Elaboração de quartas capas

Ana Raquel Gomes da Silva

Gerência de Gráfica

Ednalva Maia do Monte

Newton Malta de Souza Marques

Impressão e acabamento

Helvio Rodrigues Soares Filho

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



/ibgecomunica



/ibgeoficial



/ibgeoficial



/ibgeoficial

www.ibge.gov.br 0800 721 8181

ACESSO E USO DE DADOS GEOESPACIAIS

O desenvolvimento dos Sistemas de Informação Geográfica - SIGs (Geographic Information Systems - GIS) proporcionou amplo acesso às informações espaciais por meio de ferramentas livres e abertas, como o QGIS, possibilitando, assim, que usuários de diversos perfis possam tratar significativo volume de dados e produzir seus próprios mapas e cartogramas para uso pessoal, acadêmico ou profissional. A popularização desses *softwares*, no entanto, não dispensa os conhecimentos técnicos e conceituais necessários para o uso satisfatório e eficaz de tais ferramentas em um ambiente SIG, e é nessa perspectiva que se insere o presente Manual Técnico de Geociências do IBGE.

A publicação, fruto de metodologias utilizadas em capacitações, desde 2007, para as áreas que precisam manipular dados geoespaciais em suas atividades rotineiras na Instituição, visa, como objetivo principal, possibilitar ao leitor a capacidade de acessar dados geoespaciais e utilizar as principais ferramentas de um ambiente SIG em suas atividades profissionais e acadêmicas.

Para tal, discorre, em sua parte inicial, sobre conceitos básicos de Geodésia, Cartografia e Geoprocessamento que são importantes não só para a correta utilização de *softwares* SIG, como também para uma adequada manipulação e análise dos dados geoespaciais, detalha aspectos do ambiente QGIS, utilizado neste trabalho, com suas variadas funcionalidades e aplicações, apresentando, por fim, as ferramentas de edição dos sistemas, com vistas a orientar a elaboração e a impressão de mapas e cartogramas no ambiente interno dos SIGs.

Todos os dados e *softwares* utilizados no presente Manual, cabe destacar, são abertos, gratuitos e livres para edição e compartilhamento, desde que mantidas as informações sobre as fontes produtoras.

Esta publicação também está disponível no portal do IBGE na Internet.

