



QGIS PARA MONITORAMENTO AMBIENTAL

CÉZAR HENRIQUE BARRA ROCHA
JOHNNY DE SOUZA DIAS
(Organizadores)





CÉZAR HENRIQUE BARRA ROCHA
JOHNNY DE SOUZA DIAS
(Organizadores)

QGIS PARA MONITORAMENTO AMBIENTAL



Juiz de Fora, MG

2024

© Editora UFJF, 2024

Licença CC BY-NC-ND 4.0 Deed. Você pode compartilhar o material, respeitando os termos a seguir: conceda o devido crédito, inclua um link para a licença e sinalize quaisquer alterações realizadas; é proibido o uso do material para fins comerciais; caso remixe, transforme ou crie a partir do material original, fica vedada a distribuição da versão modificada.



**UNIVERSIDADE FEDERAL
DE JUIZ DE FORA**

Reitor

Marcus Vinicius David

Vice-Reitora

Girlene Alves da Silva

Pró-reitora de Pós-Graduação e Pesquisa

Priscila de Faria Pinto

Pró-reitora adjunta de Pós-Graduação e Pesquisa

Isabel Cristina Gonçalves Leite



Coordenador do Selo Editorial

Lélio Moura Lourenço

Conselho Editorial do Selo Editorial

André Muskopf

César Agenor da Silva

Clarice Cassab

João Dulci

Lélio Moura Lourenço

Maria Leonor Botelho

Rodrigo Christofolletti

Projeto gráfico, revisão e editoração

Paolo Malorgio Studio

Capa

Editora UFJF

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFJF

QGIS para monitoramento ambiental / Organizadores César Henrique Barra Rocha, Johnny de Souza Dias. – Juiz de Fora, MG: Editora da UFJF, 2024.

Dados eletrônicos (1 arquivo: 25,9 mb, il. col.).

ISBN: 978-85-93128-72-1

1. Monitoramento ambiental. 2. Software QGIS. I. Rocha, César Henrique Barra. II. Dias, Johnny de Souza.

CDU 504.05

DOI: [10.34019/ufjf.ebook.2021.00056](https://doi.org/10.34019/ufjf.ebook.2021.00056)



Editora UFJF

Pró-reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa

Campus Universitário, bairro São Pedro

Juiz de Fora, MG, Brasil – CEP 36036-900

editora@ufjf.br / propp@ufjf.br

www.editora.ufjf.br



**Associação Brasileira
das Editoras Universitárias**

DEDICATÓRIA

Dedico este livro ao meu Pai, mais conhecido por Rocha (*in memoriam*). Mesmo do outro lado, sinto sua presença...

Dedico este livro aos professores e professoras que fazem do seu ofício um meio de transformação das pessoas e da sociedade. Que consigam se manter firmes neste propósito e se realizem. Que o desejo seja uma bússola cuja agulha aponte sempre para o ser humano, que tem em nós a esperança de dias melhores.

Dedico também aos discentes que já trocaram de lugar comigo e me ensinaram. Alguns passaram pelo NAGEA e foram longe, como Luciana (Exeter) e Antoine (Sorbonne). Foram muitos e muitas ao longo da vida, aqui representados pelo Johnny e Francisco. No caso do QGIS, ainda tem Natália, Demétrius, Lucas, Diogo, Gabriel, Matheus, Renan, Ramon, Henrique, Hiago, Átila e Meir. Esse livro é resultado desta troca de conhecimentos..

César Henrique Barra Rocha

02/09/2022

DEDICATÓRIA

Dedico esta obra à minha avó, Sírnia Barbosa Cherem, que com Amor, Dedicção e Coragem, dedicou sua vida à família e a ajudar ao próximo. Obrigado, Vó Sírnia, pois, mesmo nunca tendo estudado numa instituição pública e de excelência, você foi, e ainda é, a maior incentivadora que conheci, sempre desejando que todos possam trilhar o caminho do conhecimento e da autorrealização por meio da educação. Gratidão e Amor Eterno.

Dedico também aos meus pais, Antônio Carlos Dias e Leila de Sousa Dias, que me deram a vida, os melhores exemplos, as melhores memórias e histórias, e que todos os dias, me motivam a dar o meu melhor. Pai e Mãe, Amo vocês.

Dedico também à Layara que, com grande Amor, Compreensão e Afeto, foi minha grande incentivadora e uma guerreira imbatível. Nos momentos difíceis, você sempre esteve ao meu lado sorrindo e acreditando em mim. Gratidão eterna!

Dedico também, aos meus sobrinhos e afilhada, Bernardo, Gabriel, Tainá e Helena, que um dia possam estar na Universidade Pública contribuindo para a justiça social e o progresso da ciência. Afinal, desejar e lutar por um mundo melhor, mais justo, fraterno e humanizado, ainda é um ato revolucionário. Façam Revolução!

Dedico também ao meu amigo, mestre e professor, Cezar Henrique Barra Rocha. Lembro bem das nossas aulas particulares de QGIS durante a pandemia e da ideia de um dia fazer um livro e produzir toda uma matéria acadêmica com *software* livre de geoprocessamento. O sonho se tornou realidade. Muito obrigado pelo incentivo, confiança e por ser uma das grandes personalidades que conheci na vida acadêmica, pessoal e profissional. Gratidão!

Por fim, gostaria de dedicar a familiares, amigos, incentivadores, e todos aqueles que direta ou indiretamente me acompanham na trajetória profissional e acadêmica. E para os leitores atuais e futuros, que possam ler, reler, criticar e melhorar o conteúdo que segue, fazendo com que a ciência e o conhecimento progridam adiante.

Obrigado a todos e todas,

Johnny de Souza Dias

02/09/2022

Reflexão:

“A arte da vida consiste em fazer da vida uma obra de arte”

Mahatma Gandhi

“A caridade é amor. A prática do bem ao semelhante é uma excelente escola para a alma. No exercício da caridade estamos no exercício de todas as nossas faculdades espirituais”

Chico Xavier

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Interface do site oficial do QGIS	29
Figura 2 - Clique em "Lançamento de Longa Duração" e faça <i>download</i> dessa versão (2022)	30
Figura 3 - Iniciando a instalação do QGIS (Ano 2022)	30
Figura 4 - Acordo de Licença do <i>software</i>	31
Figura 5 - Escolha a pasta de instalação do QGIS	31
Figura 6 - Aguarde a instalação do QGIS 3.22.10 'BIAŁOWIEŻA'	32
Figura 7 - Instalação efetuada com êxito	32
Figura 8 - Inicializando o QGIS 3.22.10.	33
Figura 9 - Tela inicial do QGIS 3.22.10	34
Figura 10 - Começando um Novo Projeto	34
Figura 11 - Adicionando "Caixa de Ferramentas"	35
Figura 12 - Habilitando "Gerenciar Camadas"	35
Figura 13 - Ferramenta "Gerenciar Camadas" devidamente habilitada	36
Figura 14 - Alterando "SRC" do projeto	37
Figura 15 - Alterando o Sistema de Referência de Coordenadas	37
Figura 16 - Adicionando Camada Vetorial	38
Figura 17 - Alterando o Sistema de Referência de Coordenadas	39
Figura 18 - Camada Vetorial Adicionada	39
Figura 19 - Salvando o Projeto	40
Figura 20 - Tela inicial do Catálogo de Geosserviços da INDE	41
Figura 21 - Clique em WFS	42
Figura 22 - Copie o link que aparece na nova aba	42
Figura 23 - Conectando banco de dados INDE no QGIS	43
Figura 24 - Conectando banco de dados INDE no QGIS	43
Figura 25 - Dados do IBGE devidamente carregados no QGIS	44
Figura 26 - Arquivos devidamente carregados	45
Figura 27 - Renomeando arquivos	46
Figura 28 - Alterando Simbologia	47
Figura 29 - Continuação das alterações da Simbologia	47
Figura 30 - Retirando preenchimento de fundo do vetor	48
Figura 31 - Alteração de Rótulos	49

Figura 32 - Colocando sombra no Rótulo	50
Figura 33 - Edições iniciais concluídas	50
Figura 34 - Instalando o <i>plugin</i> QuickMapServices	51
Figura 35 - Habilitando o "Get contributed pack"	51
Figura 36 - Habilitando imagens de satélites no QuickMapServices	52
Figura 37 - Instalando o <i>plugin</i> DSG Tools	53
Figura 38 - Acessando o menu BDGEx	54
Figura 39 - Acessando a carta topográfica na escala de 1:50.000	54
Figura 40 - Conteúdo da carta topográfica de Matias Barbosa que contém a Represa de São Pedro na escala de 1:50.000	54
Figura 41 - Acessando o mosaico de imagens RapidEye de 2013	55
Figura 42 - Conteúdo do mosaico de imagens RapidEye de 2013	55
Figura 43 - Habilitando o <i>plugin</i> MapBiomas Collection	56
Figura 44 - Manipulando os dados do MapBiomas Collection	57
Figura 45 - Selecionando OSM Standard	58
Figura 46 - Criando <i>shapefile</i>	59
Figura 47 - Finalizando a criação do <i>shapefile</i> , clique em "OK"	60
Figura 48 - <i>Shapefile</i> criado	61
Figura 49 - Linha, ponto e polígono, gerados	62
Figura 50 - Criação do Geopackage	63
Figura 51 - Criação do Geopackage efetuada	63
Figura 52 - Adição de dados no Geopackage	64
Figura 53 - Habilitando o Compositor de <i>Layout</i>	66
Figura 54 - Clique em "Ver tudo" para ajustar o enquadramento da folha	66
Figura 55 - Inserindo a primeira figura	67
Figura 56 - Ajustando a primeira figura	67
Figura 57 - Adicionando a Barra de Escala	68
Figura 58 - Inserindo Moldura	69
Figura 59 - Inserindo Seta Norte	69
Figura 60 - Finalizando as edições do Mapa 1	70
Figura 61 - Inserção do Mapa 1 e Mapa 2	70
Figura 62 - Inserindo Grade de Coordenadas	71
Figura 63 - Inserindo Grade de Coordenadas	72

Figura 64 – Moldura	72
Figura 65 - Inserindo as Coordenadas Geográficas no <i>layout</i>	73
Figura 66 - Disposição das Coordenadas Geográficas no <i>layout</i>	73
Figura 67 - Grade de Coordenadas ajustada	74
Figura 68 - Outras opções para a Grade de Coordenadas	74
Figura 69 - Outras opções para a Grade de Coordenadas	75
Figura 70 - Alterando o nome dos <i>shapefiles</i> enquanto elementos na legenda	75
Figura 71 - Inserindo Rótulos	76
Figura 72 - Renomeando Rótulos	76
Figura 73 - Finalizando as edições dos Rótulos	77
Figura 74 - Caixa de Texto final, contendo informações padrões do mapa	77
Figura 75 - Carta Índice	78
Figura 76 - Opções de salvar o mapa (JPEG ou PDF)	78
Figura 77 - Baixando a carta topográfica pelo IBGE	80
Figura 78 - Georreferenciador GDAL	80
Figura 79 - Adicionando camada <i>raster</i>	81
Figura 80 - Camada <i>raster</i> adicionada	81
Figura 81 - Alterando SRC da camada <i>raster</i>	82
Figura 82 - Adicionando pontos de controle no <i>raster</i>	83
Figura 83 - Configurações de transformação	84
Figura 84 - Tabela GCP	84
Figura 85 - Finalizando o Georreferenciamento	85
Figura 86 - Finalizando o Georreferenciamento	86
Figura 87 - Homepage das Folhas Topográficas do IBGE	87
Figura 88 - Obtenção de dados DGN	88
Figura 89 - Selecionando o município	88
Figura 90 - Dados de Hipsometria, Hidrografia e Transportes	89
Figura 91 - Seleção dos dados DGN	90
Figura 92 - Entrada de dados DGN no QGIS	90
Figura 93 - <i>Shapefiles</i> adicionados ainda não estão georreferenciados	91
Figura 94 - Personalizando uma nova projeção	91
Figura 95 - Configurando a nova projeção	92
Figura 96 - Configurando o sistema de referência	92

Figura 97 - Convertendo as cartas vetoriais para SIRGAS 2000	93
Figura 98 - Página inicial do geoportal Alaska Satellite Facility	95
Figura 99 - Cadastramento no geoportal	95
Figura 100 - Selecionando o DATASET	96
Figura 101 - Selecionando a área de interesse	96
Figura 102 - Encontrando os resultados	97
Figura 103 - Selecionando a opção FBD	97
Figura 104 - <i>Download</i> do arquivo Hi-Res Terrain	98
Figura 105 - Ajustando de SRC da Camada	100
Figura 106 - Visualização da bacia em relação ao arquivo MDE	101
Figura 107 - Recortando o MDE	101
Figura 108 - Resultado do recorte	102
Figura 109 - Passos para realizar o mosaico de várias imagens	102
Figura 110 - Selecionar camadas a mosaicar	103
Figura 111 - Concluindo o processo de mosaico	103
Figura 112 - Calculadora <i>Raster</i>	104
Figura 113 - Informações necessárias para o <i>Raster Calculator</i>	104
Figura 114 - Produto final da correção dos valores negativos	105
Figura 115 - Exemplo do erro de preenchimento	105
Figura 116 - Preenchimento de depressões espúrias	106
Figura 117 - Finalização do processo de remoção das depressões espúrias	107
Figura 118 - Extração de curvas de nível	107
Figura 119 - Informações necessárias para geração das curvas de nível	108
Figura 120 - Curvas de nível geradas no espaçamento desejado	108
Figura 121 - Recortando a área de interesse	109
Figura 122 - Resultado das curvas de nível editadas e recortadas	109
Figura 123 - Configurações dentro da simbologia para geração da carta hipsométrica	110
Figura 124 - Escolha de um gradiente de cores Topography	111
Figura 125 - Editando MDE	111
Figura 126 - Dados para geração da declividade	112
Figura 127 - Classes de declividade para aplicações agrícolas	113
Figura 129 - Alterando algumas características dentro de simbologia para geração da declividade	114
Figura 130 - Editando o rótulo das classes para nominal	115

Figura 131 - Geração da carta de declividade	116
Figura 132 - Localização da ferramenta Orientação	116
Figura 133 - Informações necessárias na janela Orientação	117
Figura 134 - Carta de orientação de vertentes	117
Figura 135 - Configurações para geração do Sombreamento	118
Figura 136 - Carta de Relevo Sombreado	119
Figura 137 - Número de células necessárias para gerar drenagem	119
Figura 138 - Produtos parciais a serem gerados dentro do processo	120
Figura 139 - Itens que não selecionamos.	121
Figura 140 - Transformação de <i>raster</i> para vetor	121
Figura 141 - Drenagem gerada	122
Figura 142 - Carta de drenagem vetorizada	123
Figura 143 - Escolhendo o exutório da bacia ou de um dispositivo de drenagem dentro do <i>raster</i> gerado	124
Figura 144 - Bacia gerada a partir de um exutório definido pelo usuário	124
Figura 145 - Removendo o preenchimento da bacia gerada	125
Figura 146 - Bacia e drenagem geradas através do MDE	125
Figura 147 - Instalando o complemento <i>dzetsaka</i>	127
Figura 148 - Complemento <i>dzetsaka</i> , habilitado e pronto para uso	127
Figura 149 - Alternar edição	128
Figura 150 - Iniciando classificação pela categoria "Mata", que será representada pelo "ID" número 1	128
Figura 151 - Note que para a categoria "Mata", representamos um número considerável de amostragens na imagem	129
Figura 152 - Identificando "Solo Exposto", com o "ID" número "2"	129
Figura 153 - ID 3 (Área Urbanizada) e ID 4 (Corpo Hídrico)	130
Figura 154 - Executando "Perform the classification"	130
Figura 155 - Classificação "bruta" do <i>dzetsaka</i>	131
Figura 156 - Reclassificação do <i>raster</i>	131
Figura 157 - Uso e cobertura da Terra com destaque para a ausência proposital da classe pastagem para iludir o leitor quanto a uma área preservada	132
Figura 158 - Uso e cobertura da terra classificada de forma adequada	132
Figura 159 - Conversão de <i>raster</i> para vetor	133
Figura 160 - Arquivo vetorizado gerado pela conversão	133
Figura 161 - Categorizando e renomeando o <i>shapefile</i> criado	134

Figura 162 - Carta de uso da terra vetorizada	135
Figura 163 - Dissolvendo os Polígonos	135
Figura 165 - Obtendo a área das classes	136
Figura 166 - Nomeando as Classes	137
Figura 168 - Finalização do <i>shape</i> de ponto	140
Figura 169 - Camada nascentes criada	140
Figura 170 - Alternar Edição	141
Figura 171 - Adicionar ponto	141
Figura 172 - Atributos da feição	142
Figura 173 - Pontos adicionados	142
Figura 174 - Salvando a edição na camada	143
Figura 175 - Alternar edição	143
Figura 176 - Gerando a APP de 50m por meio da ferramenta <i>buffer</i>	144
Figura 177 - Parâmetros do <i>buffer</i>	144
Figura 179 - <i>Buffer</i> para APP dos córregos	145
Figura 180 - Parâmetros do <i>buffer</i> rios	146
Figura 181 - Camada APP rios criada	146
Figura 183 - Geração inicial das APP Hídricas	147
Figura 185 - Parâmetros para dissolver	148
Figura 186 - Camada APP Hídrica criada	149
Figura 187 - Escolhendo camadas	149
Figura 189 - Gerando a declividade pela ferramenta <i>Raster</i> de análise de terreno	150
Figura 190 - Parâmetros da declividade	151
Figura 191 - Acionando as propriedades da camada de declividade criada	151
Figura 192 - Parametrizando pela simbologia	152
Figura 193 - Separando a APP de encosta	152
Figura 194 - Acionando a calculadora <i>raster</i>	153
Figura 195 - Configuração da calculadora	153
Figura 196 - Geração da declividade ₁	154
Figura 197 - Convertendo a declividade de <i>raster</i> para vetor/polígono	154
Figura 198 - Parâmetros para conversão da declividade	155
Figura 199 - Tabela de atributos da declividade	155
Figura 200 - Alternar modo de edição	156

Figura 201 - Excluindo feições menores que 45° na tabela de atributos	156
Figura 202 - Salvando as alterações	157
Figura 203 - Alternar modo de edição	157
Figura 204 - Removendo camadas de apoio para não confundir o usuário	158
Figura 205 - Acionando a calculadora <i>raster</i> para inverter altimetria	159
Figura 206 - Configuração da calculadora	159
Figura 207 - Salvando o MDE invertido	160
Figura 208 - Buscando a ferramenta <i>terraflow</i> para delimitar as bases dos morros	160
Figura 209 - Parâmetros do <i>terraflow</i>	161
Figura 210 - Geração da base dos morros	161
Figura 211 - Convertendo as bases de morro para <i>shapefile</i>	162
Figura 212 - Parâmetros da vetorização das bases de morro	162
Figura 213 - Tabela de atributos	163
Figura 214 - Alternar modo de edição	163
Figura 215 - Excluir feições	164
Figura 216 - Finalizar com alternar modo de edição	164
Figura 217 - Acionando a função declividade	165
Figura 218 - Gerando a declividade	165
Figura 219 – Corrigindo geometrias	166
Figura 220 - Parâmetros de correção das geometrias	166
Figura 221 - Estatísticas zonais	167
Figura 222 - Parâmetros das estatísticas zonais	167
Figura 223 - Estatísticas a calcular	168
Figura 224 - Retornando a função	168
Figura 225 - Parâmetros de entrada das estatísticas	169
Figura 226 - Selecionando a média	169
Figura 227 - Removendo camadas auxiliares	170
Figura 228 - Abrindo tabela de atributos	170
Figura 229 - Selecionar feições pela expressão	171
Figura 230 - Inserir a expressão	171
Figura 231 - Exportando a seleção	172
Figura 232 - Salvando o <i>shape</i> com os topos	172
Figura 233 - Abrir tabela de atributos	173

Figura 234 - Abrir calculado de campo	173
Figura 235 - Inserido a expressão na calculadora	174
Figura 236 - Alternar edição	174
Figura 237 - Convertendo os topos de morro parciais para <i>raster</i>	175
Figura 238 - Aplicando o parâmetro 1/3 superior	175
Figura 239 - Reabrindo a calculadora <i>raster</i>	176
Figura 240 - Inserindo expressão na calculadora <i>raster</i>	176
Figura 241 - Convertendo para vetor	177
Figura 242 - Gerando o <i>shape</i> Topo de Morro	177
Figura 243 - Abrindo tabela de atributos do <i>shape</i> de Topo de Morro	178
Figura 244 - Selecionar feições expressão	178
Figura 245 - Inserir expressão e selecionar	179
Figura 246 - Exportando a seleção	179
Figura 247 - Salvando <i>shapefile</i> Topo de Morro <i>Buffer</i>	180
Figura 248 - Corrigindo geometrias	180
Figura 249 - Selecionar a camada a corrigir	181
Figura 250 - Suavização da geometria	181
Figura 251 - Parâmetros da suavização	182
Figura 252 - Recortando arquivo suavizado	182
Figura 253 - Gerando a APP Topo de Morro	183
Figura 254 - Removendo camadas geradas no decorrer do processo	183
Figura 255 - Resultado final com as APP Hídricas e de Encosta	184
Figura 256 - Carta de uso da Terra da Represa de São Pedro	185
Figura 257 - Mesclando as camadas uso da terra e APP	185
Figura 258 - Parâmetros para mesclar camadas	186
Figura 259 - Selecionar camadas	186
Figura 260 - Corrigindo as geometrias dos arquivos mesclados	187
Figura 261 - Parâmetros corrigir geometrias	187
Figura 262 - Salvar arquivo corrigido	188
Figura 263 - Recortar arquivo gerado	188
Figura 264 - Mesclando uso corrigido com APP	189
Figura 265 - Removendo camadas	189
Figura 266 - Ferramenta dissolver no arquivo gerado	190

Figura 267 - Parâmetros para dissolver	190
Figura 268 - Dissolver pelas classes	191
Figura 269 - Removendo camadas não utilizadas	191
Figura 270 - Propriedades do uso_app	192
Figura 271 - Classificação "Categorizado"	192
Figura 272 - Valor "Classes" – Classificar	193
Figura 273 - Atributos da camada uso_app	193
Figura 274 - Abrindo calculadora de campo	194
Figura 275 - Dados e expressão para calculadora	194
Figura 276 - Alternar modo de edição	195
Figura 277 - Áreas calculadas em km ²	195
Figura 278 - Conflitos de uso da terra nas APP da Bacia da Represa de São Pedro	196
Figura 279 - Instalação o <i>plugin</i> Landscape Ecology Statistics – LecoS	200
Figura 281 - Menu inicial do <i>plugin</i> com listagem das 20 métricas disponíveis para uso	201
Figura 282 - Seleção das métricas a serem utilizadas	202
Figura 283 - Mapa com as áreas do Uso e Cobertura da área entre 2000 e 2020	203
Figura 284 - Resultados das métricas geradas pelo <i>plugin</i> LecoS	204
Figura 285 - Arquivo de planilha das métricas de paisagem gerado pelo LecoS após a formatação	205

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Fontes de dados matriciais livres	79
Tabela 2 - Sites oficiais para a aquisição de dados DGN	87
Tabela 3 - Métricas da paisagem empregadas com seus respectivos significados e categorias	197
Tabela 4 – Comparação entre os resultados das métricas para as formações florestais entre 2000 e 2020	205

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	20
PREFÁCIO	23
INTRODUÇÃO	25
CAPÍTULO 1: MONTAGEM DE UMA BASE DE DADOS DE ACESSO LIVRE NO QGIS	28
1.1 - INSTALANDO O QGIS 3.22.10 'BIAŁOWIEŻA'	28
1.2 – ACESSO AOS DADOS LIVRES DA INDE – INFRAESTRUTURA NACIONAL DE DADOS ESPACIAIS	40
1.3. IMAGENS DE SATÉLITES GRATUITAS DO QUICKMAPSERVICES	51
1.4. MOSAICOS DE CARTAS TOPOGRÁFICAS NO PLUGIN DSG TOOLS	53
1.5. CARTAS DE USO DA TERRA DO PROJETO MAPBIOMAS DESDE 1985	56
1.6. CRIAÇÃO E EDIÇÃO DE <i>SHAPEFILES</i> E <i>GEOPACKAGE</i>	59
1.6.1 <i>CRIAÇÃO E EDIÇÃO DE SHAPEFILES</i>	59
1.6.2 <i>CRIAÇÃO E EDIÇÃO DE GEOPACKAGE</i>	62
CAPÍTULO 2: LAYOUT, CARTA ÍNDICE, GEORREFERENCIAMENTO E MANIPULAÇÃO DE CARTAS <i>RASTER</i> E <i>VETORIAIS</i> NO QGIS	65
2.1 CARTA ÍNDICE E COMPOSITOR DE <i>LAYOUT</i> NO QGIS	65
2.2 GEORREFERENCIAMENTO DE UMA CARTA TOPOGRÁFICA DO IBGE	79
2.3. PROJEÇÃO PERSONALIZADA SOBRE AS CARTAS <i>VETORIAIS</i> DO IBGE NO FORMATO DGN.	86
2.4 PROJEÇÃO PERSONALIZADA PARA CARTAS DO IBGE	91
CAPÍTULO 3: MODELOS DIGITAIS DE ELEVAÇÃO A PARTIR DE SISTEMAS DE RADAR LIVRES E PRODUTOS DERIVADOS NO QGIS	94
3.1. OBTENÇÃO DE IMAGENS DO ALOS PALSAR	94

3.2	OBTENÇÃO DE IMAGENS DO SRTM	98
3.3	OBTENÇÃO DE IMAGENS DO COPERNICUS GLO-30 (COPDEM ₃₀)	98
3.4	OBTENÇÃO DE IMAGEM DO FABDEM	99
3.5.	MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO (MDE) E PRODUTOS DERIVADOS	100
3.5.1.	MOSAICO DE UM MDE	102
3.5.2.	CORREÇÃO DO MDE	103
3.5.3.	GERAÇÃO DE CURVAS DE NÍVEL	107
3.5.4.	GERAÇÃO DE CARTA HIPSOMÉTRICA (FALSA-COR)	110
3.5.5.	GERAÇÃO DE CARTA DE DECLIVIDADE DO TERRENO	112
3.5.6.	DECLIVIDADE	113
3.5.7.	GERAÇÃO DE CARTA DE ORIENTAÇÃO DE VERTENTES (ASPECTO)	116
3.5.8.	GERAÇÃO DE CARTA DE RELEVO SOMBREADO	118
3.6.	EXTRAÇÃO DE DRENAGEM E BACIAS HIDROGRÁFICAS	119
	CAPÍTULO 4: GERAÇÃO DA CARTA DE USO E COBERTURA DA TERRA NO QGIS	126
4.1	CALCULANDO A ÁREA DAS CLASSES	133
	CAPÍTULO 5: GERAÇÃO DAS CARTAS DE APP NO QGIS	138
5.1	APP HÍDRICA	139
5.2	APP DE ENCOSTA	150
5.4	APP DE TOPO DE MORRO	158
5.5	CONFLITOS DE USO E COBERTURA DA TERRA NAS APP	184
	CAPÍTULO 6: MÉTRICAS ECOLÓGICAS DA PAISAGEM NO QGIS	197
6.1	INSTALANDO E APLICANDO O PLUGIN LECOS	199
6.2	INTERPRETAÇÃO DAS MÉTRICAS DE PAISAGEM NA BACIA DA REPRESA DE SÃO PEDRO NOS FRAGMENTOS FLORESTAIS ENTRE 2000 E 2020	203

6.3 CONCLUSÕES	206
CONSIDERAÇÕES FINAIS, RECOMENDAÇÕES E OUTRAS DICAS	208
IMAGENS DO SATÉLITE CBERS, SENTINEL 2 E LANDSAT	208
OUTRAS AGÊNCIAS, INSTITUIÇÕES E PROJETOS	208
REFERÊNCIAS	211

APRESENTAÇÃO

Grande é a satisfação, alegria e honra por haver sido convidado a escrever a apresentação deste novo livro organizado pelo Professor César Henrique Barra Rocha e pelo Mestre em Geografia Johnny de Souza Dias. O Prof. César tem demonstrado elevado destaque como autoridade na ciência e arte que envolvem as pesquisas, inovações e aplicações de geotecnologias.

Quando nos conhecemos, durante o período de doutoramento, orientados ambos pelo eminente Professor e Geógrafo Jorge Xavier da Silva, de mente e criatividade científica prodigiosas, no Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Federal do Rio de Janeiro, César Henrique, vindo de escola tradicional e conservadora da Engenharia de Estradas, embora já trafegasse com desenvoltura na aplicação de sistemas geográficos de informação, logo manifestou justo encantamento pelo potencial que as geotecnologias oferecem para as análises e compreensão do meio ambiente, e no colossal leque de proposições que possibilita, tanto nas áreas das ciências físicas, como nas das ciências humanas.

Este novo livro organizado pelo Professor César e pelo Mestre Johnny, “QGIS para monitoramento ambiental”, apresenta metodologias e conceitos de muita relevância para eficientes levantamentos, diagnósticos, análises e suporte à gestão para a modernização do planejamento e da administração territorial, possibilitados pelos recursos tecnológicos que compõem o sistema QGIS. O objetivo deste livro, portanto, é bastante específico, ao organizar um arcabouço de raciocínio prático, a partir de fundamentos e soluções científicos, com emprego de recursos geotecnológicos disponíveis, para melhor orientar as decisões dos técnicos responsáveis por planejamento e organização de uma gestão racional e inteligente dos espaços territoriais, urbanos ou rurais.

Os organizadores e autores (as) da equipe do NAGEA – Núcleo de Análise Geo Ambiental, da Universidade Federal de Juiz de Fora – desenvolvem os seus conceitos e compreensão teórica a partir de experiências concretas, que possibilitam à comunidade acadêmica e à empresarial, com base nesses exemplos, elaborar as suas próprias soluções, para um nível de resultados substancialmente superior e o conseqüente aprimoramento da qualidade do planejamento e gestão do uso da terra.

Devido ao intenso desenvolvimento das geotecnologias colocadas à disposição da humanidade, associadas à crescente demanda por dados ambientais, concomitantemente à intensificação dos problemas ambientais e urgentes necessidades do uso mais racional dos recursos naturais disponíveis, ocorreu uma aceleração nos estudos dos sistemas de informação indispensáveis à percepção do comportamento das sociedades, por parte dos pesquisadores e cientistas. A estrutura formal concebida para melhor compreender e oferecer soluções, a partir de dados georreferenciados, foi forjada no que ficou consagrado

como Sistemas Geográficos de Informação, ou Sistemas de Informações Geográficas (SGI ou SIG).

Em 1967, o geógrafo britânico Roger Frank Tomlinson, então radicado no Canadá, onde graduou-se também em Geologia, criou o primeiro SGI computadorizado, para realizar um levantamento de terras. O programa chamava-se Canadian Geographical Information System. É, por esse mérito, considerado o "Pai do Sistema Geográfico de Informação". Em 1982, veio ao Brasil a convite do Prof. Jorge Xavier da Silva (UFRJ) e sua palestra no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) impulsionou grupos de cientistas a criarem os primeiros Sistemas Geográficos de Informação brasileiros. Desde então, temos no Brasil um número muito elevado de aplicativos para coleta e análise de dados georreferenciados, e, como mais difundidos, os sistemas Vista-SAGA (UFRJ), SPRING (INPE) e CR-CAMPEIRO (UFES-ES). Os SGI e a aplicação científica e técnica de seus recursos são imprescindíveis para quaisquer atividades de planejamento do espaço físico, pelas possibilidades que oferecem na busca da informação privilegiada que fundamenta a oportuna tomada de decisão para a gestão eficiente, seja no ambiente público ou privado.

Especialmente na última década, devido ao aprimoramento dos recursos e equipamentos computacionais, e ao advento de produtos e concepções científicas e tecnológicas, esses sistemas receberam vertiginoso impulso em suas bases e possibilidades conceituais, tecnológicas e metodológicas.

A sociedade científica, constituída por professores, pesquisadores, e estudantes, dedicada a esses altos estudos dependia dos sistemas geográficos então colocados à disposição, ou por raras entidades acadêmicas que souberam montar equipes de cientistas-programadores, e também por disponibilizar de laboratórios especializados para sua construção, ou por empresas comerciais. Evidentemente, a capacidade e amplitude dos sistemas existentes, e especialmente a sua difusão entre as comunidades de pesquisadores, sempre foi uma variável dependente dos recursos econômicos disponíveis. Foram então, mormente nas últimas três décadas, criados e disponibilizados inúmeros sistemas geográficos de informação.

Em 2002, o geólogo norte-americano Gary Sherman havia criado o sistema a que denominou inicialmente Quantum-GIS, em ambiente Linux, e hospedou em site, à procura de parceiros desenvolvedores. Com os aprimoramentos proporcionados por muitas centenas de contribuintes de todo o mundo, mudou o nome para QGIS, que já dispõe também de versões em ambientes de plataformas Windows, MacOS e Android e popularizou-se ainda mais, com os recursos comparáveis e qualidade similar aos mais modernos sistemas comerciais.

Tanto os SGI comerciais, como os disponibilizados gratuitamente para a sociedade, caso do sistema QGIS, todos dispõem de manuais técnicos com variados níveis de informação e de qualidade editorial. Essas características ocorrem para manuais de todos

os tipos de *softwares*. No entanto, em geral, os manuais carecem da ideal orientação passo a passo, para se levar a efeito a busca e a produção da planimetria e a distribuição espacial dos dados georreferenciados que se pretende, para possibilitar atingir-se o objetivo inicialmente proposto, como oferecem os tutoriais.

Devido à profunda variedade de temas abordados, em sequência lógica, para uma íntegra modelagem de análise ambiental com técnicas de Geoprocessamento, como nos oferece este livro, entramos em consonância com os autores que certamente atingirão por completo seus mais justos propósitos em facultar à comunidade usuária de programas computacionais e de sistemas geográficos de informação, com o uso do sistema QGIS, a formalização de robusto banco de dados georreferenciados a propiciar a geração de informações a sedimentar tomadas de decisão para o planejamento e gestão do território.

Temos a sólida expectativa de que toda a comunidade de pesquisadores, que se dedicam à elaboração e à aplicação de Geotecnologias, usufruam da mesma satisfação que tivemos com a leitura e aplicação das propostas deste livro.

José Américo de Mello Filho
Santa Maria, RS, 03/09/2023

PREFÁCIO

É com satisfação que apresento aos meios acadêmico e técnico o livro sobre o uso do *software* QGIS para monitoramento ambiental organizado pelo Prof. Dr. César Henrique Barra Rocha e pelo Mestre em Geografia Johnny de Souza Dias.

O Professor César tem longa e robusta experiência em estudos ambientais, ao mesmo tempo em que se dedicou aos estudos das tecnologias de geoinformação ao longo de toda a sua carreira, tendo sido pioneiro no tema no Brasil. A soma dos dois conhecimentos habilita o professor a escolher e discursar sobre o estado-da-arte (state-of-the-art) e o estado-do-desenho (state-of-the-design) que compõem a base conceitual e os caminhos práticos para a realização da análise ambiental com o suporte do geoprocessamento.

Johnny é Geógrafo e Mestre em Geografia pela UFJF com passagem por diversas empresas na área de Geomática e Tecnologia da Informação. Também tem experiência com programação, *softwares* livres e em trabalhos de campo com drones e receptores GNSS.

O livro é desenvolvido em capítulos nos quais são apresentadas aplicações práticas e bases conceituais relacionados ao geoprocessamento, para fins de produção de dados e análise espacial, com o emprego de *software* de livre acesso aos usuários. Nesse sentido, os leitores poderão praticar o apresentado e se desenvolverem no uso de ferramentas de muito valor nos estudos de dados geoespaciais, sem as restrições existentes por aplicativos comerciais. Somado ao ensino de uso do QGIS, o seu livro apresenta aos leitores informações sobre modos e localizações de obtenção de dados, favorecendo que haja reprodução dos processos apresentados para os estudos de caso de interesse de cada leitor.

Entre a coleção de dados que são indicados para as práticas, são apresentadas as potencialidades de plataformas públicas existentes (a exemplo da INDE) e o potencial das imagens de satélite de diferentes resoluções. Ao instruir sobre aplicações de geoprocessamento, são apresentados estudos sobre modelagem tridimensional de terreno, o mapeamento de uso e cobertura da terra e a identificação de áreas de proteção permanente. Destaca-se o discurso sobre as aplicações de métricas de Ecologia da Paisagem, destinadas a estudos de fragmentos de cobertura vegetal, de interesse para a criação de áreas de preservação ou para a requalificação de áreas para a formação da trama verde e azul.

Todas as aplicações previstas são muito úteis para o desenvolvimento de estudos de caracterização e análise de áreas de interesse ambiental. Estudos desta natureza são fundamentais para que o planejamento e preservação de áreas de proteção sejam executados, tanto pelo poder público como pelos técnicos da área. Destaca-se, também, a

contribuição ao ensino, pesquisa e extensão das universidades, tendo em vista a linguagem direta adotada pelos autores.

Ana Clara Mourão
Belo Horizonte, MG, 28/08/2023

INTRODUÇÃO

César Henrique Barra Rocha¹

No decorrer desse livro iremos desenvolver habilidades introdutórias para que você possa utilizar o *software* QGIS, desenvolvido no ano de 2002 por Gary Sherman. Este programa conta, na atualidade, com um número extenso de colaboradores ao redor do mundo, com interface acessível a usuários iniciantes, intermediários e/ou avançados. Contendo um extenso arcabouço de ferramentas úteis e práticas para as mais variadas análises espaciais, o QGIS é também um Open Source (Código Aberto), isto significa que seu código fonte pode ser editado e adaptado para múltiplas finalidades.

Por contar com muitos desenvolvedores ao redor do globo, esse poderoso *software* de geoprocessamento melhora a cada nova versão lançada. Com isso, esperamos que sua experiência com o QGIS seja excelente e que ao longo de seu aprendizado você possa se sentir motivado(a) a continuar os estudos em Geotecnologias após o término dessa obra. Para fins de exemplificação, utilizaremos a base de dados da Bacia Hidrográfica do São Pedro, situada na cidade de Juiz de Fora (MG). Entretanto, o leitor terá ferramentas para montar bases de dados de acesso livre em qualquer parte da Terra.

No Capítulo 1 – Montagem de base de dados de acesso livre será apresentada a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE que é muito útil para quem está no Brasil. Ela oferece acesso a vários órgãos federais, estaduais e municipais com bases de dados temáticas em formato vetorial ou matricial (*raster*) georreferenciadas, permitindo a montagem de uma base de dados prévia de hidrografia, sistema viário, entre outros temas. Através de *plugins* desenvolvidos para o QGIS como o, QuickMapService, tem-se uma variedade de serviços de Mapas Base do mundo inteiro com destaque para o OpenStreetMaps – OSM que fornece arruamento, hidrografia, vegetação, dentre outros. Temos também, imagens como o BING da Microsoft, ESRI do ArcGIS, Google, Wase, que também merecem atenção. No caso do Brasil, instalando o *plugin* MapBiomias consegue-se acesso a uma base de uso e cobertura da terra já classificada por algoritmos potentes aplicados sobre imagens Landsat de 1985 até os anos mais recentes. Outro *plugin* interessante é o da Diretoria de Serviço Geográfico do Exército (DSG Tools) que dá acesso a mosaicos de cartas topográficas do IBGE e Exército, mosaicos do RapidEye, Landsat, MDS, entre outros produtos. Portanto, ao final deste 1º Capítulo o usuário já terá uma base de dados estruturada e rica da sua área de pesquisa.

No Capítulo 2 já será abordada a confecção de *layout* para exportação e impressão de produtos partindo-se de uma carta índice da área de pesquisa do usuário. Essa carta

1 César Henrique Barra Rocha – Professor Titular da UFJF, Engenheiro Civil pela UFJF, Especialista em Geoprocessamento pela UFRJ, M.Sc. Transportes pela USP/EESC e Dr. Em Geografia pela UFRJ. E-mail: cezar.barra@ufjf.br

será necessária para ajudar no entendimento de onde está sendo feita a base de dados em escala continental, país, estado, município, bacia hidrográfica ou outra unidade de análise válida. O georreferenciamento de produtos matriciais/*raster* e a edição de cartas vetoriais do IBGE e DSG também serão abordados neste item. Seria uma segunda forma mais “artesanal” de obter as bases de dados no caso de algum problema no Capítulo 1.

O 3º Capítulo tratará das imagens de radar disponíveis por meio de Modelo Digital de Elevação – DEM para geração de curva de nível, declividade, hipsometria, modelo 3D, orientação de vertentes, relevo sombreado, entre outros produtos derivados de modelos digitais de terreno – MDT. Foi usado o ALOS PALSAR, derivado do americano SRTM com pixel de 30m, reamostrado para 12,5m, que são Modelos Digitais de Superfície – MDS. Atualmente, tem-se o Copernicus DEM e FABDEM (filtra vegetação e construções fornecendo um MDT). Do DEM, dá para extrair drenagem, hierarquia fluvial e sub-bacias de uma área de interesse.

O Capítulo 4 discorrerá sobre a construção da Carta de uso e cobertura da Terra com base no satélite CBERS 4A resultante de uma associação científica entre China e Brasil. Esse satélite oferece, gratuitamente, imagens com resolução espacial que podem chegar à 2m de resolução espacial e com possibilidades interessantes devido a inclusão da banda infravermelha próxima para estudos de vegetação por intermédio de índices como o NDVI. Por meio do *plugin*, dzetsaka, faz-se uma classificação supervisionada obtendo cartas mais precisas que o MapBiomas com as classes mata, pastagem, solo exposto, área urbanizada, várzeas e água.

Dentro do contexto ambiental a que se propõe este livro, no Capítulo 5 faremos o mapeamento das Áreas de Preservação Permanentes - APP. As mais conhecidas são as APP Hídricas (faixa de preservação ao redor de nascentes, curso d’água e lagos naturais ou artificiais); APP de Encostas (declividade maior de 45° ou 100%) e os Topos de Morros (1/3 superior a partir do ponto de sela com altura maior que 100 m concomitante com declividade acima de 25° ou 47%). Será mostrado neste item como gerar as APP no QGIS e comparar com o uso da terra para detectar o que está de acordo com as normas federais contidas na Lei nº 12.651/2012 e Lei nº 12.727/2012 e os conflitos.

Serão abordadas no Capítulo 6 as métricas ecológicas de paisagem, geralmente divididas em quatro grupos: métricas de área e borda; métricas de forma; métricas de interior; e métricas de agregação. As métricas são uma forma de análise quantitativa do comportamento da paisagem e vêm associadas às Cartas de Uso da Terra, onde deve-se separar os fragmentos de mata para mensurar quantitativamente a sua qualidade em termos de tamanho, forma, área nuclear, entre outras. No QGIS utilizamos o *plugin* LecoS que trabalha com 20 métricas. A junção das APP com as áreas protegidas (SNUC) e fragmentos mais viáveis para preservação orientarão os gestores públicos sobre áreas de especial interesse ambiental onde atividades agropecuárias, indústria e expansão

urbana não são indicadas. Além do uso pela fauna, os serviços ambientais prestados por essas áreas justificam a sua manutenção.

Finalizando essa 1ª Edição, serão oferecidas possibilidades de ampliação do alcance desta obra mediante a indicação de outros sites para obtenção de bases de dados, exemplos de aplicações já realizadas em sala de aula e indicação de outras obras e autores(as) com o intuito de mostrar que o aprendizado é de forma contínua. Não há conclusão para livros dessa natureza visto que os *softwares* estão sempre em processo de aperfeiçoamento com novas versões, além dos novos desafios impostos pelas questões ambientais que levam ao desenvolvimento de novas ferramentas. A comunidade de programadores em PyQGIS não para de oferecer novas soluções a cada versão do QGIS.

CAPÍTULO 1

MONTAGEM DE UMA BASE DE DADOS DE ACESSO LIVRE NO QGIS

Cézar Henrique Barra Rocha²
Johnny de Souza Dias³
Gabriel Pareça⁴

Iniciaremos esse livro mostrando que é possível, por meio de um *software* livre, ter acesso a diversas bases de dados gratuitas, proporcionando ao usuário conhecimento inicial de sua área de pesquisa. Será possível acessar várias camadas de dados em temáticas básicas como infraestrutura viária, hidrografia, relevo, geologia, unidades pedológicas/solo, uso e cobertura da terra, modelos digitais de terreno e de superfície, mosaicos de imagens de satélite, dentre outros, auxiliando na tomada de decisão e no planejamento de trabalhos de campo. Partiremos do mais básico que é instalar corretamente o *software* QGIS.

1.1 - INSTALANDO O QGIS 3.22.10 'BIAŁOWIEŻA'

A instalação do QGIS seguirá os seguintes passos: I-) cole em seu navegador (<https://qgis.org/en/site/>), II-) ao fazer isso, você terá acesso ao site oficial do QGIS (FIGURA 1), note que no canto direito de sua tela a opção de alterar a língua estará disponível, mude para "Português (Brasil)", ou, se preferir, escolha outro idioma de seu interesse. Logo abaixo na mesma página encontramos a opção de baixar.

Na página de *downloads* temos três opções para obter o QGIS. Primeiro certifique-se se o seu sistema operacional é de 64 bits para Windows 8 ou versões mais recentes, pois as versões mais recentes do QGIS precisam do Python 3.9, não suportado mais pelo Windows 7. Caso contrário, será necessário baixar versões mais antigas, que suportavam tanto o sistema operacional de 64 quanto de 32 bits.

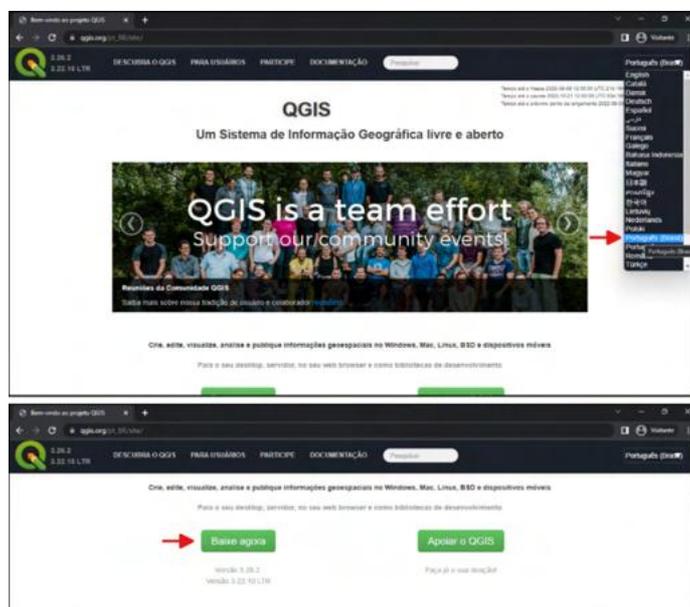
2 Cézar Henrique Barra Rocha - Professor Titular da UFJF. E-mail: cezar.barra@ufjf.br

3 Johnny de Souza Dias – **Geógrafo e Mestrando em Geografia pela UFJF**. Técnico em Geoprocessamento pelo Instituto Federal do Sul de Minas. E-mail: johnny_s.dias@hotmail.com

4 Gabriel Pareça – Graduando em Geografia pela UFJF. E-mail: parecagabriel@gmail.com

É importante frisar que temos três tipos básicos de arquivos de instalação para *download*, sendo estes: I-) versão avançada, II-) versão mais recente e, III-) versões mais estáveis (LTR). A primeira extensão do QGIS é avançada e foge ao escopo desse livro.

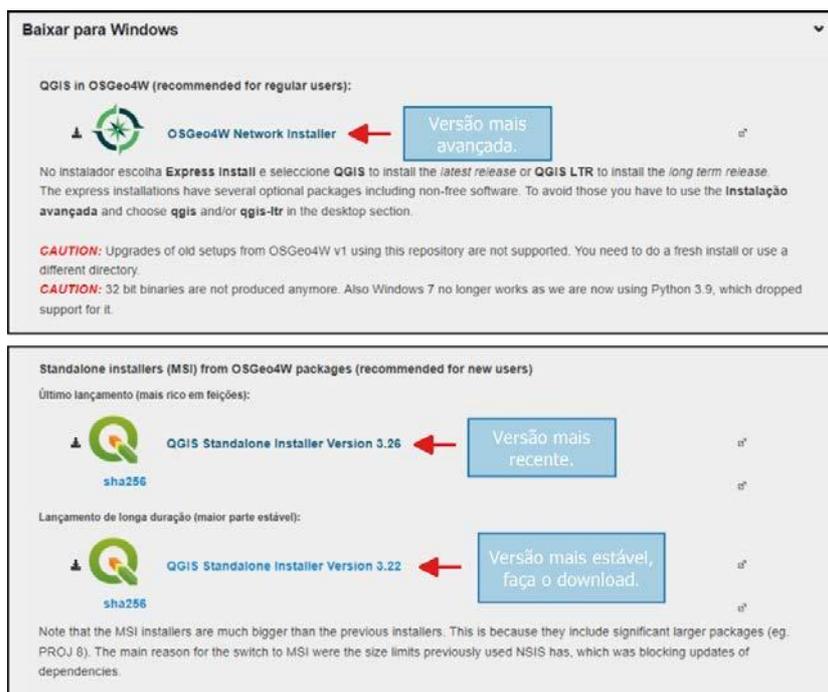
Figura 1 - Interface do site oficial do QGIS



Fonte: Site oficial do Qgis (2022).

A segunda opção de instalação é a versão mais recente, contudo, ela apresenta configurações que futuramente serão ajustadas, pois, é uma versão que os desenvolvedores estão melhorando. Por fim, temos as versões Long Term Release (LTR), mais estável e mais indicada pelos desenvolvedores. Iremos utilizar esta última opção. Clique para fazer *download* no ícone correspondente à versão LTR (https://qgis.org/pt_BR/site/forusers/download.html), conforme ilustra a (FIGURA 2).

Figura 2 - Clique em "Lançamento de Longa Duração" e faça *download* dessa versão (2022)



Fonte: Site oficial do Qgis (2022).

Aguarde o *download* e quando a aquisição estiver finalizada inicie a instalação clicando no arquivo "QGIS-OSGeo4W-3.22.10-1.msi". O assistente de instalação irá abrir, clique em "Próximo" (FIGURA 3).

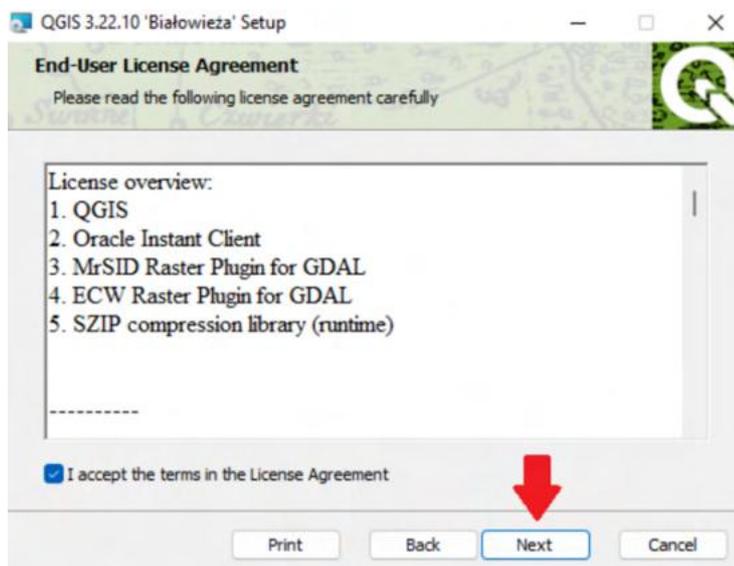
Figura 3 - Iniciando a instalação do QGIS (Ano 2022)



Fonte: NAGEA/UFJF (2022).

No "Acordo de Licença", clique em "Eu concordo" (FIGURA 4).

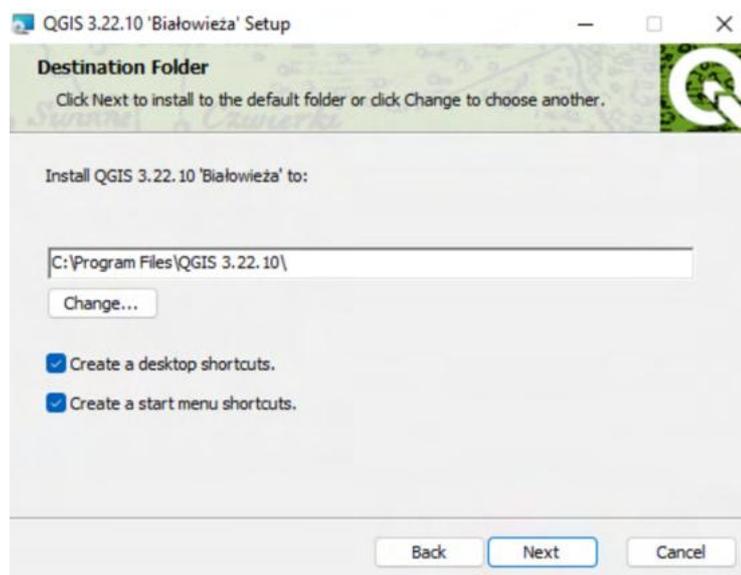
Figura 4 - Acordo de Licença do *software*



Fonte: NAGEA/UFJF (2022).

O próximo passo é selecionar o local da instalação no seu computador. Aconselhamos que deixe no "Disco C". Caso ache necessário mudar, escolha outro local de sua preferência (FIGURA 5).

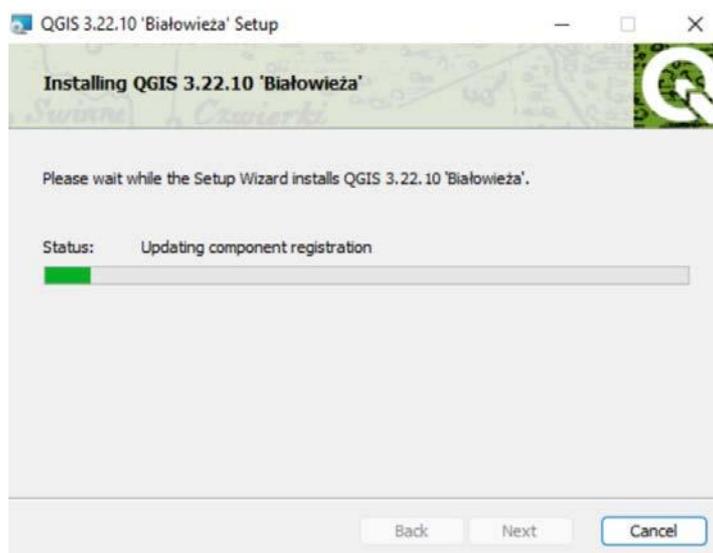
Figura 5 - Escolha a pasta de instalação do QGIS



Fonte: NAGEA/UFJF (2022).

Após isso, inicie a instalação na próxima página, e então aceite que o aplicativo faça alterações no dispositivo e assegure que não haja nenhuma interrupção durante esse processo (FIGURA 6).

Figura 6 - Aguarde a instalação do QGIS 3.22.10 'BIAŁOWIEŻA'



Fonte: NAGEA/UFJF (2022).

Ao finalizar a instalação do *software* em seu computador, clique em “Terminar” (FIGURA 7).

Figura 7 - Instalação efetuada com êxito

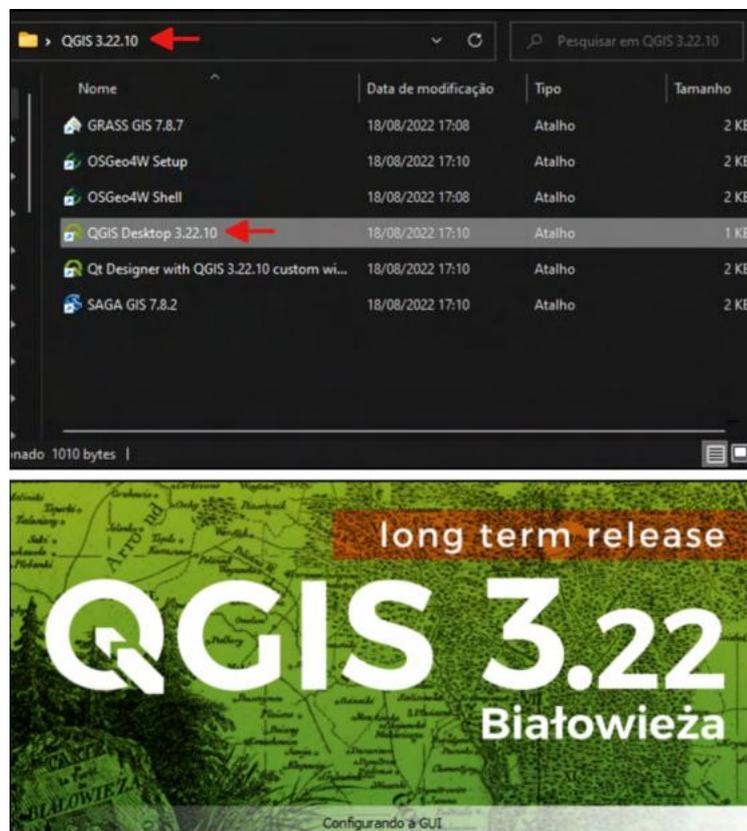


Fonte: NAGEA/UFJF (2022).

Note que na tela inicial de seu computador uma nova pasta contendo o QGIS e outros *softwares* complementares aparecerá. Abra a pasta e selecione o arquivo denominado “QGIS Desktop 3.22.10” (FIGURA 8). É importante que você saiba que no momento de confecção desse livro a versão mais estável do QGIS é a 3.22.10 'BIAŁOWIEŻA', por isso estamos utilizando-a. Nos encontramos no mês de agosto do ano de 2022, e caso você

utilize esse material em outro momento, pode ser que outras versões mais atuais do QGIS estejam disponíveis.

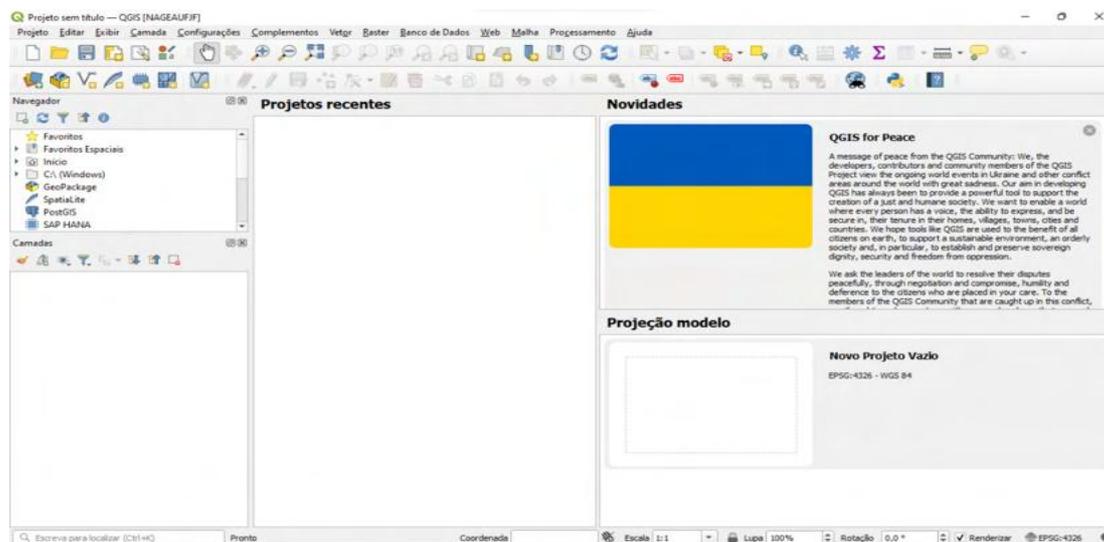
Figura 8 - Inicializando o QGIS 3.22.10.



Fonte: NAGEA/UFJF (2022).

Uma janela irá surgir antes do programa se iniciar, por isso, aguarde. Quando o programa abrir, iremos nos deparar com a interface básica de opções e ferramentas pré-configuradas do *software* (FIGURA 9).

Figura 9 - Tela inicial do QGIS 3.22.10



Fonte: NAGEA/UFJF (2022).

No canto superior esquerdo, logo abaixo de “Projeto” encontramos o ícone da opção “Novo projeto (Ctrl + N)”. Clique nessa opção (FIGURA 10).

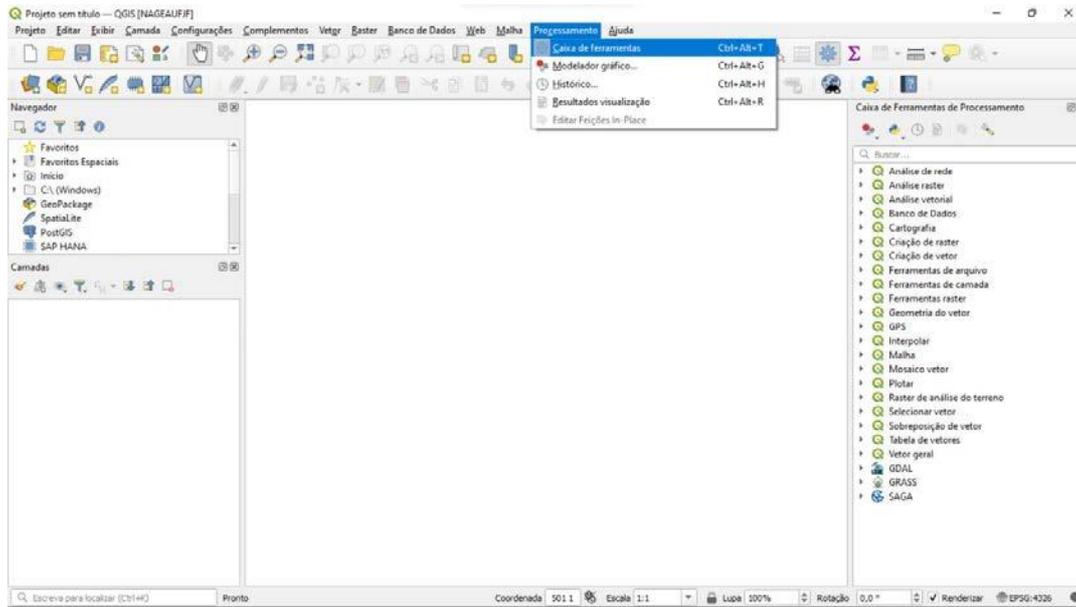
Figura 10 - Começando um Novo Projeto



Fonte: NAGEA/UFJF (2022).

Com isso, um novo projeto estará pronto para ser editado. Agora iremos adicionar alguns componentes complementares no QGIS. Clique na aba “Processamento” presente no menu superior e ative a “Caixa de Ferramentas” (FIGURA 11). Note que na parte intermediária do lado direito de sua tela, surge uma miríade de instrumentos processuais úteis para a edição e manipulação de dados.

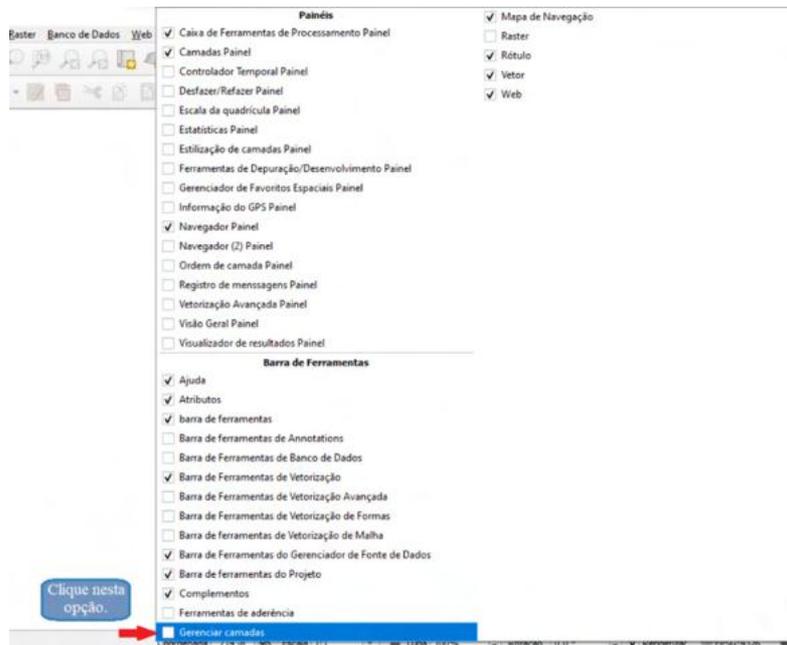
Figura 11 - Adicionando “Caixa de Ferramentas”



Fonte: NAGEA/UFJF (2022).

Iremos adicionar também a opção de “Gerenciar Camadas” para que nosso acesso aos dados vetoriais e matriciais, dentre outros, se desenvolva de maneira rápida e satisfatória. Para habilitar essa ferramenta, clique com o botão direito do mouse em uma das áreas do menu superior onde nenhum atributo ou ferramenta estiver presente.

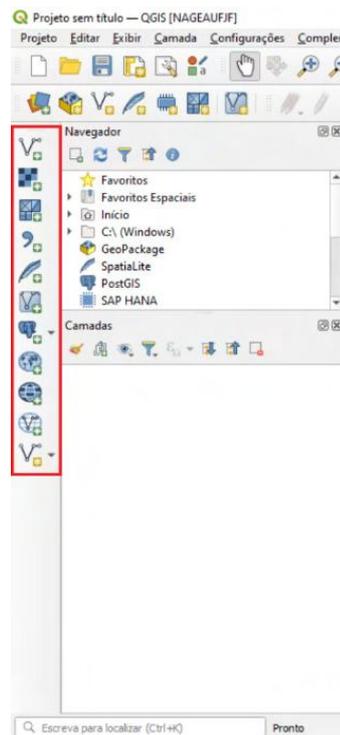
Figura 12 - Habilitando “Gerenciar Camadas”



Fonte: NAGEA/UFJF (2022).

Ao fazer isso, um leque de opções irá surgir para que possamos habilitar ou desabilitar alguns componentes padrões do QGIS, siga para o menu inferior da “Barra de Ferramentas” e habilite a opção “Gerenciar Camadas” (FIGURA 12). Perceba que ao lado da caixa “Navegador” a ferramenta que selecionamos está devidamente habilitada (FIGURA 13).

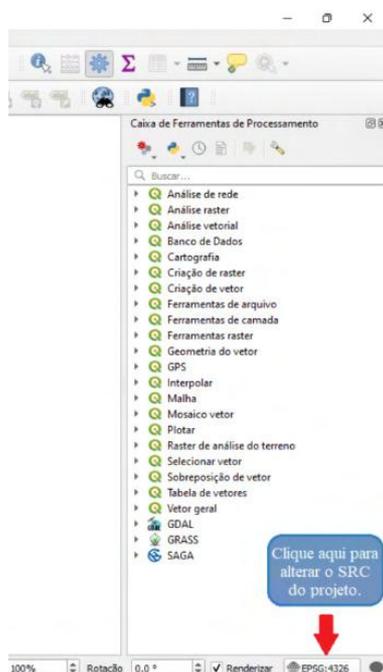
Figura 13 - Ferramenta “Gerenciar Camadas” devidamente habilitada



Fonte: NAGEA/UFJF (2022).

Com isso, habilitamos as ferramentas básicas do QGIS e agora iremos finalizar esse primeiro momento definindo o “SRC” (Sistema de Referência de Coordenadas) do nosso projeto e por fim salvar todas as edições. No canto inferior esquerdo do painel inicial do QGIS note que aparece o código “EPSG: 4326” (FIGURA 14) que corresponde ao sistema geocêntrico World Geodetic System (WGS 84). Iremos alterá-lo para “SIRGAS 2000 UTM23 S”, mas você deve atentar-se ao SRC referente à sua área de estudo.

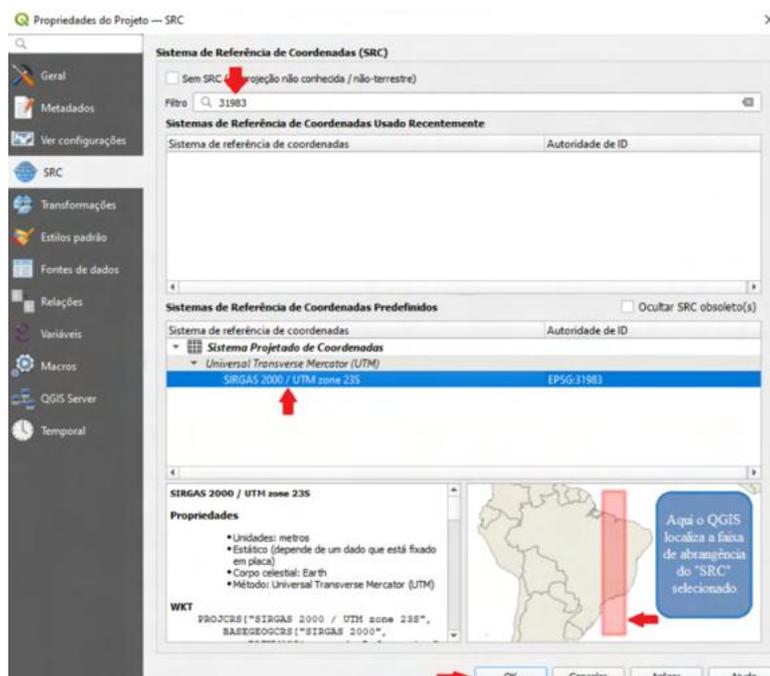
Figura 14 - Alterando "SRC" do projeto



Fonte: NAGEA/UFJF (2022).

Após clicar na opção de mudança de SRC a janela de "Propriedades do Projeto SRC" irá ser iniciada. Clique em "Filtro" e digite o número referente ao SRC do seu projeto, após selecioná-lo, clique em "OK" (FIGURA 15).

Figura 15 - Alterando o Sistema de Referência de Coordenadas

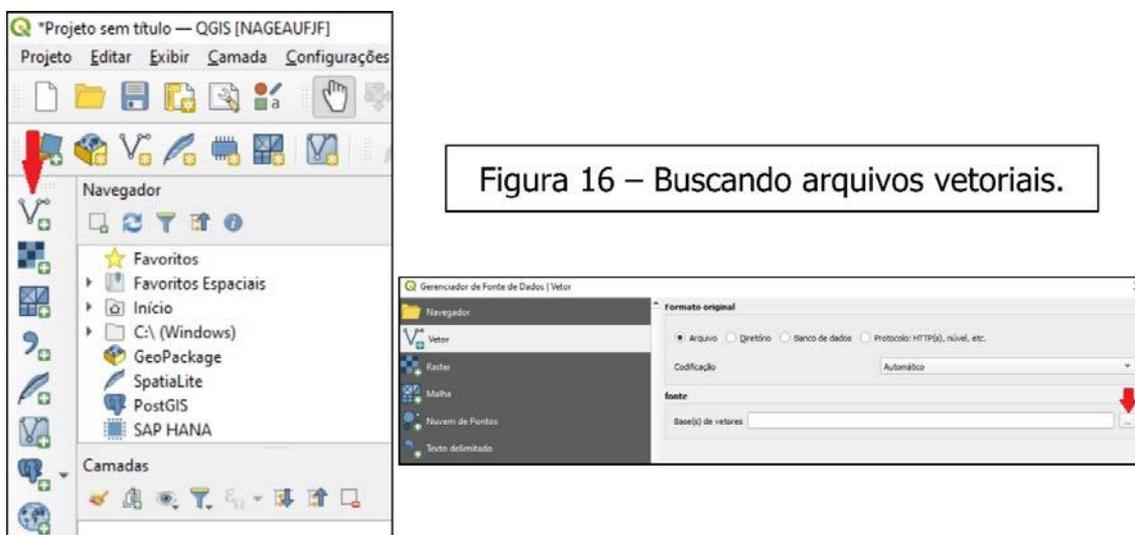


Fonte: NAGEA/UFJF (2022).

Agora iremos adicionar o arquivo vetorial (Polígono) referente a Bacia Hidrográfica do Córrego São Pedro (JF). Mas, antes disso, vale o seguinte conselho. Em determinados procedimentos o QGIS acessa arquivos para alterar alguma característica dos mesmos e nisso pode acabar sendo bloqueado de executar tal operação por um antivírus, por exemplo. Portanto, tenha em mente isso, caso algum procedimento não prossiga como esperado, pondere se o erro não vem de uma causa externa. É aconselhável que, no caso de um erro, que o antivírus seja desativado momentaneamente e reativado após o procedimento ser efetuado, isso é, se essa for a causa do problema. Siga o passo a passo para efetuar essa operação com o arquivo vetorial em seu computador, se possuir algum:

- I-) em "Gerenciar camadas" clique em "Adicionar Camada Vetorial" e clique em "Buscar" (FIGURA 16).

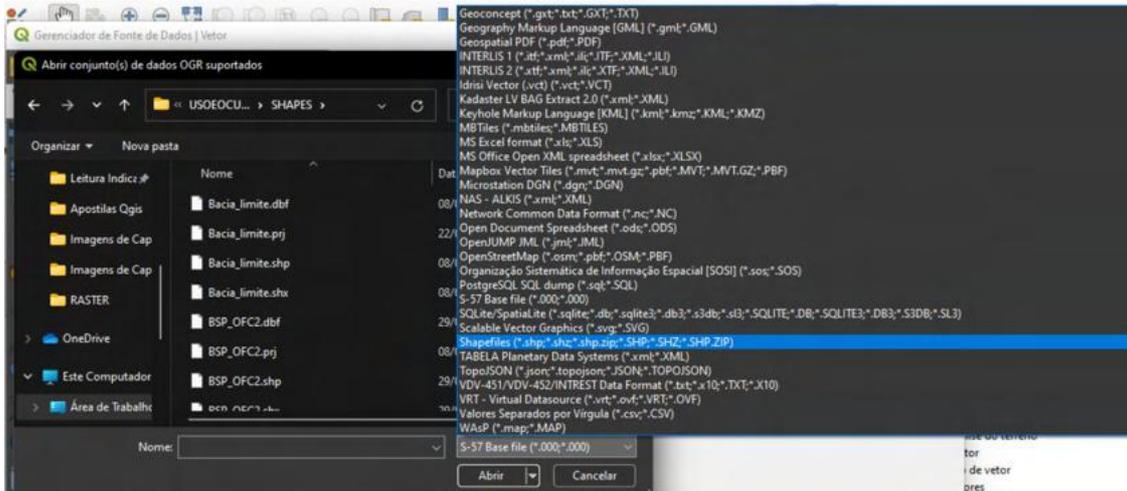
Figura 16 - Adicionando Camada Vetorial



Fonte: NAGEA/UFJF (2022).

- II-) procure a pasta onde seus arquivos estão inseridos. Na opção de buscar mude "Todos os arquivos" para "Shapefile" (FIGURA 17).

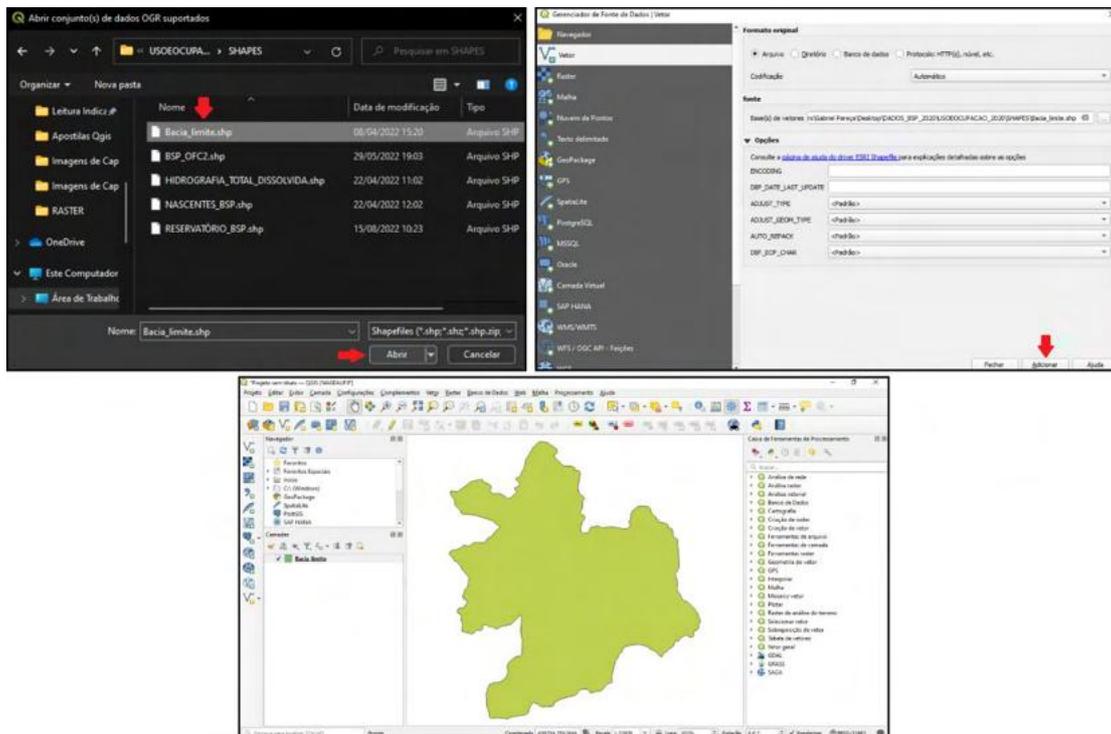
Figura 17 - Alterando o Sistema de Referência de Coordenadas



Fonte: NAGEA/UFJF (2022).

III-) ao especificar o tipo de arquivo que deseja adicionar, selecione-o, clique em “Abrir” e finalmente em “Adicionar” (FIGURA 18).

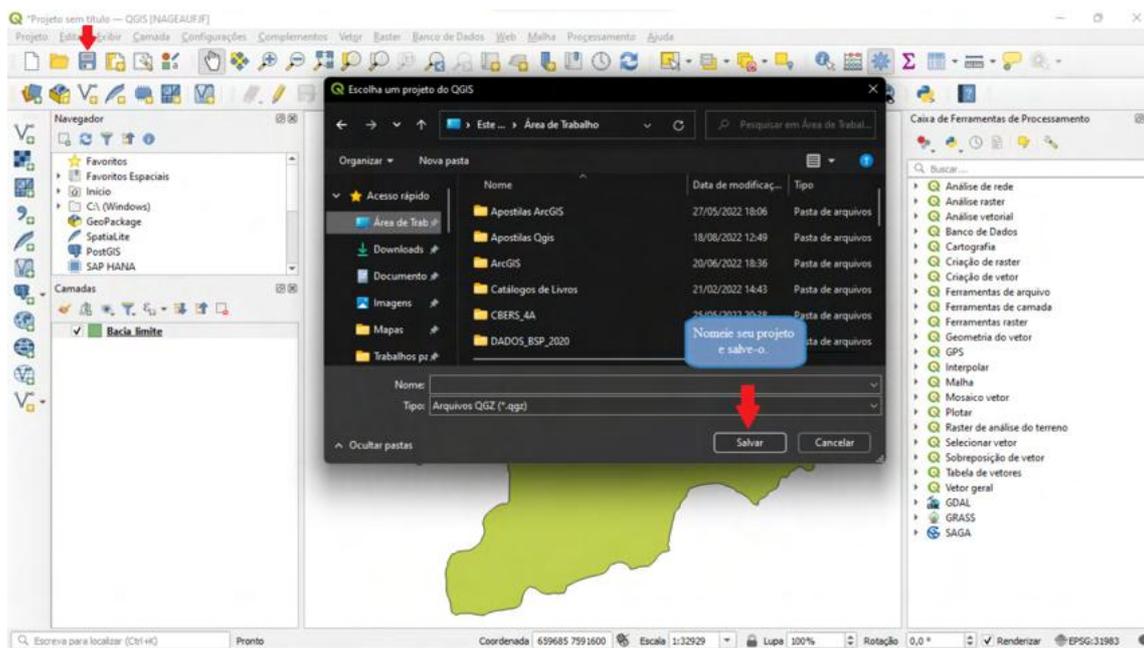
Figura 18 - Camada Vetorial Adicionada



Fonte: NAGEA/UFJF (2022).

Para finalizar, clique no ícone “Salvar Projeto”  , que se encontra no menu superior da tela inicial do QGIS e escolha a pasta onde o arquivo “.QGZ” será salvo. Nomeie-o e clique em “Salvar” (FIGURA 19).

Figura 19 - Salvando o Projeto



Fonte: NAGEA/UFJF (2022).

Para abrirmos nosso projeto já salvo, volte na pasta onde ele foi arquivado e com o botão esquerdo clique duas vezes em cima do arquivo “.QGZ” e aguarde sua inicialização. A seguir iremos navegar por portais presentes na web que fazem conexão direta com o QGIS, para que possamos aprender como adquirir fontes de dados para nossos projetos futuros.

1.2 – ACESSO AOS DADOS LIVRES DA INDE – INFRAESTRUTURA NACIONAL DE DADOS ESPACIAIS

Uma iniciativa que deve ser elogiada foi a organização e montagem da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE, instituída em 2008, onde podem ser encontradas bases de dados de vários temas e formatos (matriciais, vetoriais, dentre outros). Uma navegação pelo site já leva o leitor a querer gastar um tempo de pesquisa nesse portal de geosserviços devido ao manancial de dados disponíveis. Segue o link de acesso para o site: <https://inde.gov.br/>. No “Catálogo de Metadados” tem-se acesso por busca direta a arquivos *shapefile*, *kmz* e *Excel*.

Uma das grandes vantagens do QGIS também é integrar múltiplos formatos de arquivo em seu ambiente de análise e também acessar dados abertos disponíveis nas mais diversas fontes. Um outro modo de acesso se dá a partir de geosserviços em formatos estipulados pela OGC (Open Geospatial Consortium), sendo eles: I-) WMS (Web Map Service), II-) WFS (Web Feature Service) e, III-) WCS (Web Coverage Service). O OGC foi fundado em 1994 e desde sua origem até à atualidade, conta com uma extensa parceria com empresas, órgãos governamentais e universidades ao redor do mundo. Para mais

informações sobre os formatos que iremos estudar e manipular, acesse o portal, <https://www.ogc.org/>.

Em linhas gerais podemos definir o WMS (Web Map Service) como um arquivo que nos permite visualizar dados concernentes à uma informação no espaço geográfico em formato de imagem (JPEG, por exemplo). Por sua vez, o WFS (Web Feature Service) nos possibilita acessar feições (formato GML) numa dada área específica e adicioná-las a partir do servidor fonte. Por fim, temos o WCS (Web Coverage Service) onde podemos acessar fenômenos de frequência no espaço (dados *raster*, por exemplo).

A partir de uma URL iremos acessar os geosserviços dentro do QGIS. Para isso acesse o link a seguir, <https://www.inde.gov.br/CatalogoGeosservicos>. Note que entramos no catálogo oficial de geosserviços dos órgãos governamentais brasileiros a nível federal, estadual e municipal (FIGURA 20).

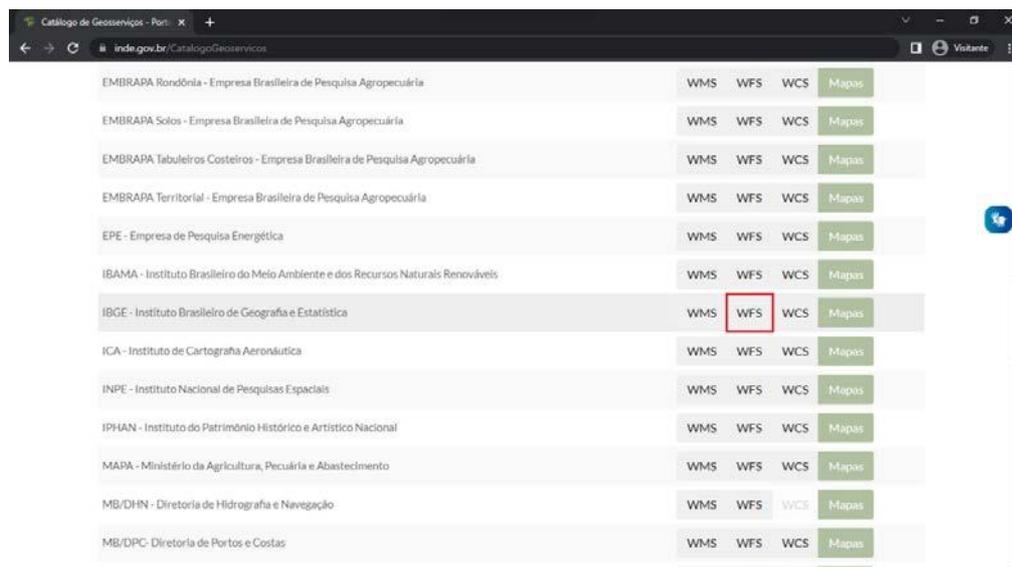
Figura 20 - Tela inicial do Catálogo de Geosserviços da INDE



Fonte: INDE (INFRAESTRUTURA NACIONAL DE DADOS ESPACIAIS, 2022).

Desça para o meio da página e confira a verdadeira miríade de órgãos governamentais, estaduais e municipais que nos fornecem acesso aos seus bancos de dados geográficos. Para fins de exemplificação, acessaremos o banco de dados do IBGE. Siga até onde o nome do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística se encontra e clique na segunda opção que aparece, correspondente à WFS (FIGURA 21).

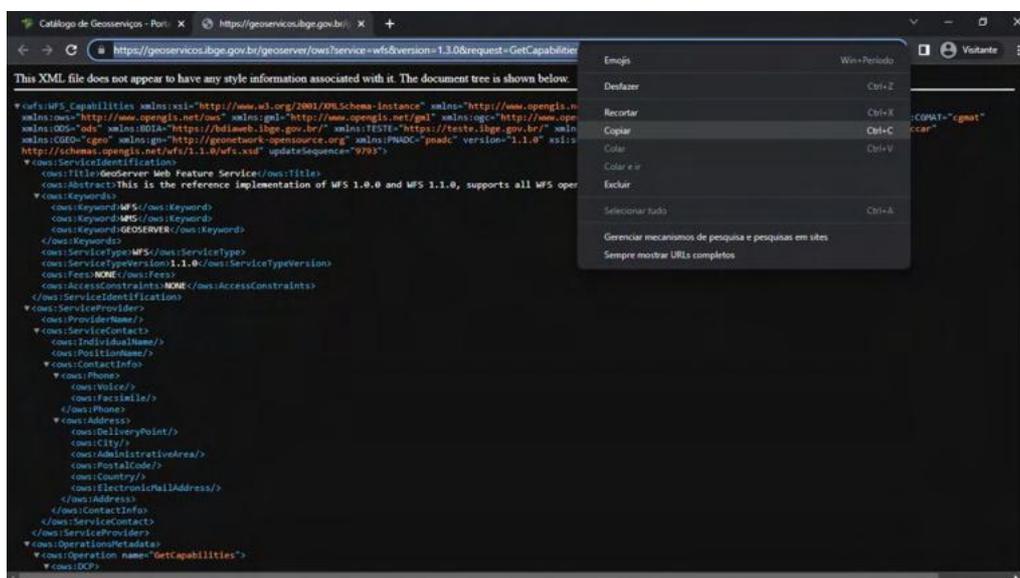
Figura 21 - Clique em WFS



Fonte: INDE (INFRAESTRUTURA NACIONAL DE DADOS ESPACIAIS, 2022).

Note que uma nova janela irá se abrir e nela você deve copiar o endereço que aparecer em seu navegador. Em seguida vá para o QGIS (FIGURA 22).

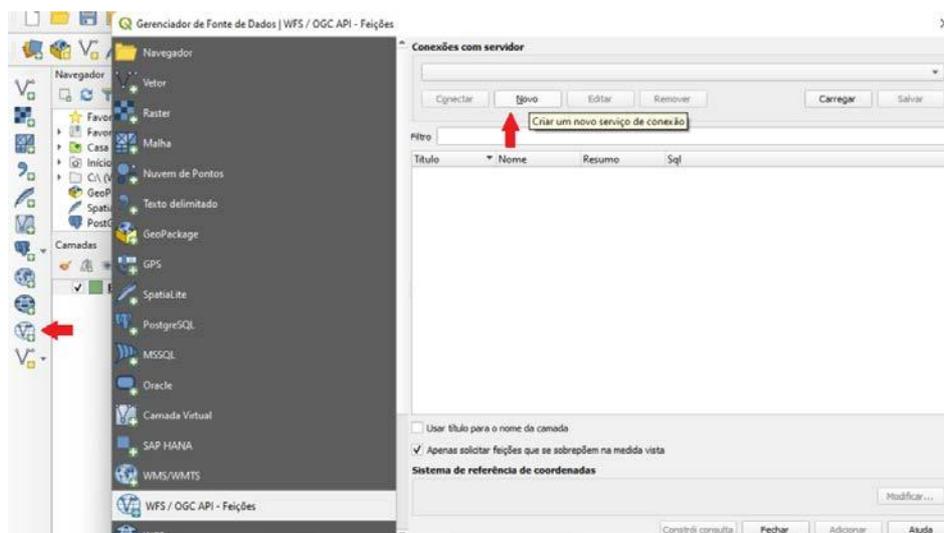
Figura 22 - Copie o link que aparece na nova aba



Fonte: INDE (INFRAESTRUTURA NACIONAL DE DADOS ESPACIAIS, 2022).

No ambiente do QGIS vá em “Gerenciar Camadas” acione a opção “Adicionar Camada WFS”, na janela que irá se abrir denominada “Gerenciador de Fonte de Dados” clique em “Novo” e então uma outra janela irá se abrir com o nome de “Criar uma Nova Conexão WFS”.

Figura 23 - Conectando banco de dados INDE no QGIS

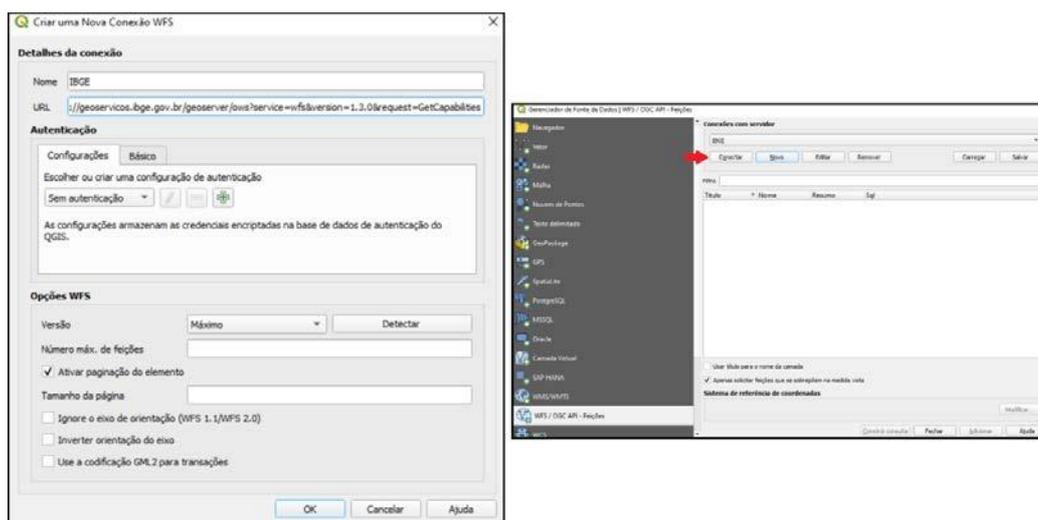


Fonte: NAGEA (2022).

Em "Detalhes da Conexão" no campo "Nome" coloque a palavra IBGE e em "URL" cole o link que copiou naquela página que se abriu a partir da base de geosserviços da INDE (<https://geoservicos.ibge.gov.br/geoserver/ows?service=wms&version=1.3.0&request=GetCapabilities>). Em seguida dê "OK" (FIGURA 24).

Repare que voltamos para a janela "Gerenciador de Fonte de Dados", clique em "Conectar". Aguarde até que toda base de dados referentes ao WFS esteja carregada. Ao término do carregamento uma série de arquivos estará disponível para nosso uso.

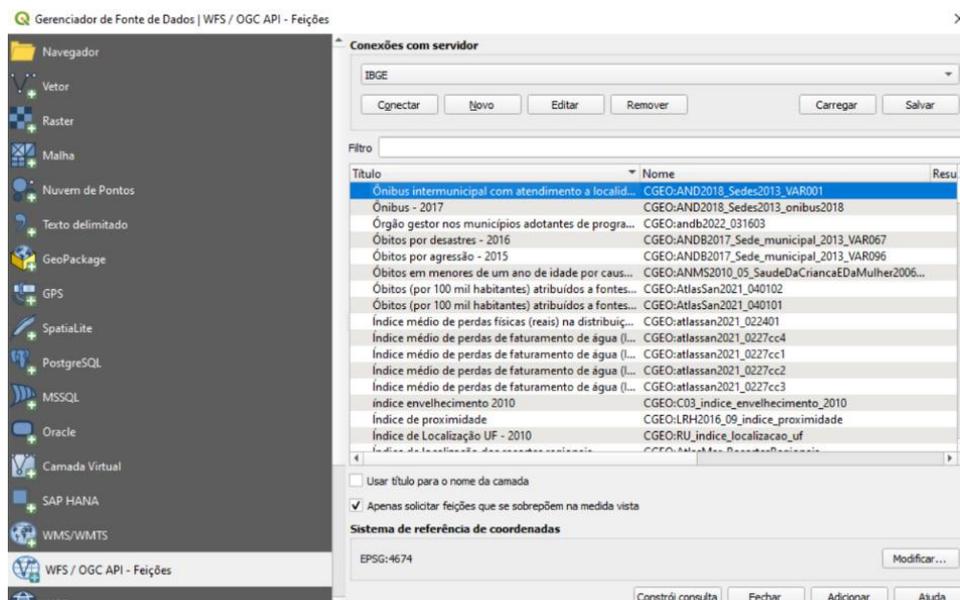
Figura 24 - Conectando banco de dados INDE no QGIS



Fonte: NAGEA (2022).

A seguinte tela deverá aparecer para você. Mostrando os dados do IBGE devidamente carregados para utilizarmos no ambiente do QGIS (FIGURA 25).

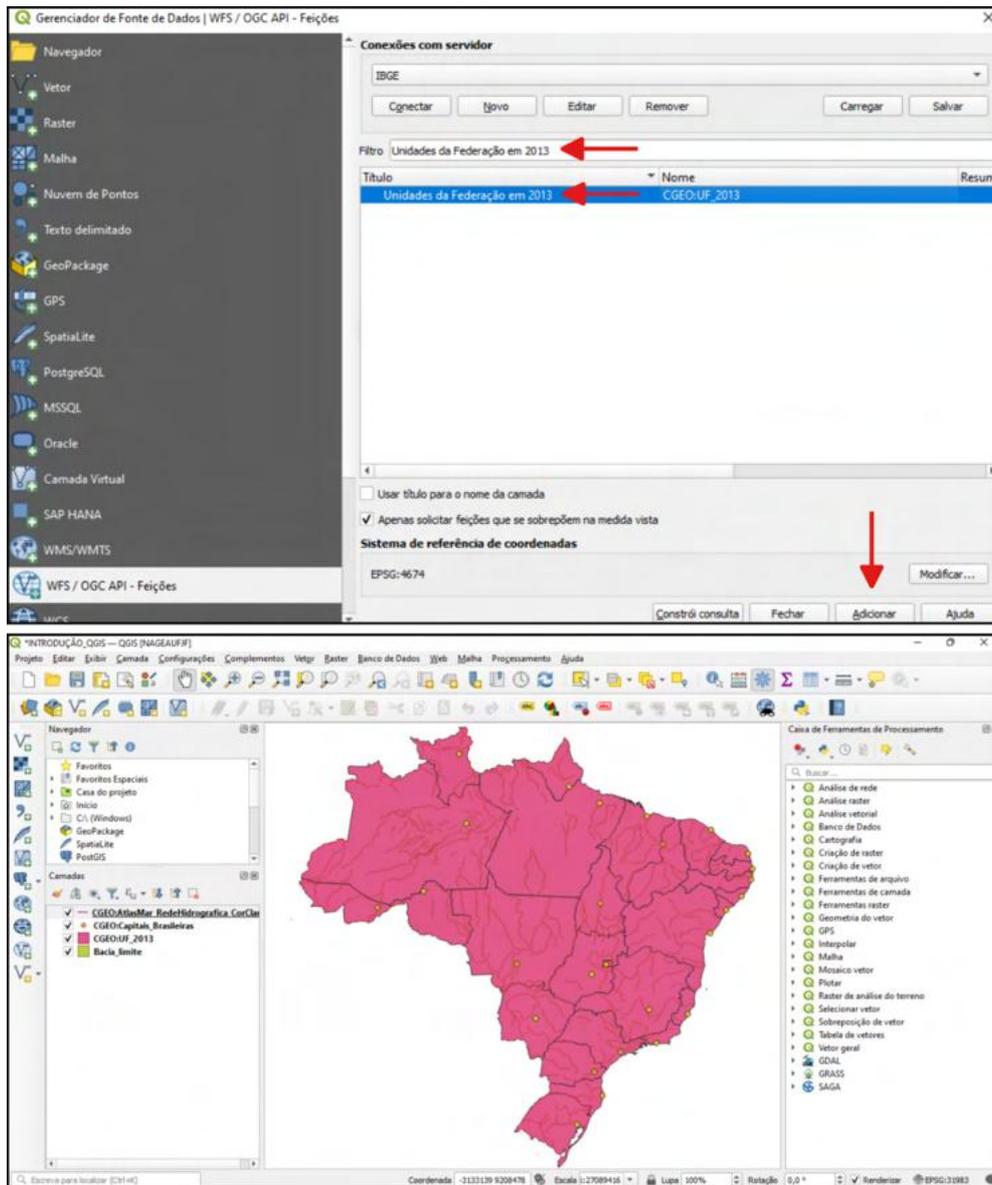
Figura 25 - Dados do IBGE devidamente carregados no QGIS



Fonte: NAGEA (2022).

Na opção de "Filtro" digite o nome "Unidades da Federação em 2013" e clique em "Adicionar". O próximo passo é procurar por "Capitais Brasileiras" e "Rede Hidrográfica" e em seguida, adicionar ambas as feições (FIGURA 26).

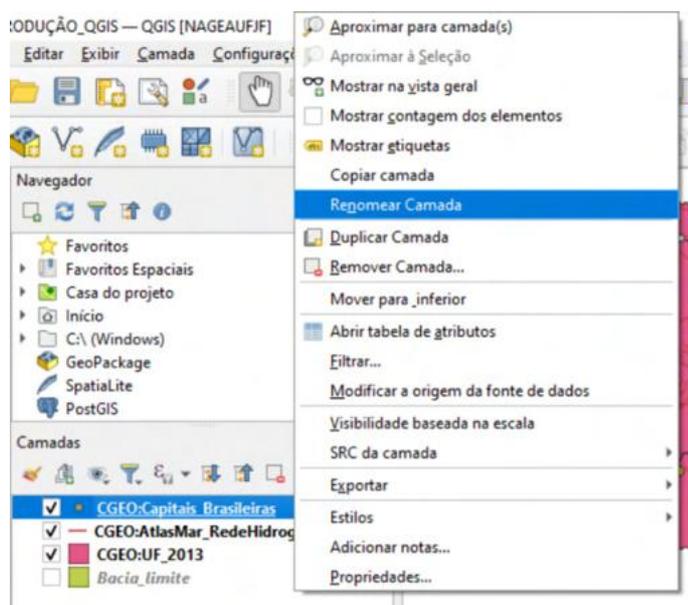
Figura 26 - Arquivos devidamente carregados



Fonte: NAGEA (2022).

Com os arquivos carregados iremos agora editar algumas configurações para que fiquem com um aspecto visual mais adequado. O primeiro arquivo será "Capitais Brasileiras", selecione esse dado e clique com o botão direito em cima dele (FIGURA 27).

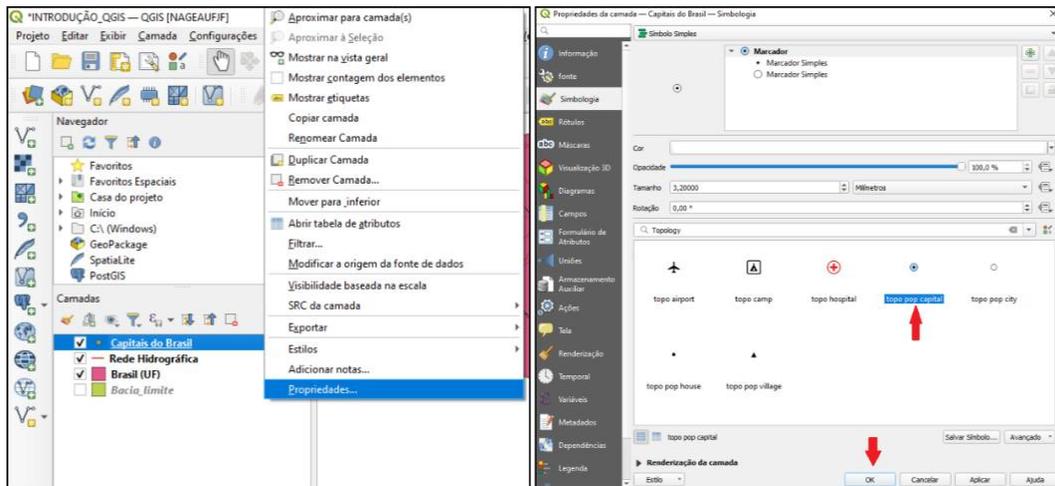
Figura 27 - Renomeando arquivos



Fonte: NAGEA (2022).

Vá para “Renomear Camada” e a denomine como, “Capitais do Brasil”. Faça o mesmo procedimento com os outros arquivos, dando os respectivos nomes: I-) “Rede Hidrográfica” e “Brasil (UF)”. Contudo, vale destacar o seguinte, tome cuidado ao nomear arquivos caso vá efetuar algum procedimento com eles ou exportá-los para outras máquinas, visto que nomes com espaçamento, acentuações e símbolos podem causar transtornos. Assim, é aconselhável nomear arquivos como, “REDE_HIDROGRAFICA”, ou seja, sem espaçamento e acentuação. Iremos agora mudar a simbologia dos vetores escolhidos. Iremos começar novamente pelo vetor de ponto, “Capitais do Brasil”. Clique novamente com o botão direito em cima dessa camada e agora vá para “Propriedades”, ao abrir essa nova janela busque por “Simbologia”. Dentro de “Simbologia” selecione uma das opções da aba “Topology” e dê “OK” (FIGURA 28).

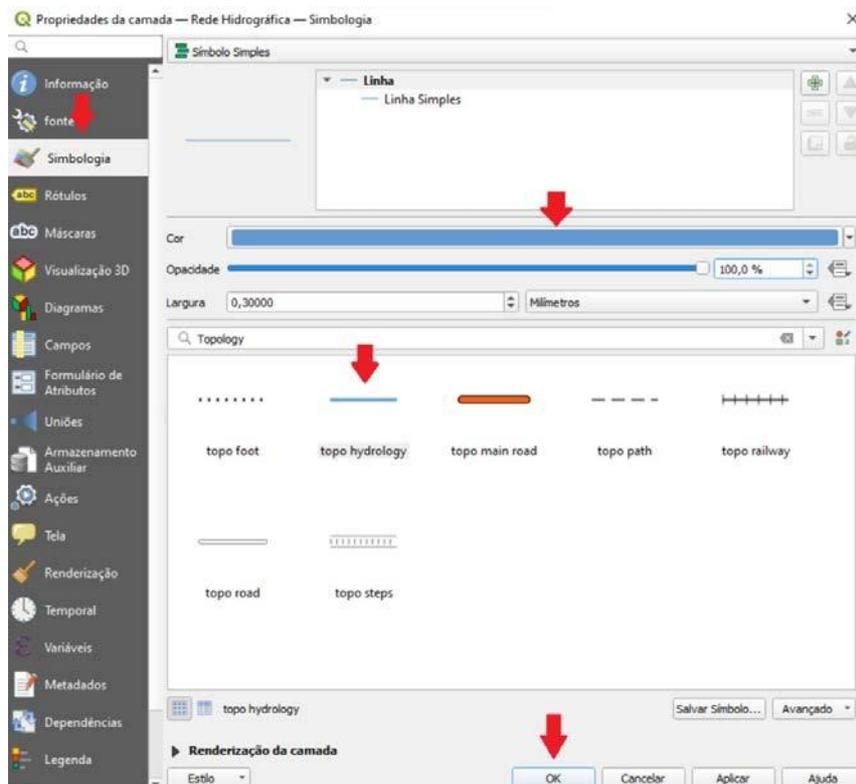
Figura 28 - Alterando Simbologia



Fonte: NAGEA (2022).

Vamos editar agora o arquivo da “Rede Hidrográfica”. Entre mais uma vez na “Simbologia” e de forma análoga ao arquivo das “Capitais do Brasil”, procure pela opção topológica referente à hidrografia. Pelos padrões cartográficos as cores da família do Azul são as mais indicadas para representar sistemas e feições fluviais. Mude a “Espessura” para “0,3” e por fim dê “OK” (FIGURA 29).

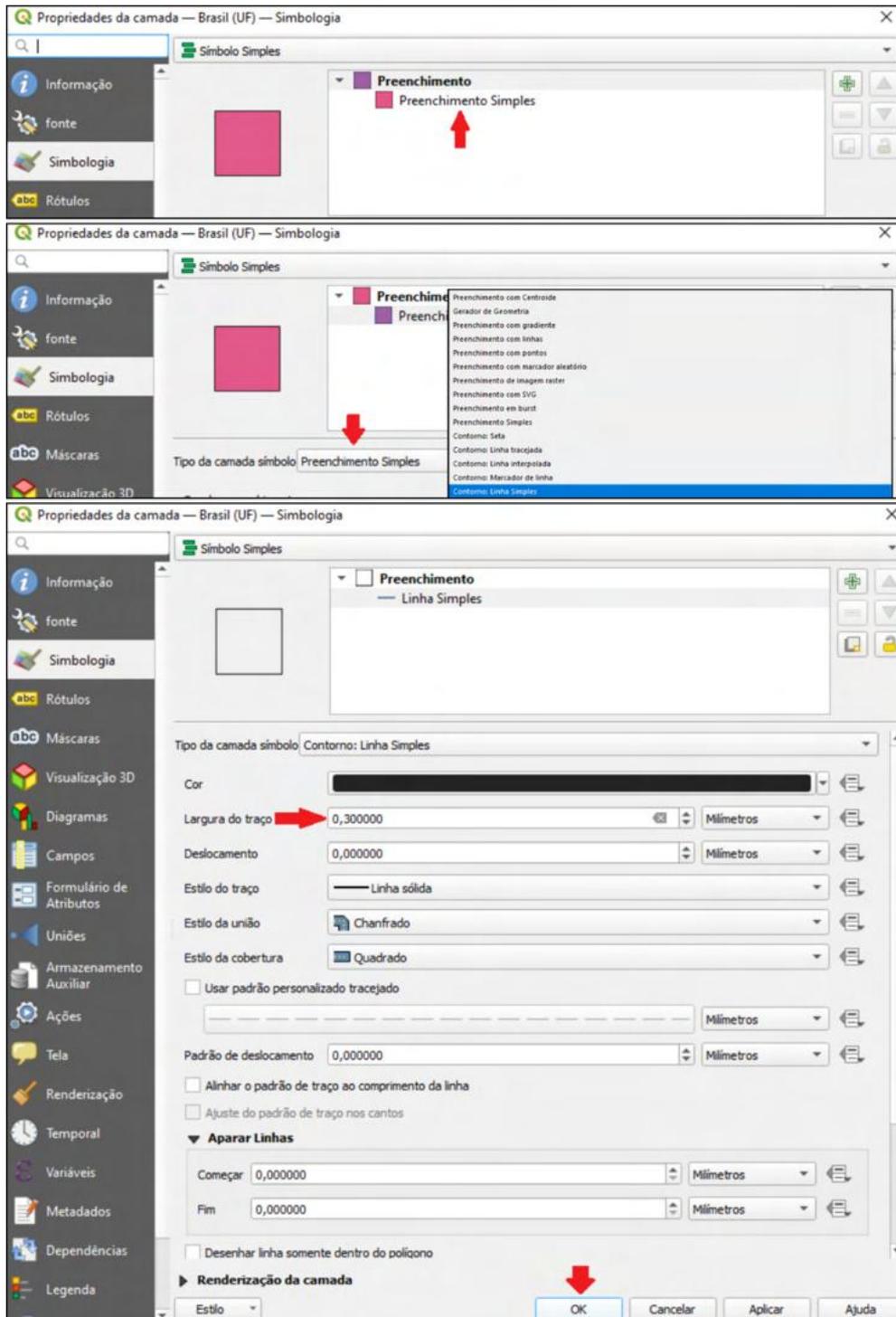
Figura 29 - Continuação das alterações da Simbologia



Fonte: NAGEA (2022).

Para finalizarmos essa parte, vamos apenas retirar o preenchimento de fundo do *shapefile* relacionado às Unidades da Federação do Brasil. Para isso vá para a simbologia desse arquivo e em "Tipo da camada símbolo" selecione "Linha Simples" e em "Largura do traço" deixe "0,3" (FIGURA 30).

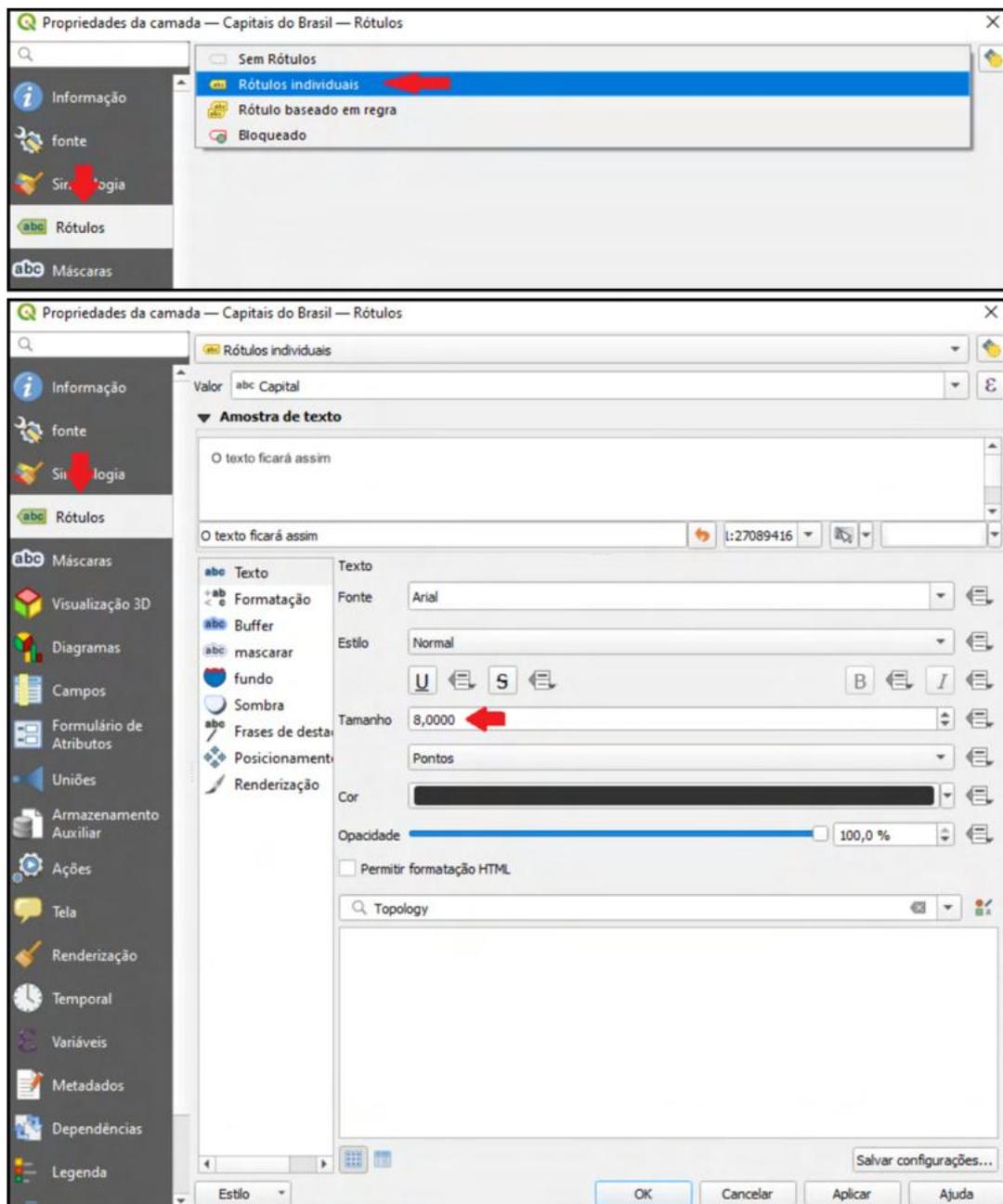
Figura 30 - Retirando preenchimento de fundo do vetor



Fonte: NAGEA (2022).

Vamos rotular a simbologia das “Capitais do Brasil” para fecharmos nossa edição. Retorne para a opção “Propriedades” e abaixo de “Simbologia” selecione “Rótulos”, em seguida “Rótulos Simples”. Em “Valor” busque por “Capital” e em “Texto” coloque o “Tamanho” de “8”.

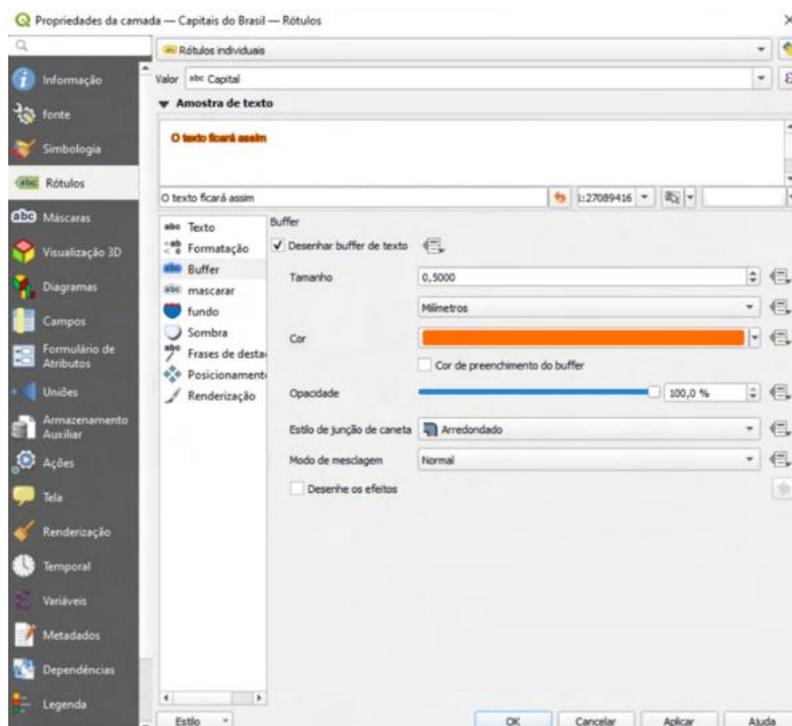
Figura 31 - Alteração de Rótulos



Fonte: NAGEA (2022).

Vá agora para “Buffer” e em “Tamanho” deixe “0,5” e para terminar mude a opção “Cor” com uma de sua preferência e dê “OK” (FIGURA 32).

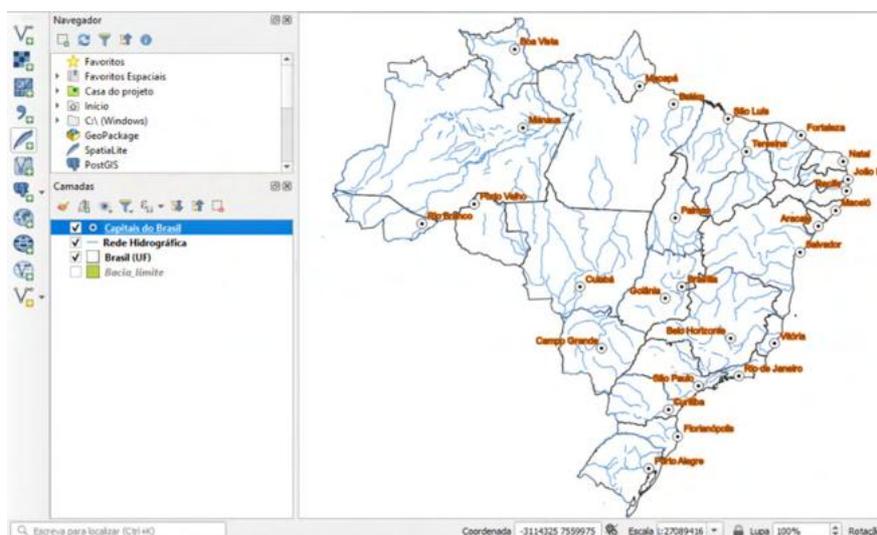
Figura 32 - Colocando sombra no Rótulo



Fonte: NAGEA (2022).

Ao fim de todas essas edições certifique-se que sua tela esteja parecida com a Figura 33. Deixamos assim para incentivar em você a curiosidade de explorar outras formas temáticas de representação. Refaça novamente as edições e tente mudar as cores, por exemplo. Iremos agora aprender como inserir Mapas Bases a partir do *plugin*, "QuickMapServices". Antes salve o projeto e nomeie como "Base de Dados".

Figura 33 - Edições iniciais concluídas



Fonte: NAGEA (2022).

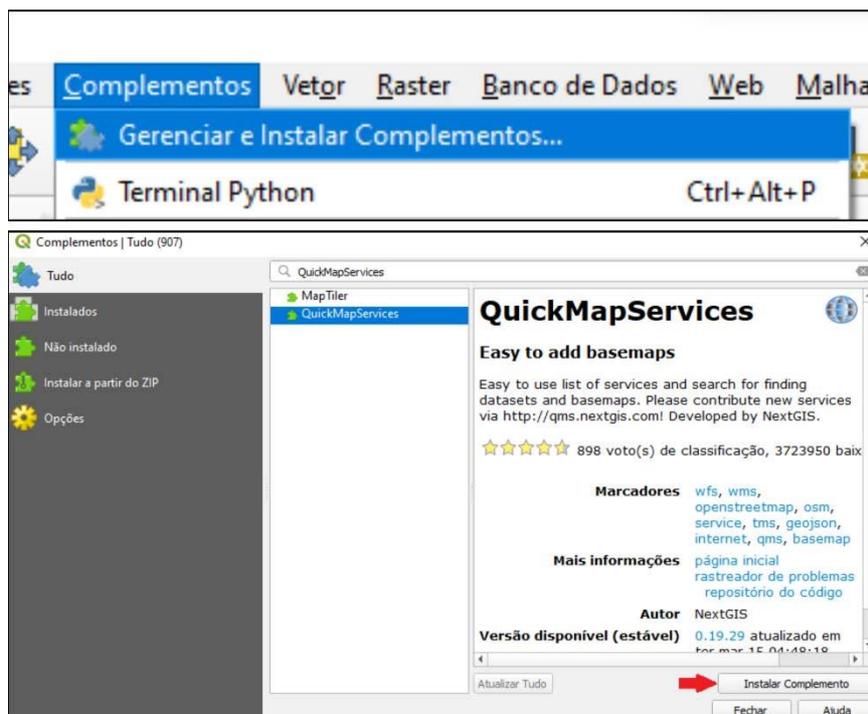
1.3. IMAGENS DE SATÉLITES GRATUITAS DO QUICKMAPSERVICES

Agora iremos aprender como inserir uma série de imagens que o QGIS fornece para seus utilizadores. A título de exemplo podemos citar, o OpenStreetMaps, World Imagery (ESRI), ArcBruTile – BING (Microsoft), Google, Wase etc. Vale salientar também que existe uma infinidade de outras bases de dados que podemos explorar dentro do próprio QGIS. Para acessar as imagens usaremos o *plugin*, QuickMapServices.

Nesse *plugin*, poderemos não apenas ter as imagens referenciadas acima, mas a um acervo profícuo de dados *raster*. Isto posto, sigam as instruções:

- I-) vamos na opção de complementos do QGIS e digitar na seção de busca, o nome QuickMapServices;
- II-) clique para instalar o programa;
- III-) por fim certifique-se que o *plugin* foi instalado corretamente indo em “Web” e procurando por “QuickMapServices” (FIGURA 34).

Figura 34 - Instalando o *plugin* QuickMapServices

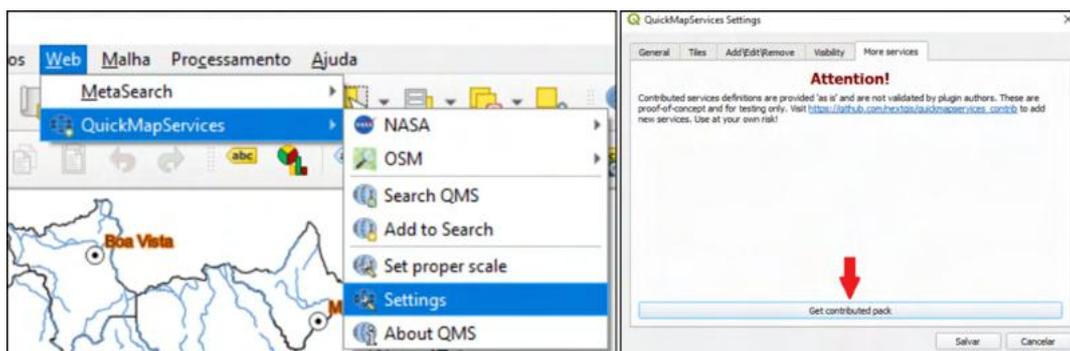


Fonte: NAGEA (2022).

Com o complemento devidamente instalado iremos agora fazer uma configuração básica para que o acesso ao acervo de imagens do complemento esteja contemplado em sua totalidade. Clique em “Web”, “QuickMapServices” e “Settings”.

Uma nova janela irá se abrir e nela iremos na opção “More Services”, após fazer isso acione a opção “Get Contributed Pack”. Acompanhe o passo a passo na Figura 35.

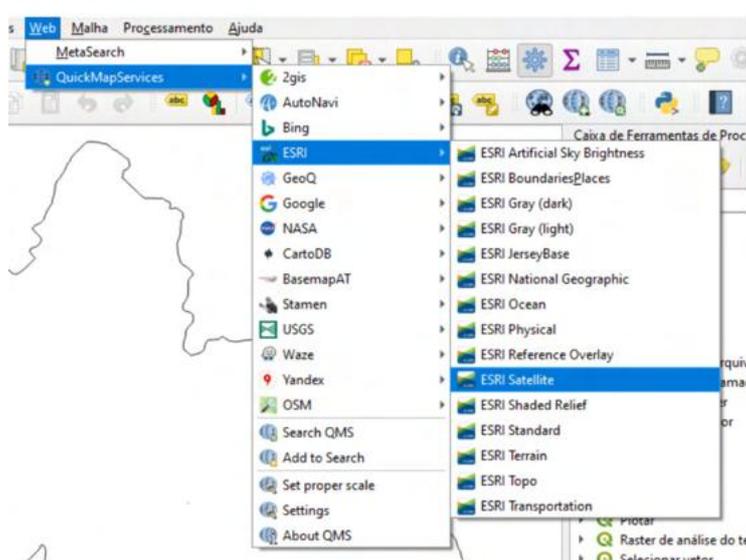
Figura 35 - Habilitando o “Get contributed pack”



Fonte: NAGEA (2022).

Agora que configuramos adequadamente o complemento QuickMapServices, iremos adicionar nosso arquivo vetor e colocar uma imagem de fundo. O arquivo *shapefile* que iremos adicionar é o referente à Bacia do São Pedro, tal como já demonstramos anteriormente. Feito isso, retire o preenchimento de fundo como fizemos no primeiro momento da aula com o *shapefile* de estados do Brasil. Com o arquivo adicionado siga as seguintes instruções para colocarmos imagens de satélites gratuitas ao fundo de nossa tela de edição, para que assim, possamos ver atributos da paisagem ao longo do contorno da bacia hidrográfica em tela: I-) "Web", "QuickMapServices", II-) "ESRI" e "ESRI Satellite", III-) Selecione "ESRI Satellite" (FIGURA 36).

Figura 36 - Habilitando imagens de satélites no QuickMapServices



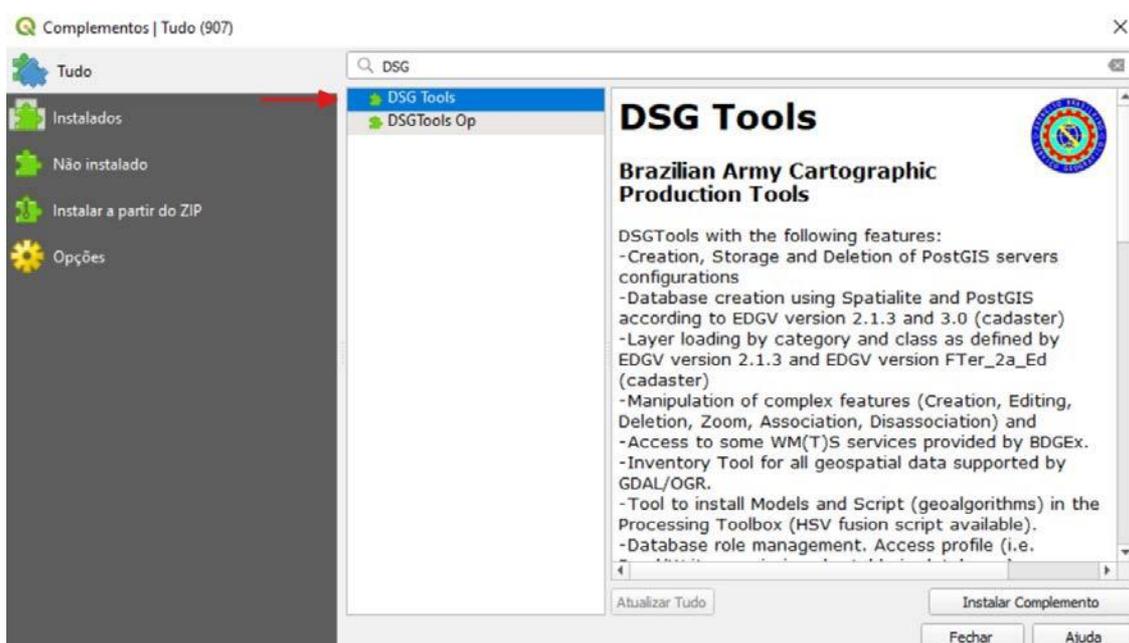
Fonte: NAGEA (2022).

Iremos fazer o mesmo procedimento com as imagens do Google e Bing Maps. Incentivamos que você explore esse complemento no futuro, afinal, ele tem uma série de mapas base que podem ser úteis aos seus trabalhos acadêmicos.

1.4. MOSAICOS DE CARTAS TOPOGRÁFICAS NO PLUGIN DSG TOOLS

O Sistema Cartográfico Nacional – SCN é de responsabilidade do IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; DSG – Diretoria de Serviço Geográfico – Exército; DHN – Diretoria de Hidrografia e Navegação – Marinha; e ICA – Instituto de Cartografia Aeronáutica – Aeronáutica. O IBGE e a DSG são responsáveis pelo mapeamento do território nacional por meio do Mapeamento Sistemático do Brasil que utiliza as projeções Cônica e UTM em escalas que variam de 1:1.000.000 a 1:25.000. O *plugin* DSG Tools trabalha com o mosaico multiescala e mosaico das cartas topográficas na Projeção UTM de 1:250.000 a 1:25.000. Essas cartas são produtos obtidos por aerofotogrametria e restituição fotogramétrica entre 1960 e 1970, constituindo bases necessárias para iniciar qualquer pesquisa no território brasileiro. A Figura 37 ilustra o procedimento para instalar esse *plugin*.

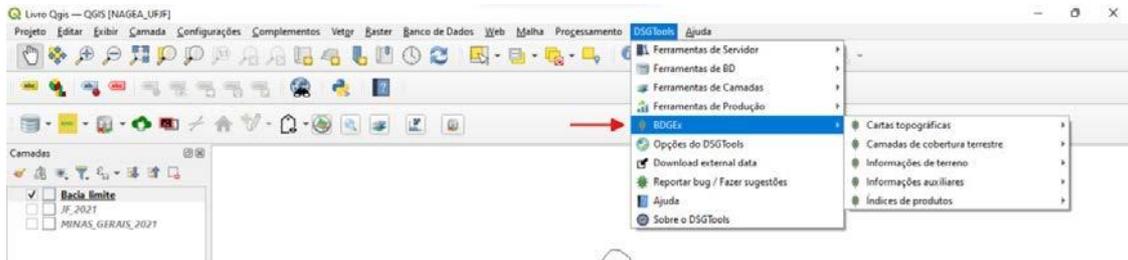
Figura 37 - Instalando o *plugin* DSG Tools



Fonte: NAGEA (2022).

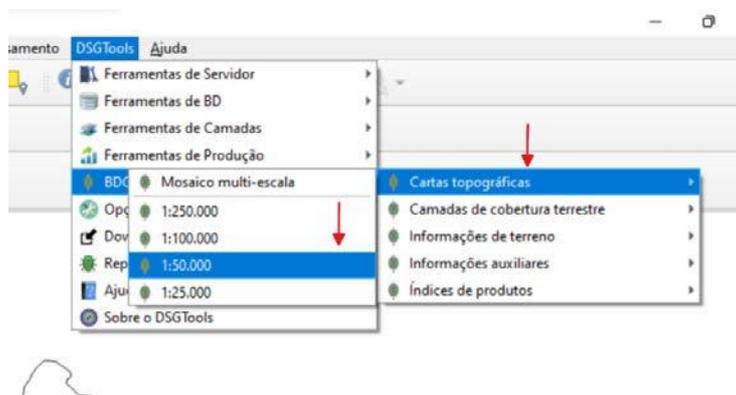
Nas figura 38, 39 e 40 acessamos as cartas topográficas com destaque para as escalas de 1:50.000 e 1:25.000. A riqueza de informações contidas nestes documentos é impressionante!

Figura 38 - Acessando o menu BDGEx



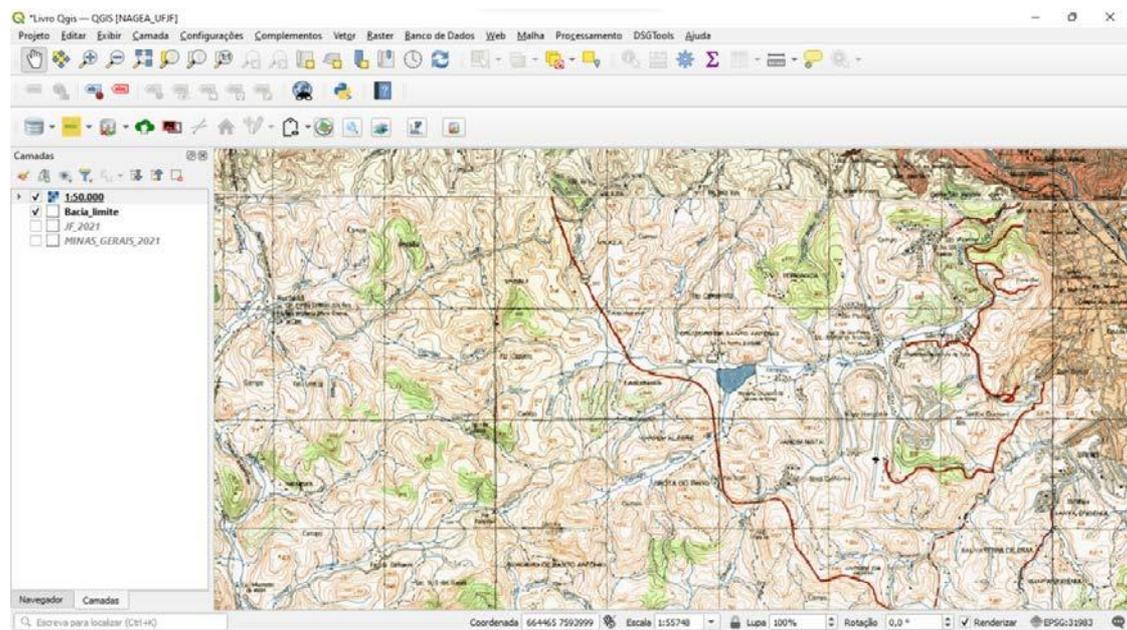
Fonte: NAGEA (2022).

Figura 39 - Acessando a carta topográfica na escala de 1:50.000



Fonte: NAGEA (2022).

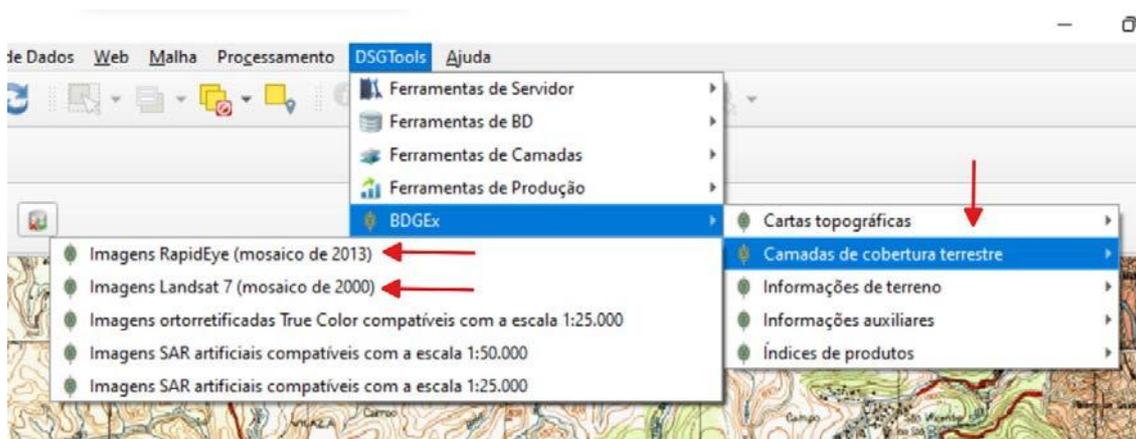
Figura 40 - Conteúdo da carta topográfica de Matias Barbosa que contém a Represa de São Pedro na escala de 1:50.000



Fonte: NAGEA (2022).

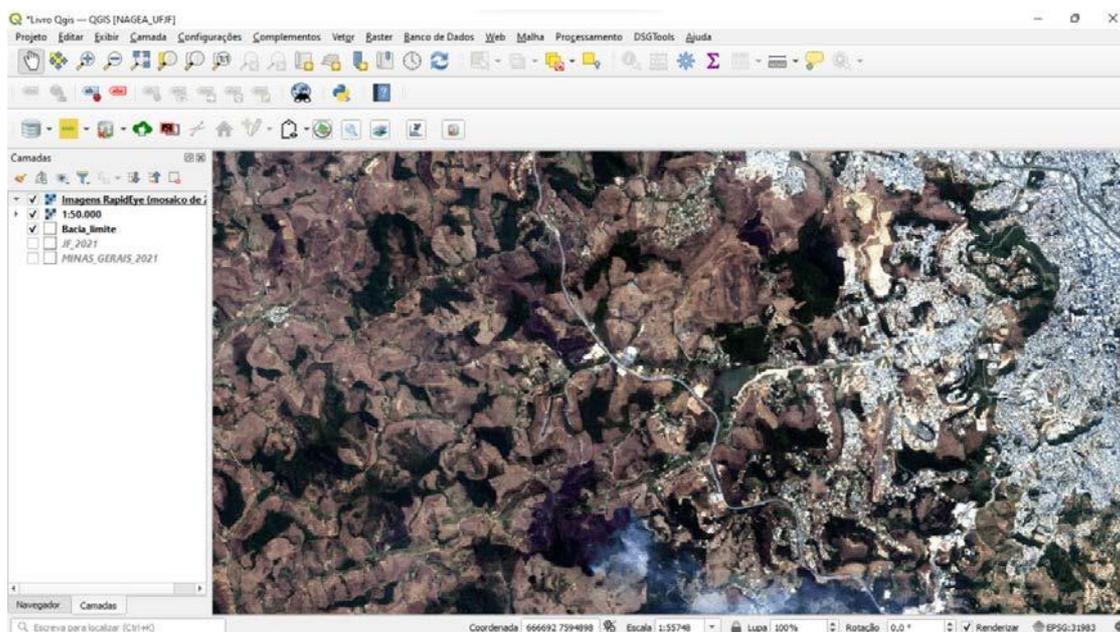
Nas figuras 41 e 42 acessamos mosaicos de imagens Landsat 7 de 2000 (pixel de 15 a 30m) e do RapidEye de 2013 (pixel de 5m) que também permite comparações sobre a evolução do uso e cobertura da terra na sua área de pesquisa. Compare também com as cartas topográficas da década de 60 e já terá uma noção das alterações espaciais. As imagens do RapidEye também são utilizadas para o CAR – Cadastro Ambiental Rural que está previsto como regularização ambiental na Lei Federal nº 12.651/2012 conhecida como Código Florestal Brasileiro.

Figura 41 - Acessando o mosaico de imagens RapidEye de 2013



Fonte: NAGEA (2022).

Figura 42 - Conteúdo do mosaico de imagens RapidEye de 2013



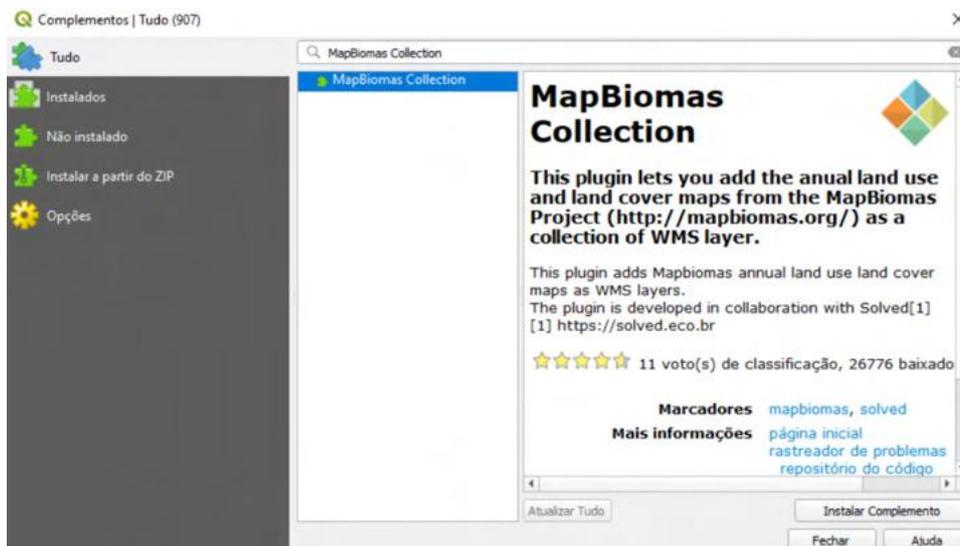
Fonte: NAGEA (2022).

1.5. CARTAS DE USO DA TERRA DO PROJETO MAPBIOMAS DESDE 1985

O MapBiomias nasce a partir de um seminário de Sensoriamento Remoto em 2015, onde alguns dos pesquisadores naquele evento resolveram desenvolver mapas anuais sobre o uso do solo no Brasil. O projeto conta com uma extensiva rede multidisciplinar de profissionais. Sob a licença Creative Commons todos os dados do MapBiomias são de livre acesso para o público. No ano de 2020 o Brasil apresentou queimadas que danificaram extensas porções de terra ao longo do território nacional. Nossos biomas, ricos em biodiversidade e cruciais para um meio ambiente equilibrado e sustentável, sofrem diversos tipos de degradação e uso predatório. O desmatamento ilegal também foi executado em larga escala pelo Brasil. Os dados do MapBiomias foram utilizados de forma extensiva para avaliar estes e outros fenômenos, provando que são cruciais para entendermos a evolução do uso do solo no país.

Com isso, sintam-se motivado(a) a percorrer sua área de estudo e utilizar essa riquíssima ferramenta disponível no QGIS. Desenvolvido pelo pesquisador Luiz Motta, o *plugin* “MapBiomias Collection” está disponível nas versões mais recentes do *software*. Vamos habilitá-la. Em “Complementos” e “Gerenciar e instalar complementos” vá para a janela de busca e procure por “MapBiomias Collection” e instale essa ferramenta (FIGURA 43).

Figura 43 - Habilitando o *plugin* MapBiomias Collection

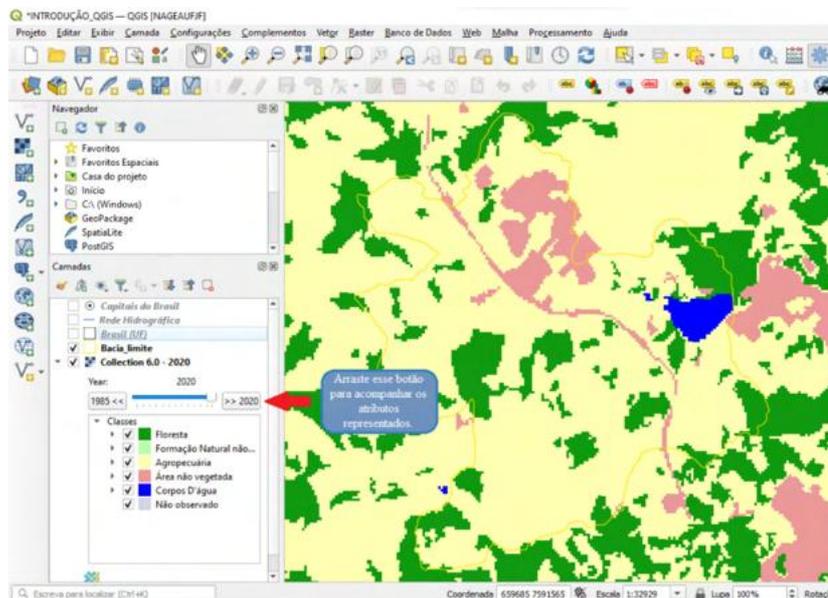


Fonte: NAGEA (2022).

Procure pelo ícone  e clique sobre ele. Note que em “Camadas” o “MapBiomiasCollection” estará habilitado. Arraste a régua cronológica para entender como os atributos representados se distribuem ao longo do ano de 1985 até 2021 (FIGURA 44). Para informações mais detalhadas sobre o projeto MapBiomias, que também é conhecido como “Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil”

acesse, <https://mapbiomas.org/>. Recomendamos também que visite o canal do YouTube referente ao projeto, <https://www.youtube.com/channel/UCYXyUt65lI43fvpeEJTmXZQ>.

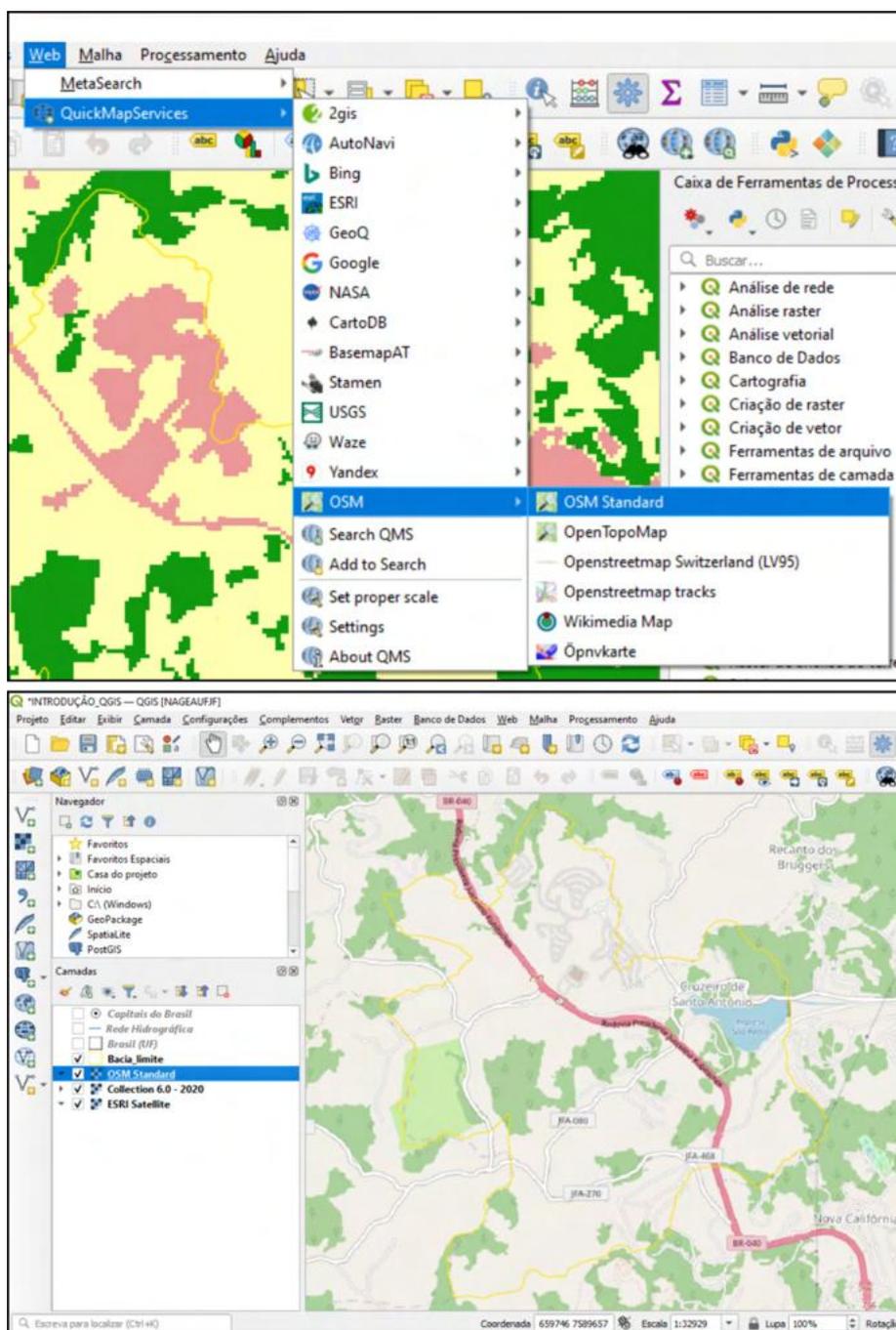
Figura 44 - Manipulando os dados do MapBiomas Collection



Fonte: NAGEA (2022).

Agora volte até o *plugin* "QuickMapServices" siga até "OSM" e procure pela opção "Standard", clique em cima para habilitar (FIGURA 45). Veja se os atributos do Uso do Solo na bacia são análogos em alguns pontos específicos entre esses dois dados matriciais.

Figura 45 - Selecionando OSM Standard



Fonte: NAGEA (2022).

Agora temos duas informações de extrema utilidade para análises espaciais iniciais. Explore-as dentro da área de estudo de seu interesse e veja como o acesso aos dados livres ofertados pelo QGIS podem ser de grande utilidade em nossos trabalhos.

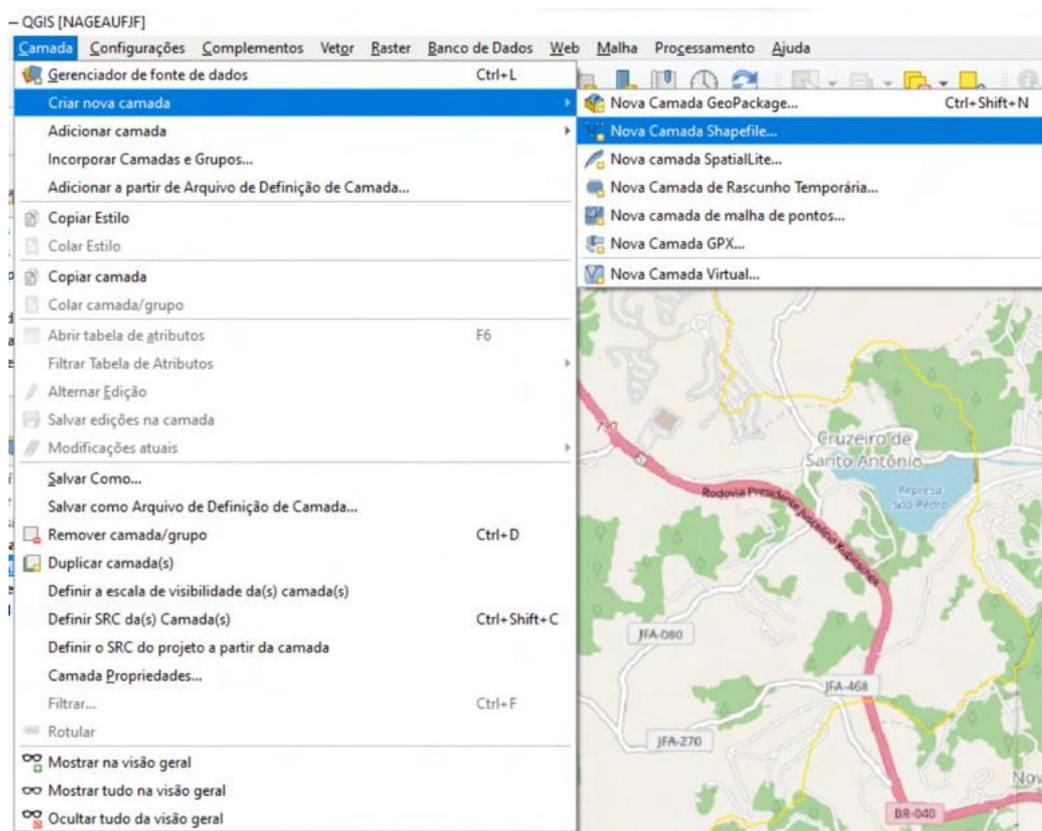
1.6. CRIAÇÃO E EDIÇÃO DE SHAPEFILES E GEOPACKAGE

Na estrutura vetorial precisamos abstrair o mundo real para as primitivas topológicas de ponto, linha e área/polígono. No QGIS existem um tipo de arquivo que pode conter todas essas camadas mais os arquivos matriciais conhecidos por, Geopackage, que em princípio é similar a um banco de dados.

1.6.1 CRIAÇÃO E EDIÇÃO DE SHAPEFILES

O formato *shapefile* desenvolvido pela ESRI (Environmental Systems Research Institute) é um arquivo proprietário desta empresa, porém, é amplamente usado pela comunidade de Geotecnologias. Vamos iniciar criando três tipos de *shapefiles* nos formatos mais usuais, que são, I-) ponto, II-) linha e, III-) polígono. Existem duas maneiras básicas de criar um *shapefile*, vamos começar pela primeira. Vá em “Camada”, “Criar nova camada” e “Nova Camada Shapefile” (FIGURA 46).

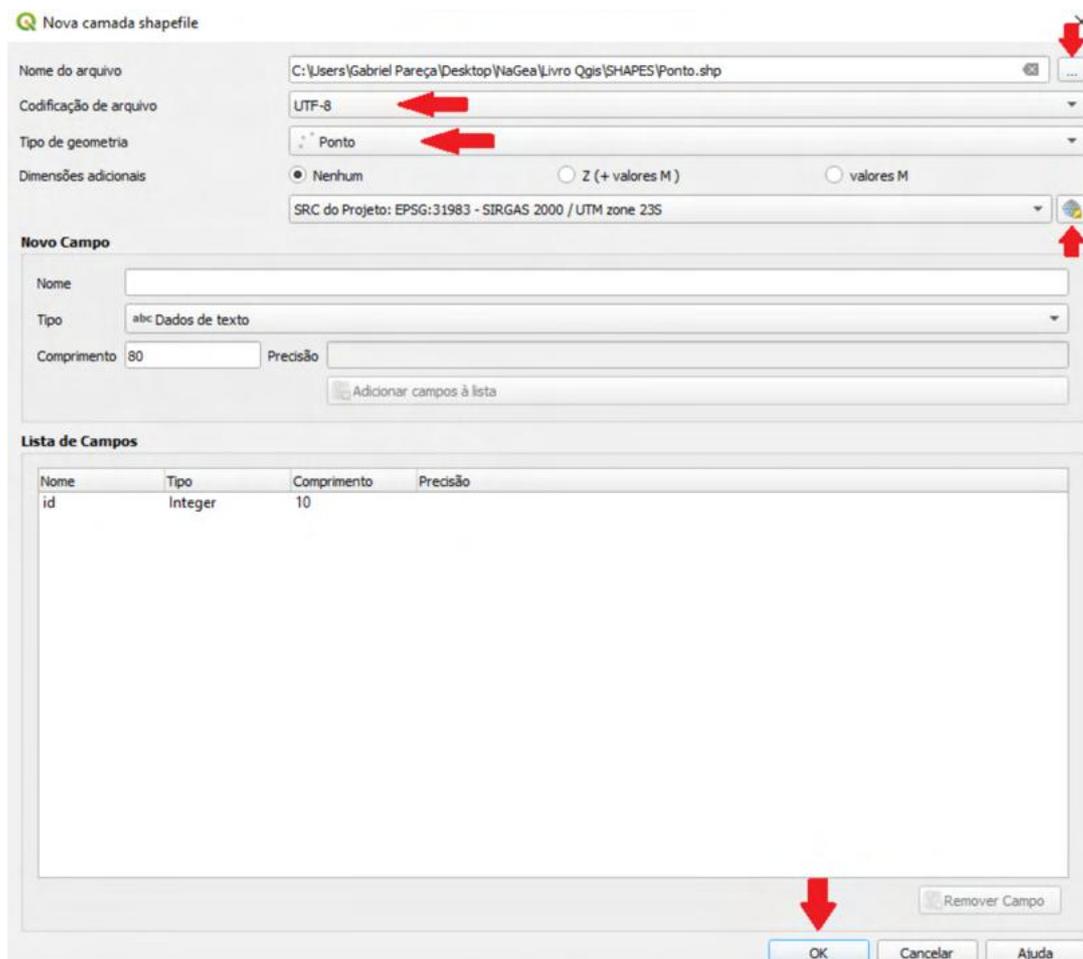
Figura 46 - Criando *shapefile*



Fonte: NAGEA (2022).

Uma nova janela irá abrir (FIGURA 47). Em “Nome do Arquivo” dê o nome de “Ponto” e escolha a pasta onde o arquivo será salvo. Em “Tipo de Geometria” deixe selecionado a opção padrão que se refere ao formato que vamos fazer primeiro, que é justamente um vetor de ponto. Certifique-se que o SRC esteja corretamente selecionado, no caso do nosso exemplo, é o “Sirgas 2000/UTM zone 23 S”. Por fim, dê “OK”.

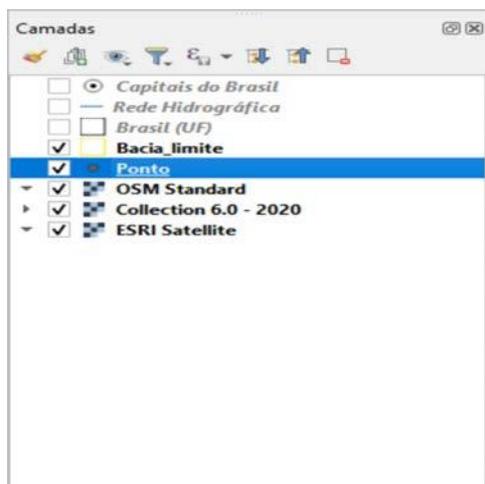
Figura 47 - Finalizando a criação do *shapefile*, clique em "OK"



Fonte: NAGEA (2022).

Veja que um novo arquivo foi criado e automaticamente adicionado em "Camadas" (FIGURA 48).

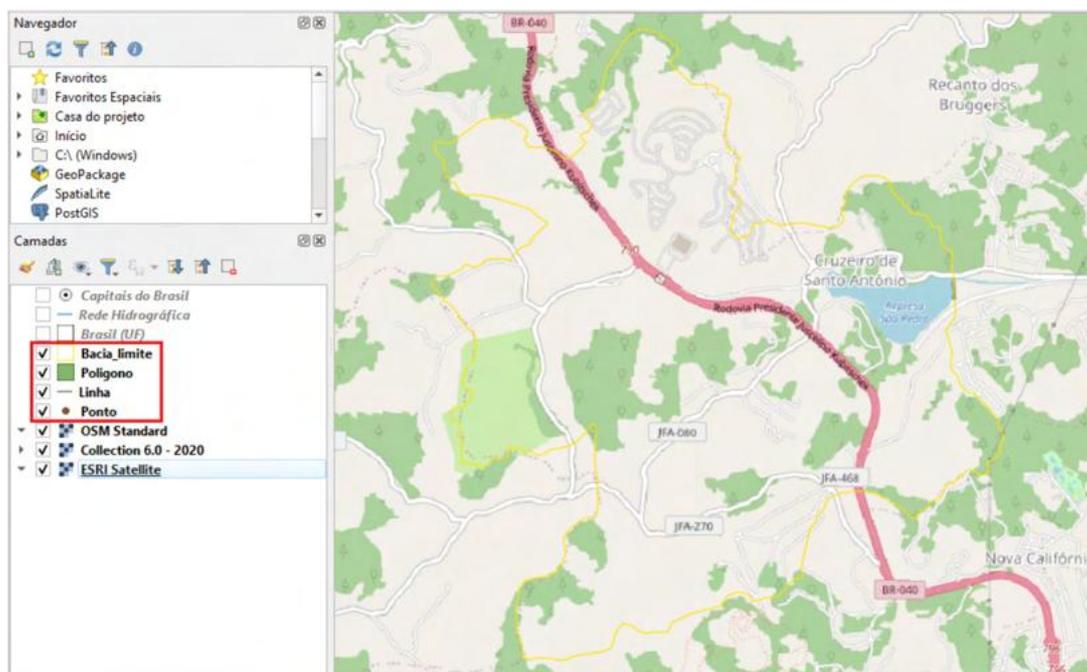
Figura 48 - *Shapefile* criado



Fonte: NAGEA (2022).

Repetiremos todo esse processo para criar mais dois *shapefiles* com as geometrias, I-) Linha e II-) Polígono. Com a criação dos três formatos básicos de *shapefiles* podemos iniciar a edição destes arquivos, mas antes, certifique-se que os vetores estejam devidamente criados, como mostra a Figura 49. Escolha feições de interesse (ponto, linha ou polígono) e utilizando as ferramentas de edição, crie geometrias para elas. Por exemplo: pontos podem representar postes, árvores ou edificações (cartas do IBGE de 1:50.000); as linhas podem representar hidrografia, estradas, linhas de transmissão de energia; polígonos representam áreas fechadas como fragmentos de mata, uma quadra, um lote, uma área construída. Não esqueça de manter a conectividade nas feições lineares e de fechar as áreas nas feições de polígonos. Essa topologia é importante nas análises espaciais.

Figura 49 - Linha, ponto e polígono, gerados



Fonte: NAGEA (2022).

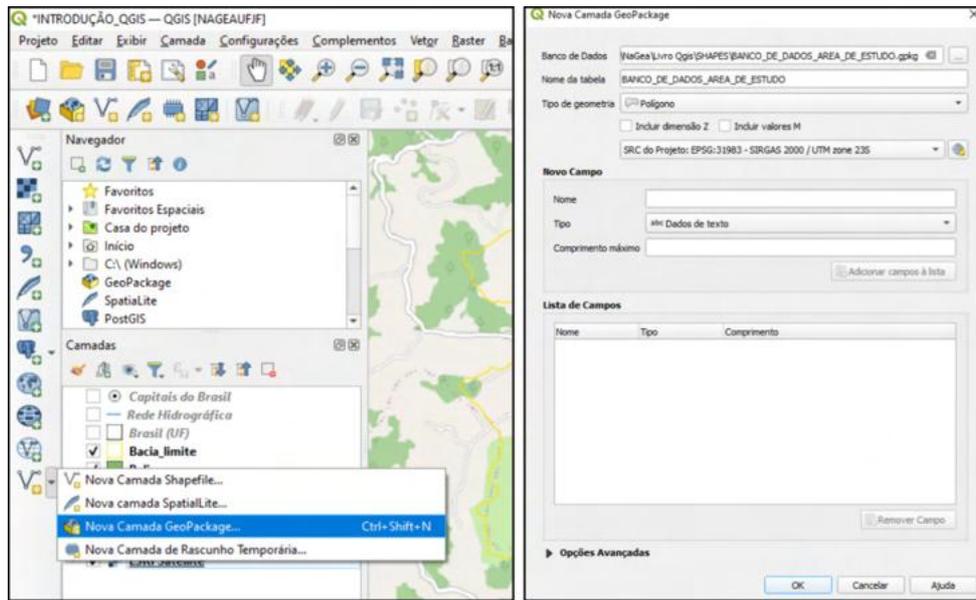
Mude as configurações padrões desses vetores alterando sua simbologia e tamanho, ou se preferir, pode deixar no padrão ao qual foram gerados. Preencha com os conteúdos de cada primitiva topológica e salve. Exemplo: postes ou árvores podem ser pontos; vias e hidrografia assumem a forma de linhas; quadras, matas e lagos, polígonos. Dependendo da aplicação, um rio pode se tornar um polígono para receber intervenções como dragagem, por exemplo.

1.6.2 CRIAÇÃO E EDIÇÃO DE GEOPACKAGE

O formato Geopackage foi desenvolvido no ano de 2014, pela "Open Geoespacial Consortium", conhecida pela sigla "OGC". Seu intuito é futuramente substituir o formato .shp (*shapefile*), ainda muito utilizado pela comunidade em Geotecnologias. A extensão do Geopackage é o formato ".gpkg" e na prática é possível armazenar tabelas, arquivos matriciais e vetoriais, metadados, dentre outros, no banco de dados do arquivo, que é composto por um SQLite (Base de Dados Relacional e de Código Aberto).

É possível que você tenha muitos arquivos no seu projeto e os adicione em um novo Geopackage, porém, vamos focar aqui na criação de um Geopackage sem nenhum arquivo e então iremos alimentá-lo para se tornar um banco de dados para nossos projetos. Para criar um Geopackage siga os passos a seguir, I-) vá em "Gerenciar Camada", II-) e clique em "Nova Camada Geopackage" e preencha os dados tal como demonstrado abaixo (FIGURA 50).

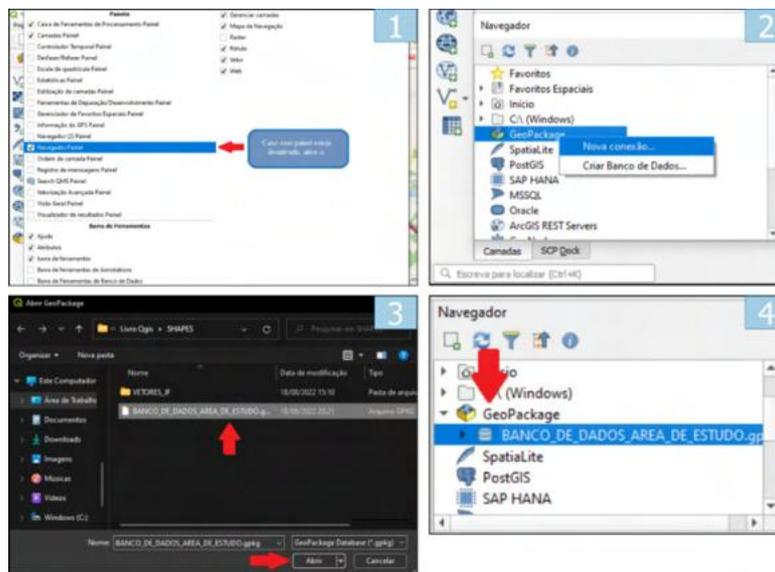
Figura 50 - Criação do Geopackage



Fonte: NAGEA (2022).

Com o Geopackage devidamente criado, podemos ir alimentando o arquivo com os dados que já desenvolvemos acima (formatos vetoriais; ponto, linha e polígono). Mas antes, devemos conectar o novo Geopackage para que possamos adicionar os dados de nosso interesse. Veja o passo a passo abaixo (FIGURA 51).

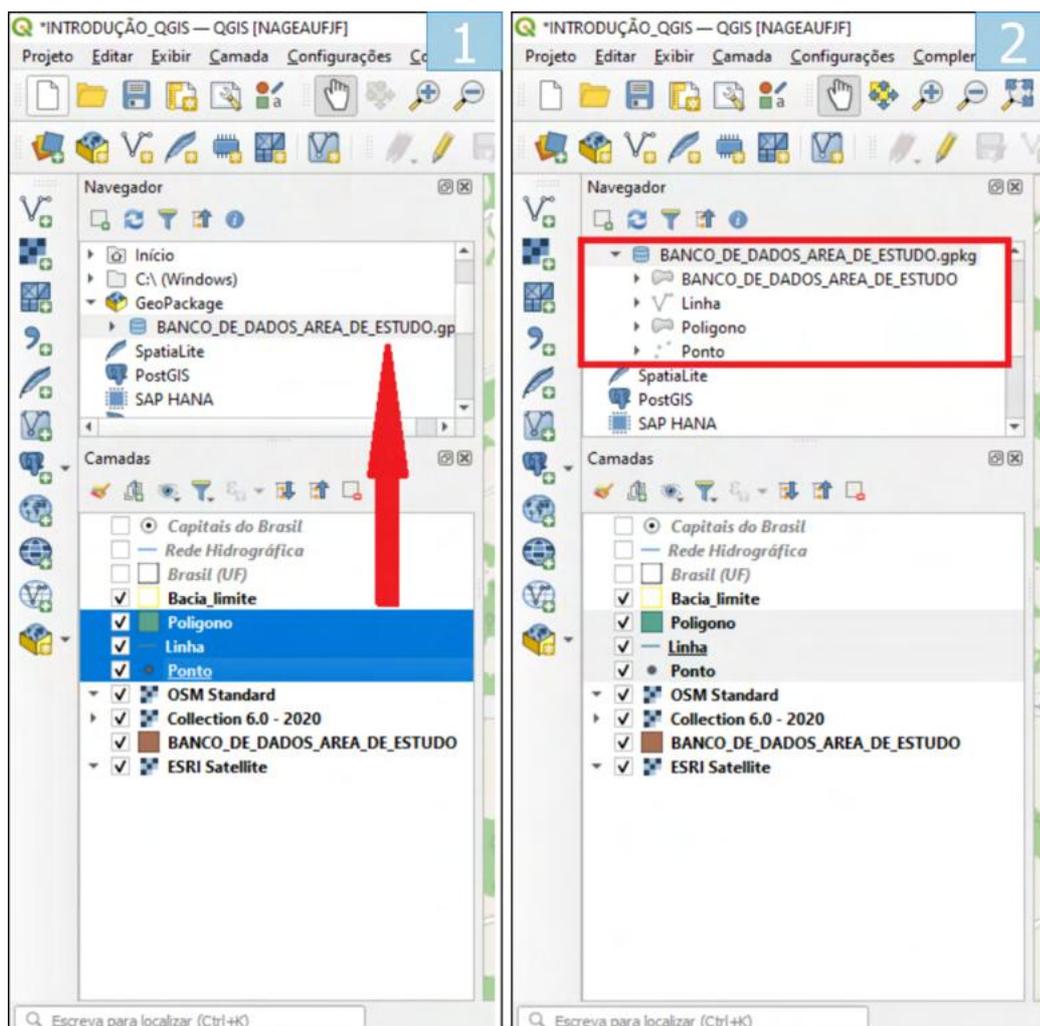
Figura 51 - Criação do Geopackage efetuada



Fonte: NAGEA (2022).

Após conectar o arquivo Geopackage que acabou de criar com o seu projeto, você terá criado um banco de dados no formato Geopackage com êxito. Agora podemos adicionar as camadas que criamos no seu interior, assim como as camadas que iremos criar futuramente. Existem diversas formas de adicionar dados no Geopackage, vamos demonstrar a mais rápida por praticidade, mas incentivamos que você procure por si mesmo outras maneiras de fazer esse procedimento. Acompanhe a seguir (FIGURA 52).

Figura 52 - Adição de dados no Geopackage



Fonte: NAGEA (2022).

CAPÍTULO 2

LAYOUT, CARTA ÍNDICE, GEORREFERENCIAMENTO E MANIPULAÇÃO DE CARTAS RASTER E VETORIAIS NO QGIS

*Gabriel Pareça⁵
Johnny de Souza Dias⁶
César Henrique Barra Rocha⁷*

Neste capítulo iremos ver como manipular os arquivos gerados no ambiente principal de edição do QGIS e, a partir da escolha e configuração de um *layout*, representá-los como produtos cartográficos de nossa área de estudo.

2.1 CARTA ÍNDICE E COMPOSITOR DE LAYOUT NO QGIS

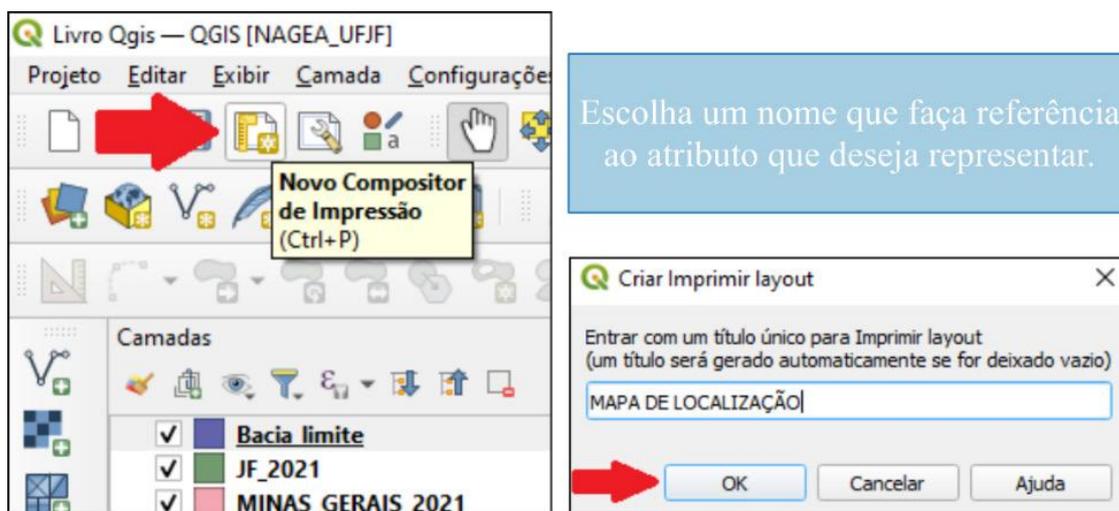
Agora iremos dar nossos primeiros passos na composição do *Layout* de Impressão no ambiente QGIS. Iremos introduzir alguns conceitos básicos de operações introdutórias para que você seja incentivado a buscar mais opções de ferramentas posteriormente. Dito isto, clique em “Novo Compositor de Impressão” e em “Criar título de Imprimir *Layout*” dê um nome de sua preferência para iniciarmos as edições básicas na nova janela que irá se abrir (FIGURA 53).

5 Gabriel Pareça – Graduando em Geografia pela UFJF. E-mail: parecagabriel@gmail.com

6 Johnny de Souza Dias – Geógrafo e Mestrando em Geografia pela UFJF. E-mail: johnny_s.dias@hotmail.com

7 César Henrique Barra Rocha - Professor Titular da UFJF. E-mail: cesar.barra@ufjf.br

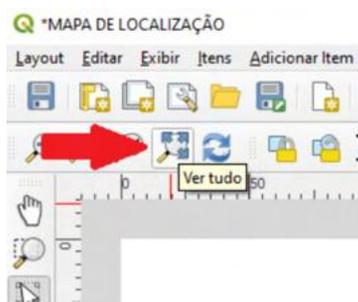
Figura 53 - Habilitando o Compositor de *Layout*



Fonte: NAGEA (2022).

Note que uma nova janela se apresenta e a partir dela poderemos inserir os elementos que queremos representar, clique em “Ver tudo” para que possamos enquadrar melhor nossa folha de edição (FIGURA 54). No site, <https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#homepage>, os usuários poderão encontrar *shapefiles* para utilizar nas cartas índices e demais outras aplicações.

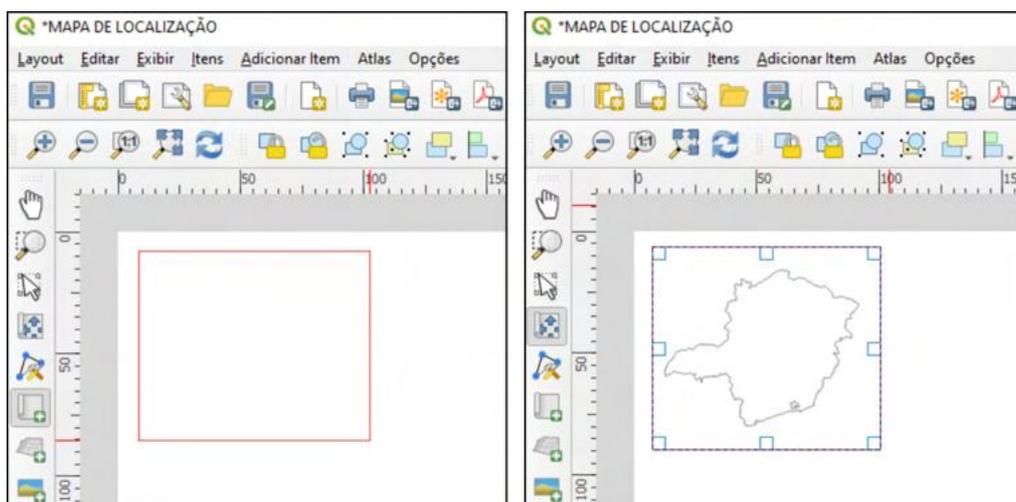
Figura 54 - Clique em “Ver tudo” para ajustar o enquadramento da folha



Fonte: NAGEA (2022).

Na barra lateral esquerda que se apresenta, clique no botão “Adicionar um novo Mapa ao compositor”. Selecione a cruz no canto superior esquerdo da página e pressione o botão esquerdo do mouse para que um retângulo envolvente comece a ser desenhado. Desenhe o retângulo na proporção de um pequeno encarte. Escolha o lado superior esquerdo para iniciar seu desenho e solte quando o tamanho estiver aprazível (FIGURA 55).

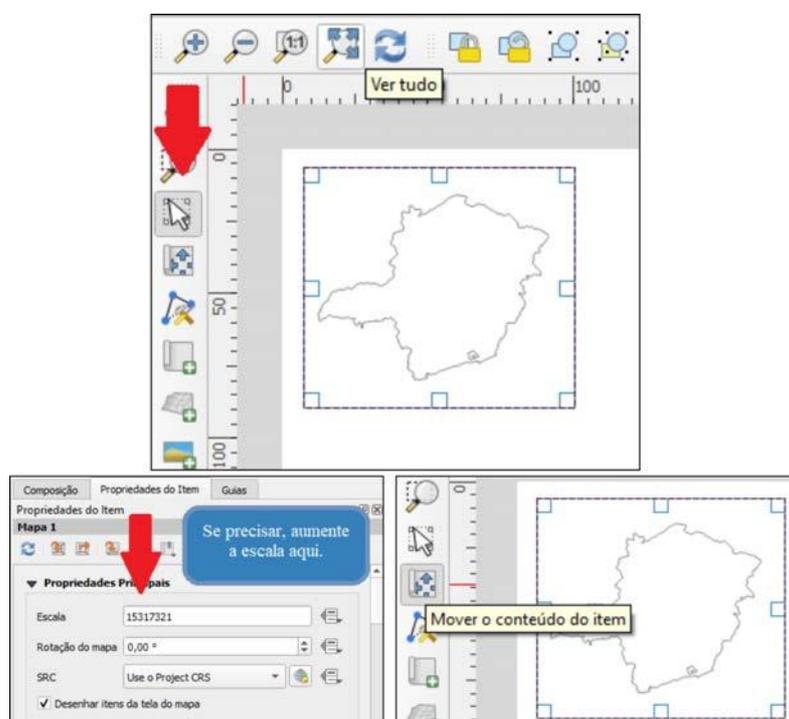
Figura 55 - Inserindo a primeira figura



Fonte: NAGEA (2022).

Com o *Layout* devidamente adicionado vamos enquadrá-lo. Para isso clique no ícone de “Selecionar/mover item” e aproxime do *layout* com o scroll do mouse. Caso sua figura não esteja adequada ao mapa vá na ferramenta “Mover o conteúdo do item” e, similar à primeira opção de seleção, ajuste a imagem movendo-a com o botão esquerdo do mouse para os lados, ou também, com o scroll do mouse aproxime ou distancie sua figura até que o enquadramento esteja completo.

Figura 56 - Ajustando a primeira figura

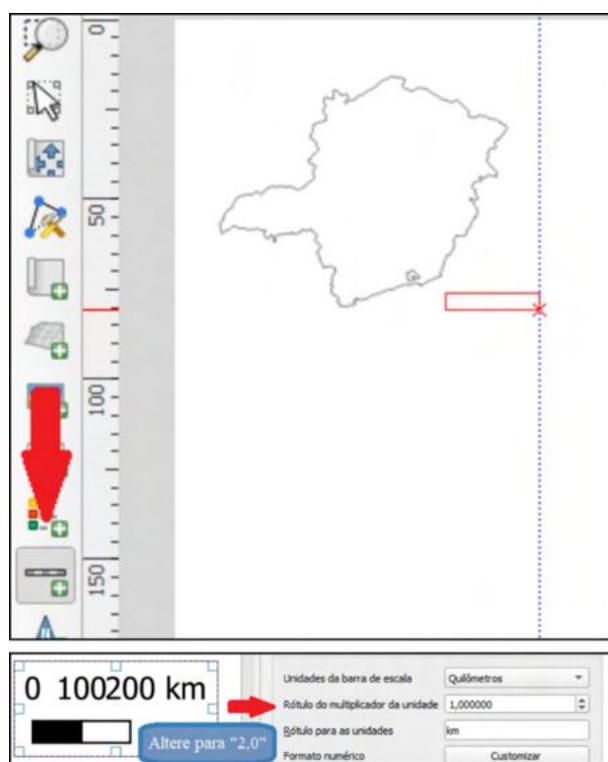


Fonte: NAGEA (2022).

Entre os atributos básicos de um mapa, a barra de escala é crucial, mesmo desenvolvendo mapas para o público em geral devemos ter o cuidado de não esquecer este importante atributo cartográfico. Sendo assim, siga novamente para a barra esquerda lateral de nossa página note que entre as figuras representativas que ali se encontram temos justamente a imagem de uma barra de escala.

Clique sobre a opção “Adicionar Barra de Escala” e, em seguida, arraste para baixo da figura dentro do *layout* e solte, a barra será gerada automaticamente (FIGURA 57). Note que as unidades numéricas vêm “coladas” umas nas outras vá em “Rótulo do multiplicador da unidade” e avance um número adiante (por exemplo, se tem “1,0” aumente para “2,0”).

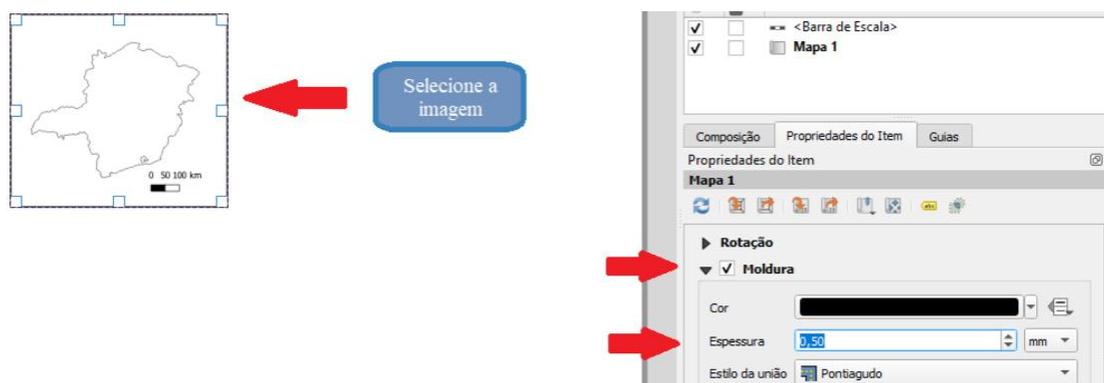
Figura 57 - Adicionando a Barra de Escala



Fonte: NAGEA (2022).

Ao fazer essa operação note que sua Barra de Escala estará com enquadramento melhor. Explore as outras opções presentes nas propriedades desse item. Você poderá alterar o tamanho, número de casas decimais, dentre outras operações. Agora vamos colocar uma moldura ao redor da figura que estamos trabalhando. Para isso, selecione a figura e em “Propriedade do Item” do Mapa 1 role a barra direita lateral até a opção “Moldura”. Selecione a caixa em branco e em “Espessura” coloque o valor “0,5”. (FIGURA 58).

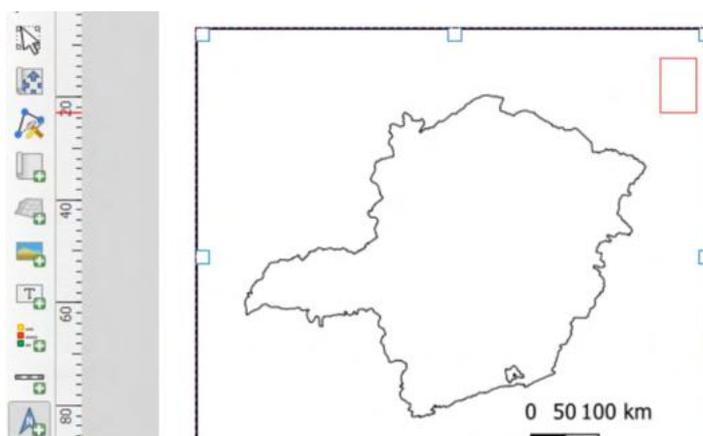
Figura 58 - Inserindo Moldura



Fonte: NAGEA (2022).

O próximo passo é a inserção da Seta Norte, outro item fundamental para a composição de produtos cartográficos. Siga até a barra lateral esquerda, procure pelo ícone da seta e o acione. Em seguida, desenhe um retângulo na parte superior direita do Mapa 1 e solte para que a imagem apareça (FIGURA 59).

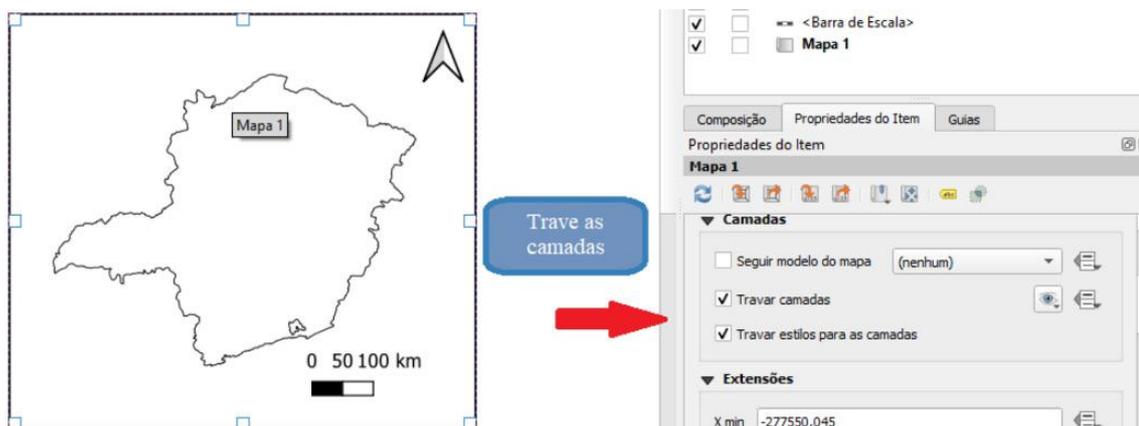
Figura 59 - Inserindo Seta Norte



Fonte: NAGEA (2022).

Para finalizar essa parte vamos nos assegurar que as alterações que fizemos não sejam desajustadas ou alteradas. Para isso vá para as propriedades do Mapa 1 e na opção "Camadas", marque as respectivas janelas, "Travar Camadas" e "Travar estilos para as camadas" (FIGURA 60).

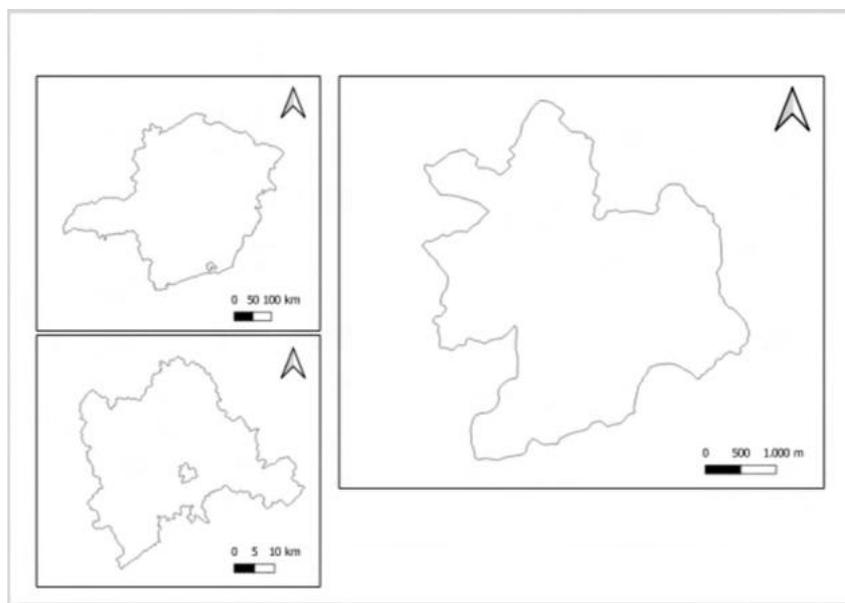
Figura 60 - Finalizando as edições do Mapa 1



Fonte: NAGEA (2022).

Nesse exemplo, faremos esse mesmo processo para duas novas molduras, uma para o Mapa 2, no qual apenas o município de Juiz de Fora (MG) aparecerá, e outra para o mapa 3, cujo encarte terá a Bacia de Contribuição do Córrego São Pedro como desenho principal. Neles faremos as mesmas alterações que fizemos no Mapa 1. Você pode alterar os contornos e as cores dos *shapefiles*, fique à vontade para fazer isto. No fim de suas edições, certifique-se de que sua página de exibição esteja similar à Figura 61.

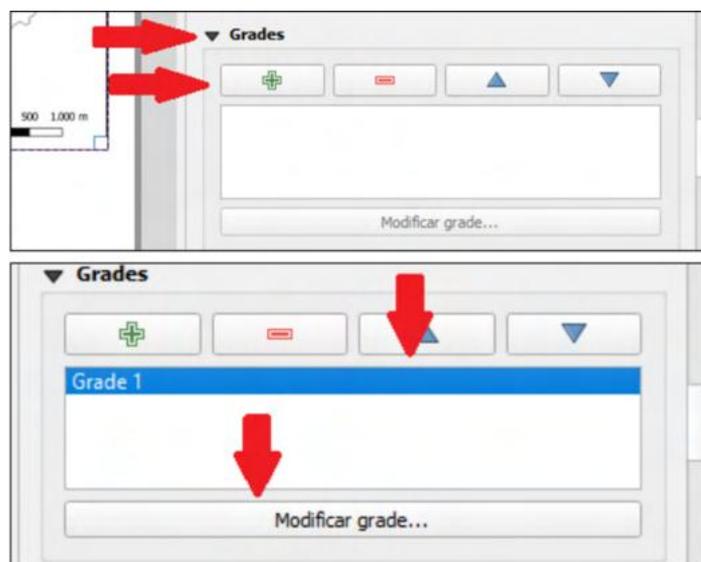
Figura 61 - Inserção do Mapa 1 e Mapa 2



Fonte: NAGEA (2022).

Iremos inserir agora a Grade de Coordenadas outro passo importante e fundamental para a composição de um produto cartográfico padrão. Em Mapa 3 vá para "Grade" e clique na primeira opção, "Adicionar uma nova grade". Em seguida vá para "Grade 1" e "Modificar grade..." (FIGURA 62).

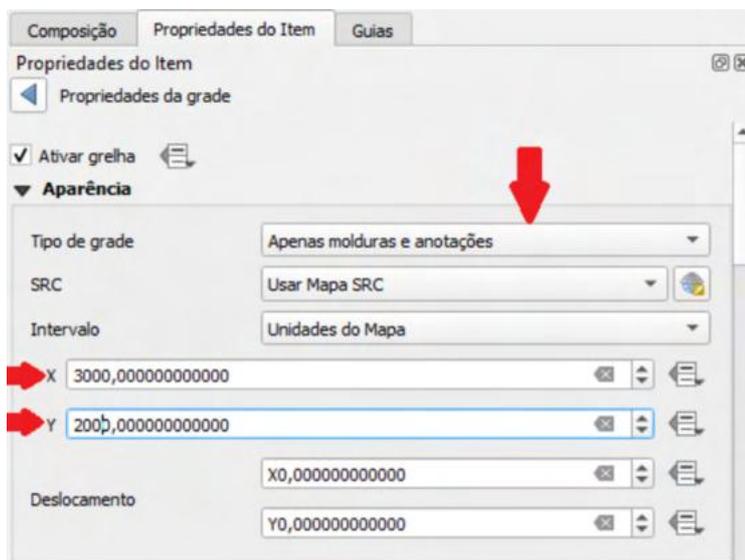
Figura 62 - Inserindo Grade de Coordenadas



Fonte: NAGEA (2022).

Você entrará agora em "Propriedade da Grade" e em "Aparência" deixe "Apenas molduras e anotações". Em "Intervalo" direcione para o eixo "X" o valor de "3000" e para o eixo "Y" o valor de "2000" (FIGURA 63). Os valores presentes na opção "Intervalo" podem variar de acordo com sua preferência, pois, de acordo com o aumento ou a diminuição de intervalos você poderá inserir ou retirar informações relativas às coordenadas geográficas que irão aparecer posteriormente no seu mapa.

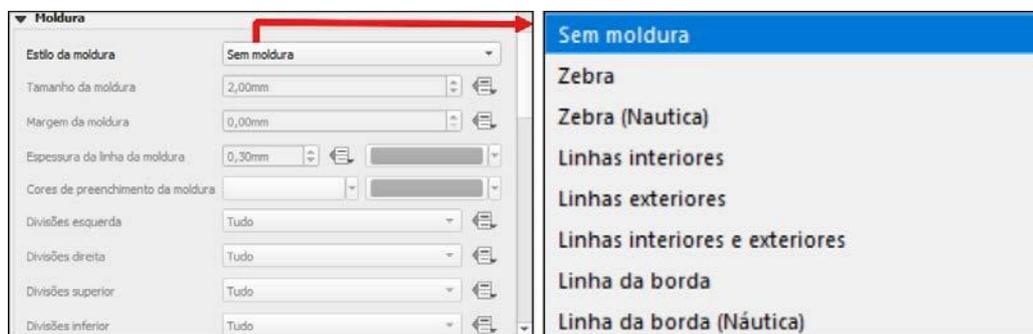
Figura 63 - Inserindo Grade de Coordenadas



Fonte: NAGEA (2022).

Role a barra direita da janela e siga para “Moldura” e em “Estilo de Moldura” optamos por não inserir nenhuma pois já fizemos isso anteriormente, contudo, se preferir altere com as opções que a ferramenta apresenta e explore-as para descobrir uma infinidade de outros tipos de configurações para essa opção (FIGURA 64).

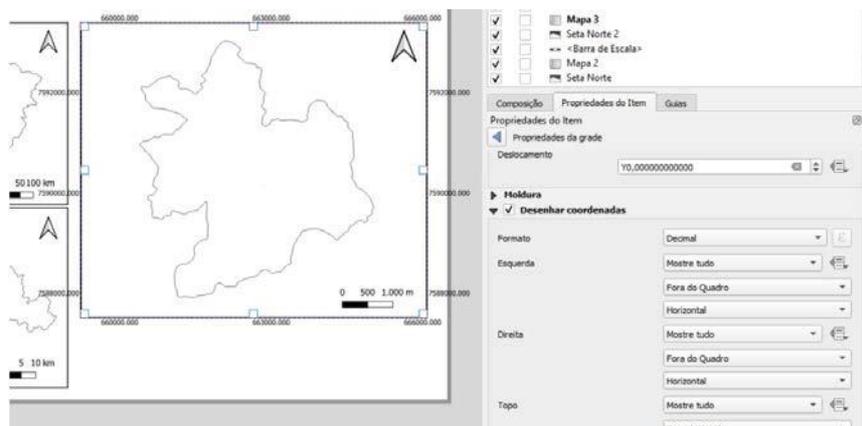
Figura 64 – Moldura



Fonte: NAGEA (2022).

O próximo passo é adicionarmos as coordenadas geográficas, para isso habilite a opção denominada “Desenhar coordenadas”. Note que automaticamente as coordenadas que adicionamos anteriormente agora aparecem em nosso *layout* equivalente ao Mapa 3 (FIGURA 65).

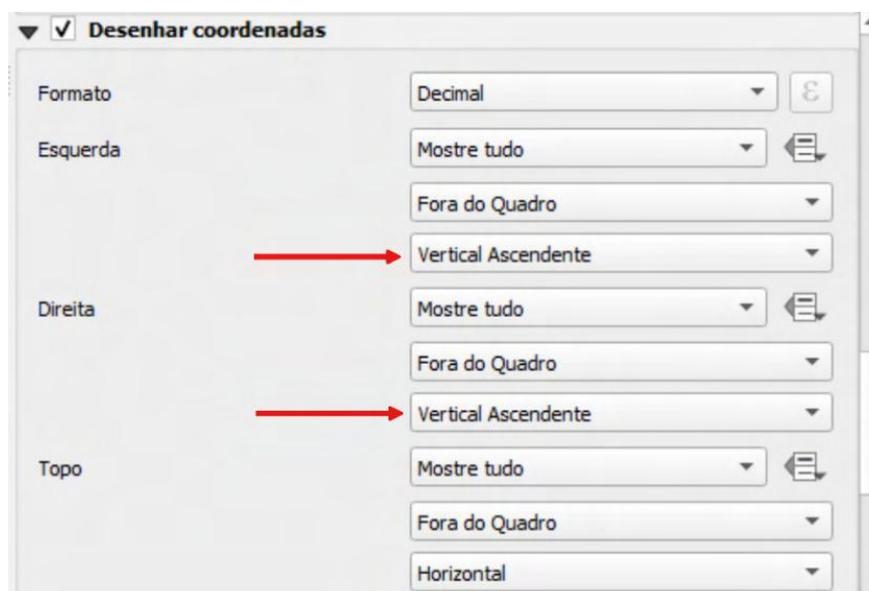
Figura 65 - Inserindo as Coordenadas Geográficas no *layout*



Fonte: NAGEA (2022).

Perceba que ao inserir as coordenadas elas ficam desajustadas com a moldura. Na primeira opção "Formato" não altere, pois, queremos que fique em coordenadas UTM, caso queira colocar em geográficas fica à vontade para explorar as múltiplas opções que essa caixa fornece. Logo abaixo temos quatro opções para continuarmos os ajustes da Grade de Coordenadas, sendo elas: I-) "Esquerda", II-) "Direita", III-) "Topo" e, IV-) "Base". Nas opções referentes à "Esquerda" e "Direita" coloquem "Vertical ascendente" para ambas as opções (FIGURA 66).

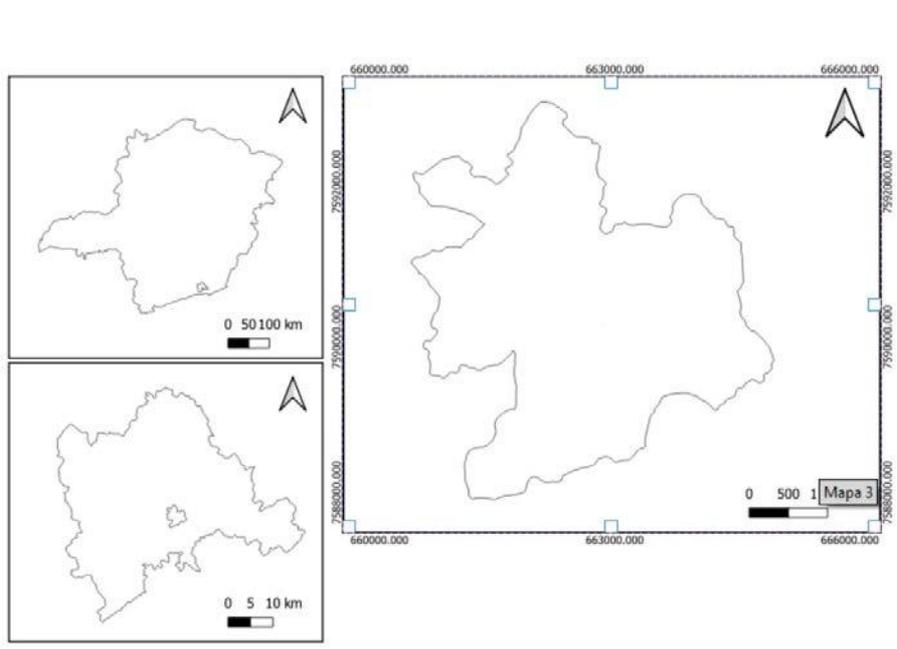
Figura 66 - Disposição das Coordenadas Geográficas no *layout*



Fonte: NAGEA (2022).

Ao fim de suas alterações certifique-se que seu *layout* esteja análogo à Figura 67.

Figura 67 - Grade de Coordenadas ajustada



Fonte: NAGEA (2022).

Ainda nessa opção, role a barra direita da janela e vá até o fim da página. Veja que existem as opções de "Fonte", "Cor da fonte", "Distância a moldura do mapa" e, "Precisão da coordenada" (FIGURA 68).

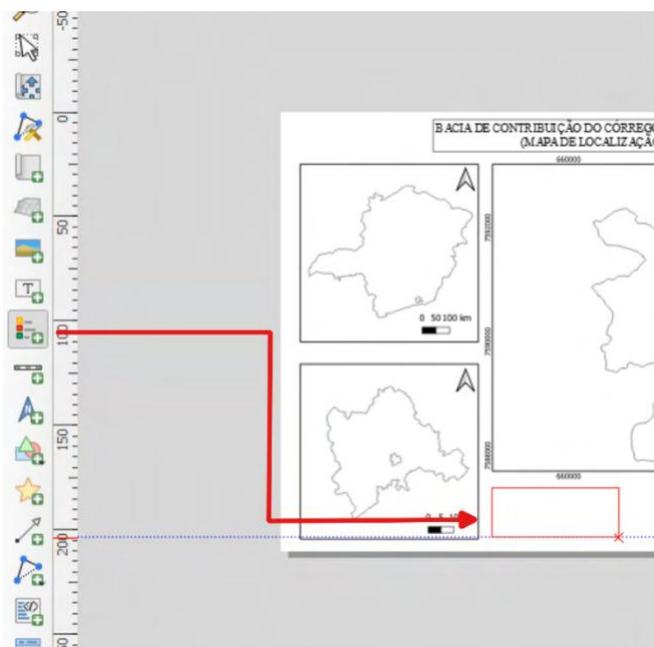
Figura 68 - Outras opções para a Grade de Coordenadas



Fonte: NAGEA (2022).

Vamos alterar apenas a opção "Precisão da coordenada" que por padrão vem com o valor "3", altere-o para "0". Isso fará com que os números depois da vírgula que aparecem nas coordenadas geográficas, desapareçam. Iremos agora adicionar uma legenda, para isso siga até o canto esquerdo da página e procure pelo ícone que ativa essa função. Clique sobre ele e desenhe um retângulo logo abaixo do Mapa 3 para que a legenda seja gerada automaticamente (FIGURA 6g).

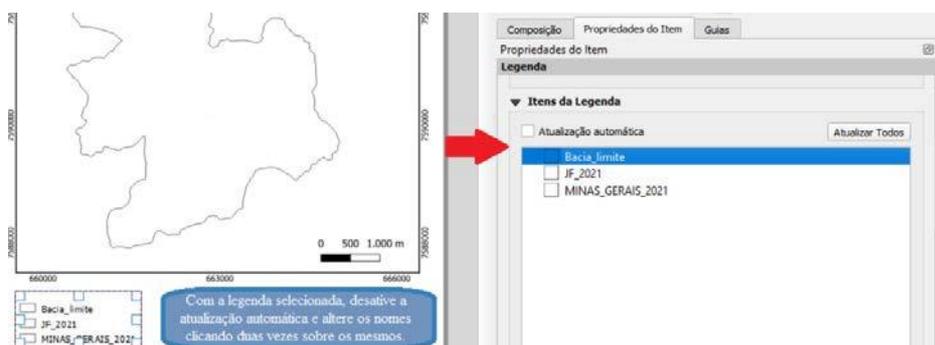
Figura 69 - Outras opções para a Grade de Coordenadas



Fonte: NAGEA (2022).

Note que as legendas dos *shapefiles* representados aparecem na nossa página. Para editar o nome das figuras desative a opção de “Atualização automática” e clique duas vezes sobre o nome dos elementos (FIGURA 70). Assim uma caixa para a edição dos nomes será exibida e você poderá nomeá-los como bem entender.

Figura 70 - Alterando o nome dos *shapefiles* enquanto elementos na legenda



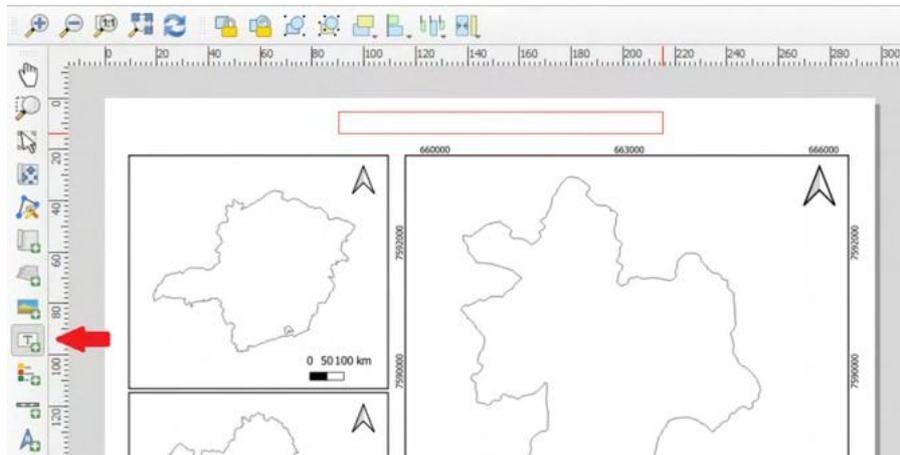
Fonte: NAGEA (2022).

Você pode adicionar uma moldura na sua caixa de legenda, habilitando-a da mesma forma que fizemos para as outras opções. Para fazer isso habilite-a da mesma forma. Ao final dessas atualizações na legenda iremos acrescentar agora o título e finalmente a caixa de texto com informações pertinentes ao nosso produto cartográfico.

Para adicionar o título, siga até a barra lateral esquerda onde se encontra a ferramenta “Adicionar um novo Rótulo ao compositor” e a habilite. Na parte superior

de nossa página, logo acima dos *layouts* desenhe um retângulo e solte para que a caixa de texto seja gerada posteriormente (FIGURA 71).

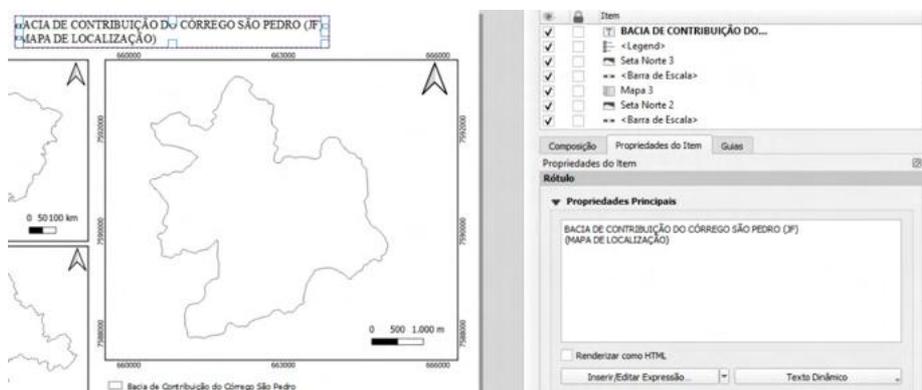
Figura 71 - Inserindo Rótulos



Fonte: NAGEA (2022).

Ao fazer isso a caixa de edição do rótulo estará disponível. Lá dentro, delete o texto padrão que é gerado e coloque em “Propriedades Principais” o título de seu mapa, no nosso exemplo colocaremos “Bacia de Contribuição do Córrego São Pedro (JF)” e logo abaixo, “Mapa de Localização” entre parênteses (FIGURA 72).

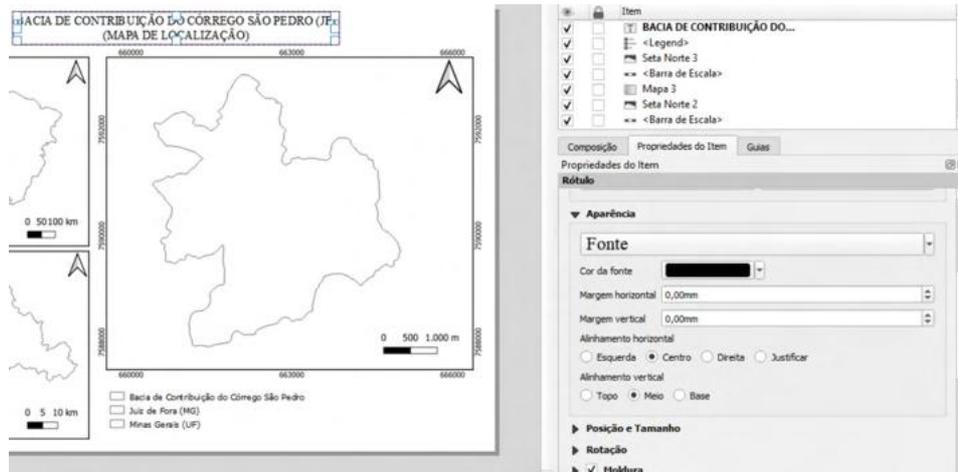
Figura 72 - Renomeando Rótulos



Fonte: NAGEA (2022).

Por fim vamos acertar o texto dentro do Rótulo. Vá até “Aparência” e clique sobre a fonte escolhendo aquela que mais lhe agrada. Lembre-se de escolher o tamanho e a fonte que não irão “poluir” seu mapa. Nesse caso usamos a fonte Times New Roman em Negrito com o tamanho 16. Em “Alinhamento horizontal” marque a opção do “Centro” e em “Alinhamento vertical” marque a opção “Meio”. Habilite a moldura em seguida e certifique-se que sua alteração esteja similar à Figura 73.

Figura 73 - Finalizando as edições dos Rótulos



Fonte: NAGEA (2022).

Vamos finalizar nosso *layout* inserindo uma segunda caixa, onde colocaremos um texto informativo sobre: I-) Projeção, II-) Referencial Geodésico, III-) Fonte, IV-) Data e, V-) Autor. Para isso volte na mesma ferramenta de adicionar "Rótulo" e desenhe sobre o espaço em branco ao lado da Legenda. Na Figura 74 temos um modelo padrão, adotado pelo NAGEA (UFJF), contudo, caso esteja trabalhando na sua área de estudo, certifique-se que as informações estejam devidamente referenciadas. Principalmente no que diz respeito às fontes.

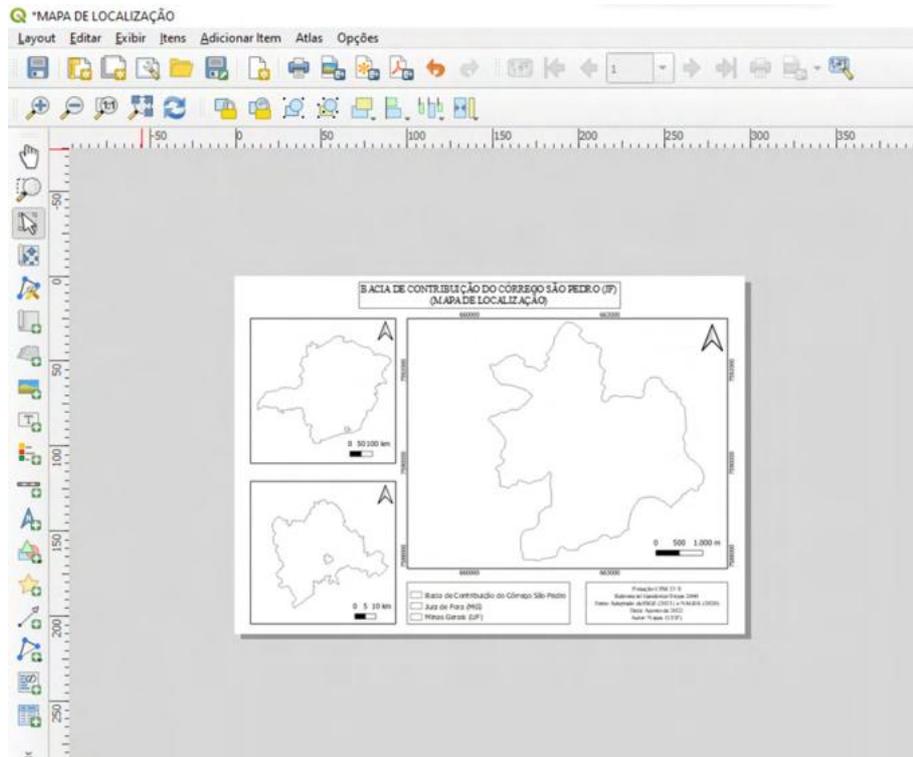
Figura 74 - Caixa de Texto final, contendo informações padrões do mapa



Fonte: NAGEA (2022).

Nosso primeiro mapa está pronto (FIGURA 75), nele estão contidas informações básicas para qualquer produto cartográfico. Incremente-o com imagens de satélite, adicione cores de preenchimento e contorno, mude as figuras de lugar, enfim, esteja à vontade para usar sua imaginação e praticar ainda mais essa parte tão importante do seu projeto.

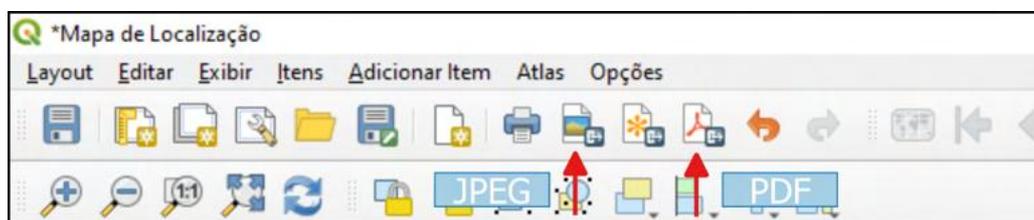
Figura 75 - Carta Índice



Fonte: NAGEA (2022).

O último procedimento será exportar nosso arquivo. Iremos fazer isso para o formato "PDF" e também para "JPEG", mas vale lembrar que é possível exportar em outros formatos de arquivo como "PNG" e "TIFF", por exemplo. Você pode fazer ambas as operações indo em "Layout" e em seguida escolher o tipo de formato que deseja exportar seu mapa, ou também ir nos ícones que estão disponíveis no menu superior da página, que desempenham a função que desejamos (FIGURA 76).

Figura 76 - Opções de salvar o mapa (JPEG ou PDF)



Fonte: NAGEA (2022).

2.2 GEORREFERENCIAMENTO DE UMA CARTA TOPOGRÁFICA DO IBGE

As cartas topográficas do IBGE podem ser georreferenciadas de várias maneiras distintas, iremos abordar nessa unidade a mais usual, que consiste na alocação de coordenadas conhecidas. As vetoriais do IBGE estarão no Item 2.3, georreferenciadas em km, requerendo uma projeção personalizada. As cartas da DSG já se encontram georreferenciadas, algumas atualizadas em trabalhos recentes. Basta adicioná-las no QGIS. É necessário cadastrar e pedir o produto, justificando o seu uso.

As cartas do Brasil estão disponíveis nos seguintes sítios eletrônicos (TABELA 1).

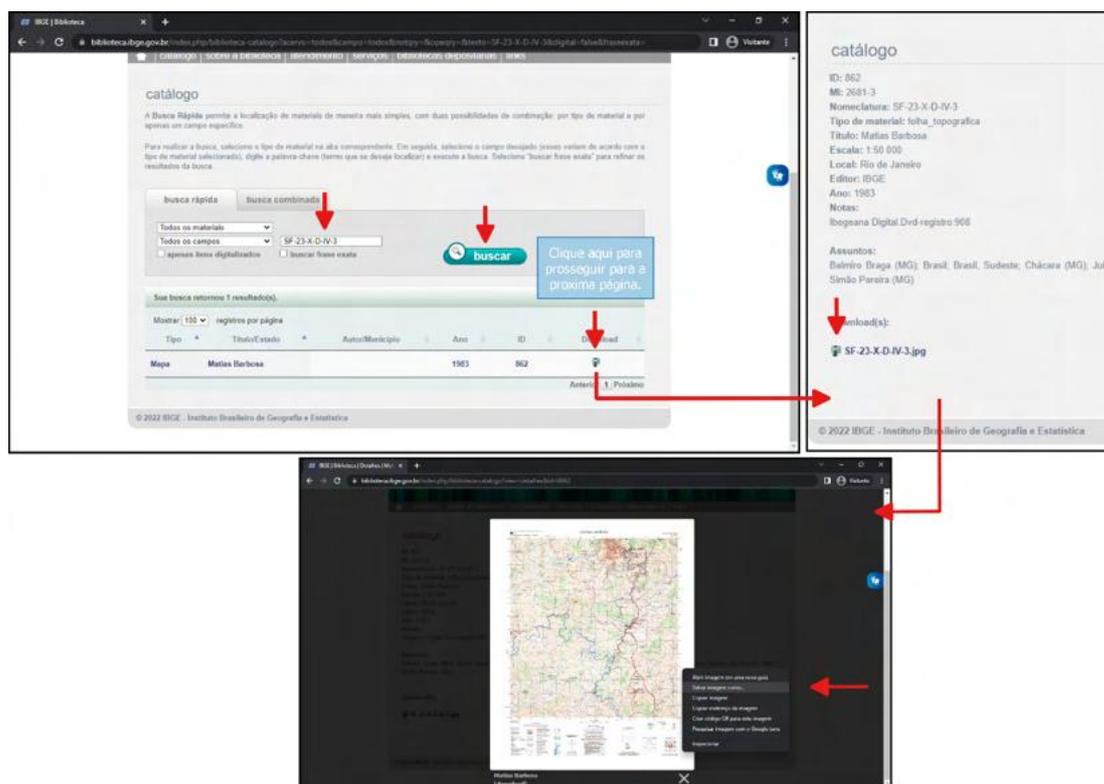
Tabela 1 - Fontes de dados matriciais livres

IBGE	http://www.biblioteca.ibge.gov.br/
	<u>Cartas impressas</u>
DSG	http://www.dsg.eb.mil.br/index.php/produtos/solicitar-
	<u>DSG Cartas digitais</u>
	http://www.geoportal.eb.mil.br/

Fonte: NAGEA (2022).

Primeiramente, para obter a carta topográfica, entre no link para a biblioteca do IBGE fornecido na Tabela 1, e busque pela carta topográfica "SF-23-X-D-IV-3", baixando-a de acordo com o procedimento da FIGURA 77.

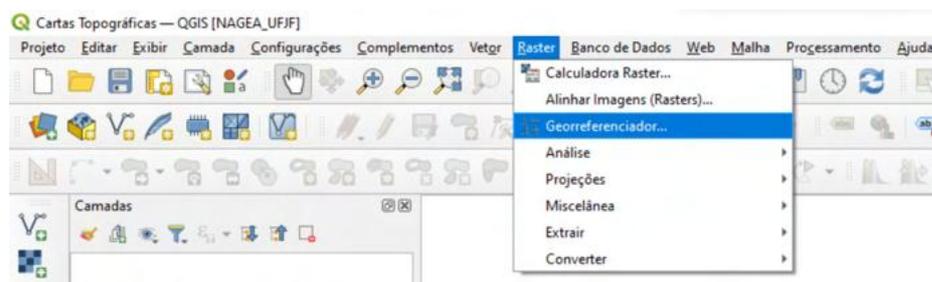
Figura 77 - Baixando a carta topográfica pelo IBGE



Fonte: NAGEA (2022).

Com o *software* aberto, na barra de ferramentas superior, clique em: I-) “Raster” e em seguida, II-) “Georreferenciador”, habilitando a ferramenta (FIGURA 78).

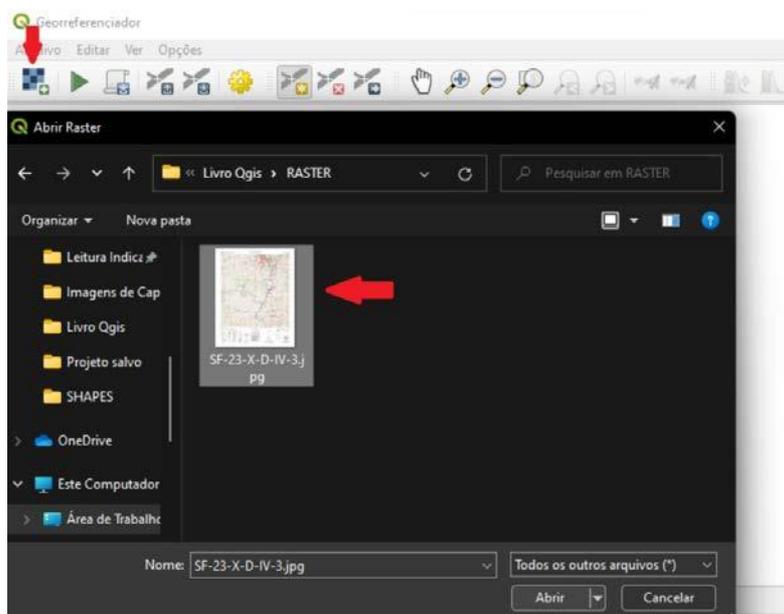
Figura 78 - Georreferenciador GDAL



Fonte: NAGEA (2022).

Ao selecionar o “Georreferenciador” uma nova janela de pesquisa se abrirá. Após a abertura dessa janela selecione a opção de inserir o *raster* de entrada, no item correspondente à essa função . Vejam o passo a passo a seguir (FIGURA 79).

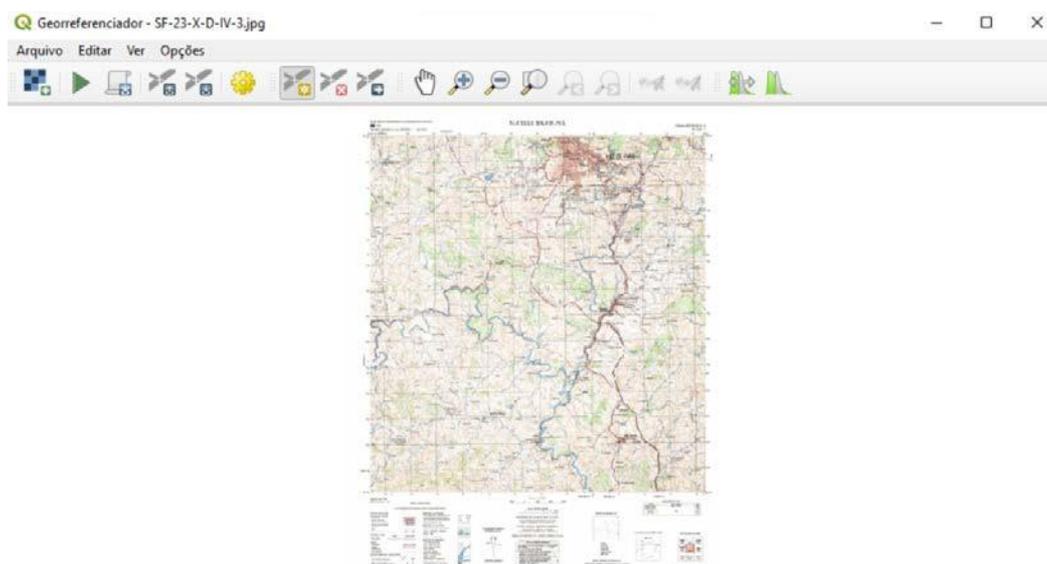
Figura 79 - Adicionando camada *raster*



Fonte: NAGEA (2022).

Após selecionar o *raster*, clique em “Abrir”. Nesse momento a janela com o documento que iremos editar deverá aparecer no painel de edição da página (FIGURA 80).

Figura 80 - Camada *raster* adicionada

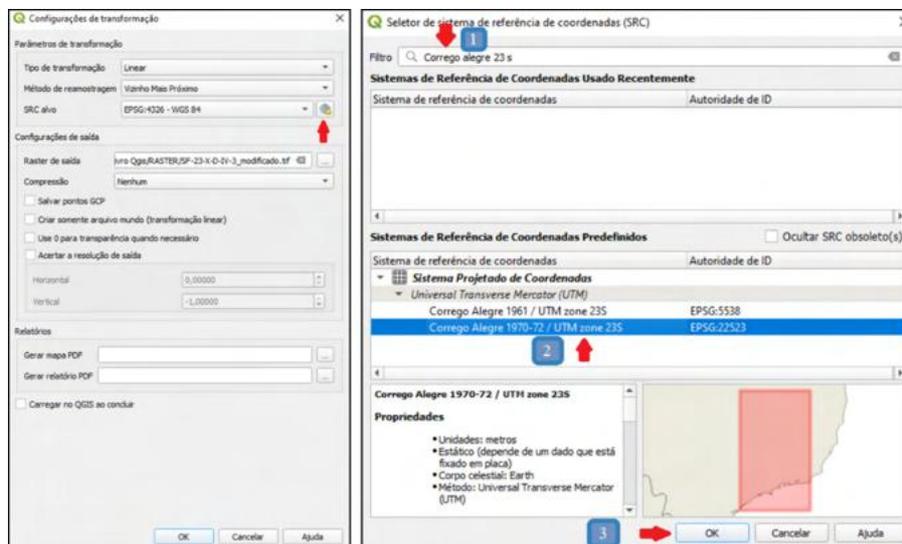


Fonte: NAGEA (2022).

Com o *raster* devidamente carregado, iremos configurar agora a camada de acordo com o sistema de projeção original do documento, que nesse caso é o UTM Córrego Alegre 23 S. Com isso, clique no ícone de “Configurações de Transformações” . Após

o clique uma janela abrirá, dessa forma podemos substituir o SRC atual por aquele ao qual desejamos substituir (FIGURA 81).

Figura 81 - Alterando SRC da camada *raster*

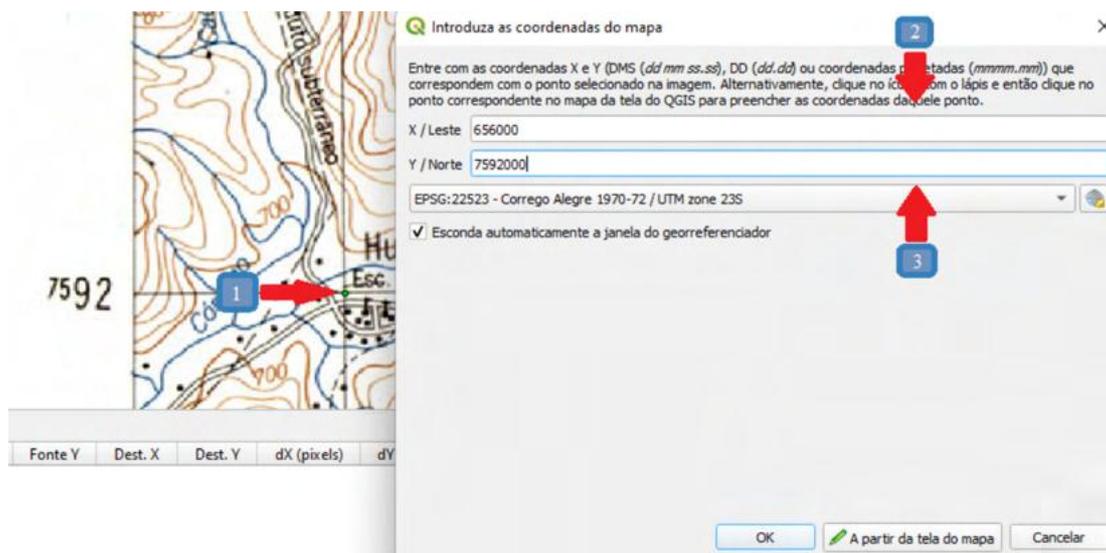


Fonte: NAGEA (2022).

Com isso, iremos agora inserir os pontos de controle na carta topográfica do IBGE. Sendo assim, selecione o ícone "Adicionar Ponto" . Após executar essa tarefa, iremos agora alocar os pontos na carta para que possamos georreferenciar o documento. Siga as instruções presentes na Figura 82, sendo que: o passo 1 é dar zoom na borda da carta até detalhar bem a mesma. Em seguida, clique para adicionar o ponto de controle.

Uma caixa irá abrir e nela os pontos devem ser postados. O primeiro ponto se refere ao eixo X, e no nosso exemplo será a coordenada 656, acrescente mais três zeros nessa caixa e faça o mesmo procedimento no eixo Y, que tem o valor de 7592. Ao preencher X/Y, clique em "OK". Você deve colocar no mínimo quatro pontos para que nosso georreferenciamento fique bom. Logo, escolha mais três pontos de sua preferência.

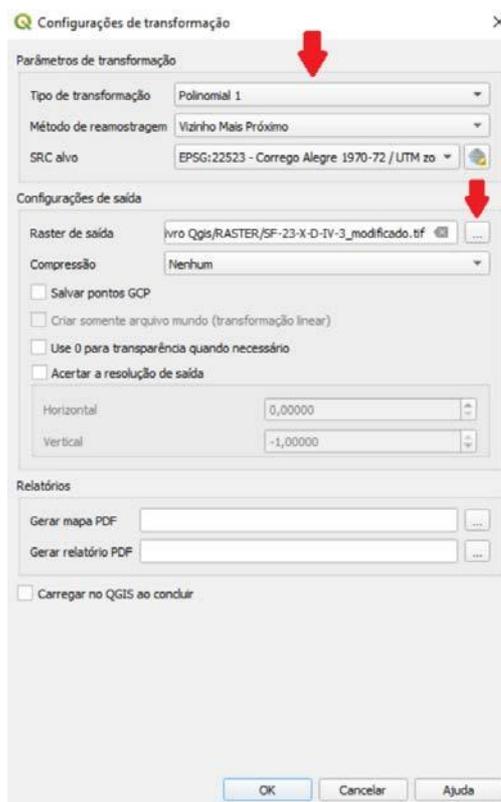
Figura 82 - Adicionando pontos de controle no *raster*



Fonte: NAGEA (2022).

Após finalizar a alocação de pontos iremos clicar novamente no ícone de “Configurações de Transformações” e iremos configurar a caixa de acordo com a Figura 83. Em “Tipo de Transformação”, escolha a opção “Polinomial 1”. Abaixo, temos o “Método de Reamostragem” e nessa caixa escolha, “Vizinho mais próximo”. No “SRC Alvo”, iremos manter a configuração que atualizamos ao iniciar o processo de georreferenciamento. Por fim, em “Configurações de saída” vá em “*Raster* de saída” e clique no ícone . Ao clicar nesse botão você irá escolher o diretório onde nosso arquivo georreferenciado será salvo, escolha um de seu interesse. Após fazer todos esses procedimentos, clique em “OK”.

Figura 83 - Configurações de transformação



Fonte: NAGEA (2022).

Reparem que a caixa de informações denominada “Tabela GCP” contém as informações referentes aos pontos que inserimos manualmente. A última coluna, “Residuais”, apresenta a precisão dos pontos e recomendamos que os valores estejam menores que 1 (FIGURA 84).

Figura 84 - Tabela GCP

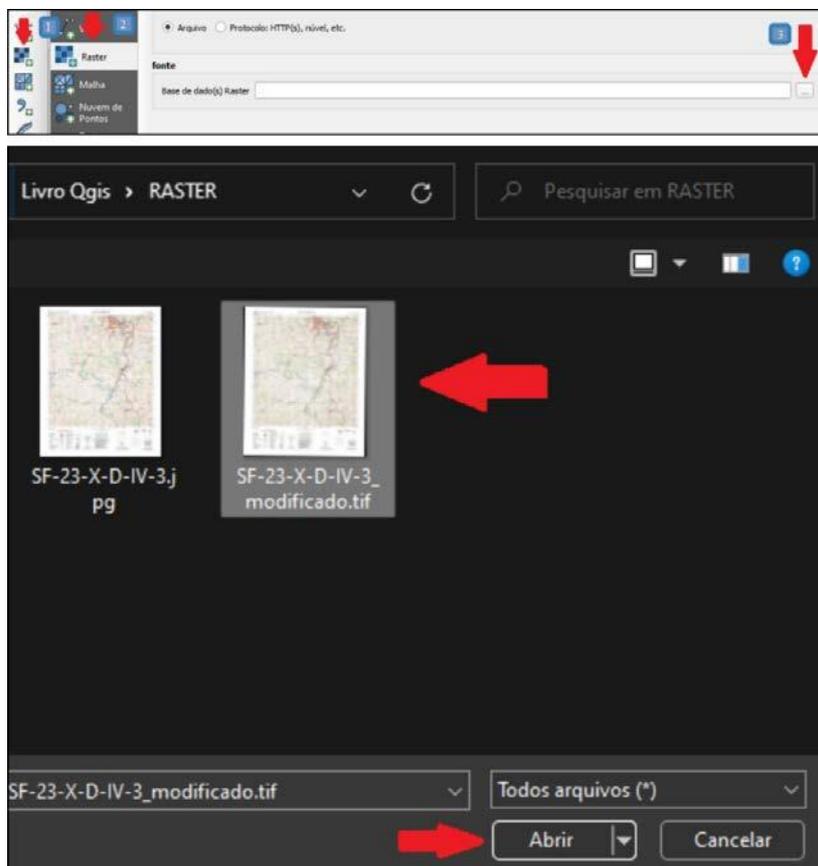
Habilitado	ID	Fonte X	Fonte Y	Dest. X	Dest. Y	dX (pixels)	dY (pixels)	Residuais (pixels)
✓	0	396.492307	-521.514398	656000.00	7592000.00	-0.510461	-0.238052	0.563240
✓	1	3216.4946	-491.515001	680000.00	7592000.00	0.510461	0.238052	0.563240
✓	2	425.470783	-3353.5076	656000.00	7568000.00	0.510461	0.238052	0.563240
✓	3	3247.5149	-3324.4604	680000.00	7568000.00	-0.510461	-0.238052	0.563240

Fonte: NAGEA (2022).

Com todas as configurações ajustadas, podemos iniciar o georreferenciamento da carta topográfica. Para isso, clique no botão “Iniciar Georreferenciador”. Minimize a janela do Georreferenciador e vamos adicionar o documento no diretório principal do QGIS. Para isso, retorne na tela de início e clique no botão de adicionar *raster* e na pasta em que salvamos nosso arquivo editado, escolha a carta topográfica do município de

Matias Barbosa (MG) e adicione o documento no projeto em que estamos trabalhando (FIGURA 85).

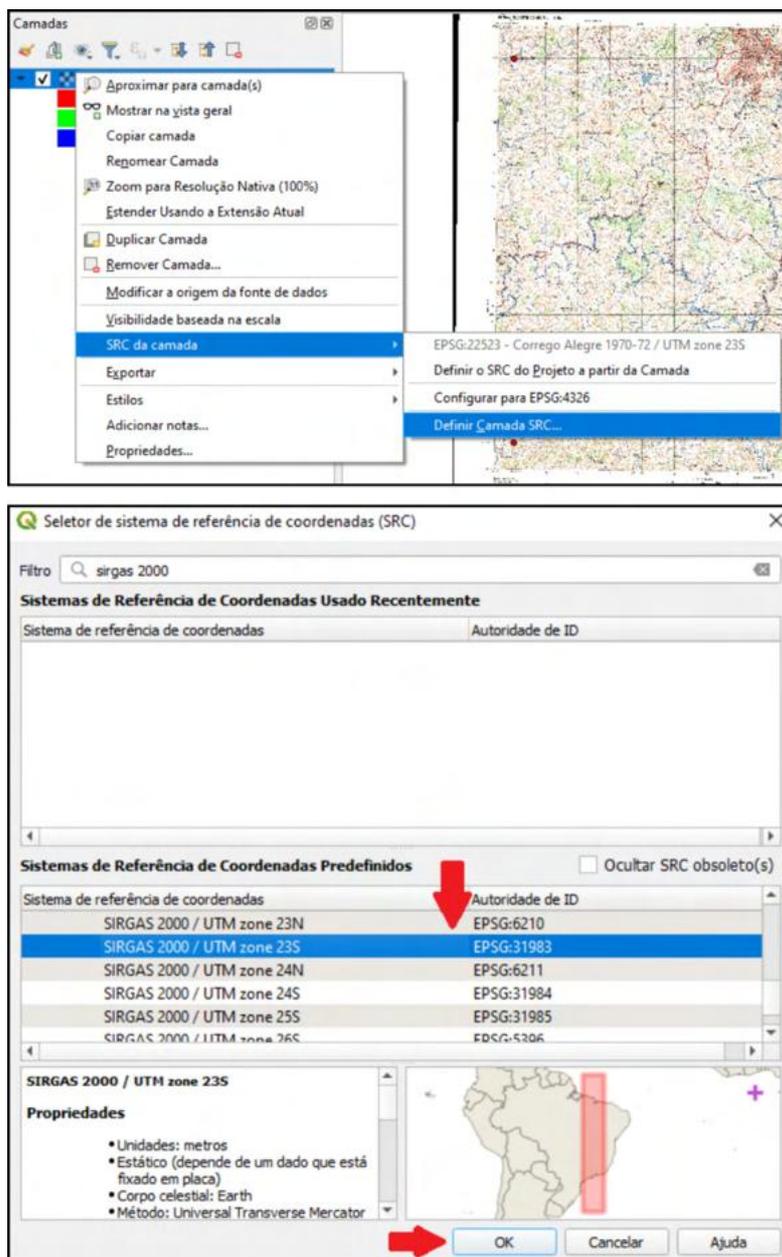
Figura 85 - Finalizando o Georreferenciamento



Fonte: NAGEA (2022).

Finalizamos assim nosso georreferenciamento de cartas topográficas. O último passo é reprojeter o documento no Datum Sirgas 2000 no fuso 23 S. Para isso clique com botão direito no nosso documento editado. Em seguida selecione a opção "Configurar SRC" e "Configurar SRC da camada" (FIGURA 86).

Figura 86 - Finalizando o Georreferenciamento



Fonte: NAGEA (2022).

2.3. PROJEÇÃO PERSONALIZADA SOBRE AS CARTAS VETORIAIS DO IBGE NO FORMATO DGN.

Para obtenção de dados de Hidrografia, Hipsometria (Curvas de Nível), Sistema de Transporte é necessário a importação desses arquivos em formato DGN para o *software* QGIS. Num primeiro momento vamos obter esses dados e salvar em nosso computador. Sendo assim, vamos entrar nos sites que disponibilizam os referidos arquivos e fazer o *download* destes. Os endereços na web estão nos links abaixo (TABELA 2):

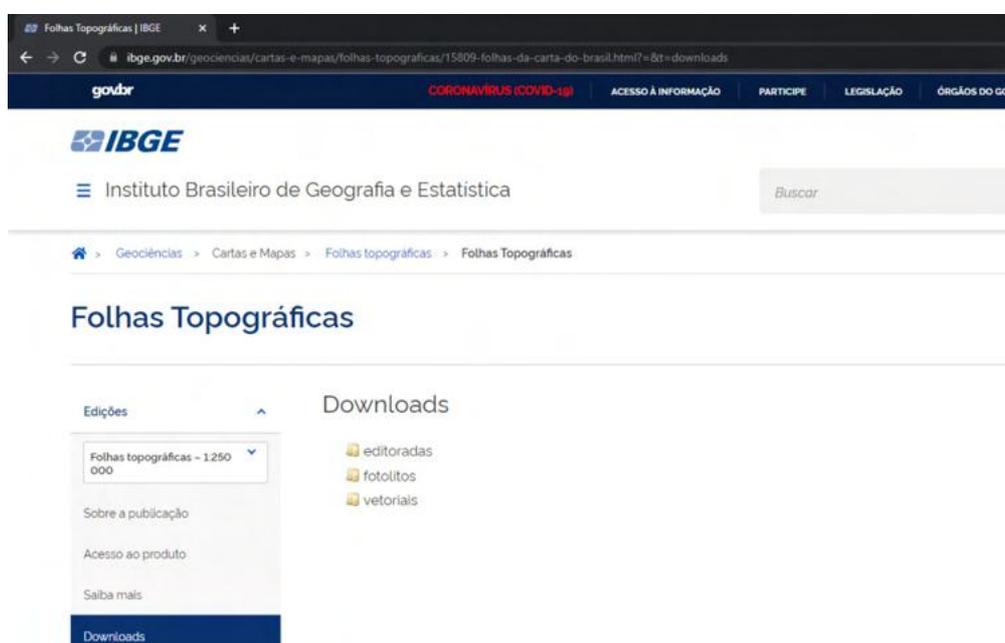
Tabela 2 - Sites oficiais para a aquisição de dados DGN

Arquivos Vetoriais IBGE georreferenciadas: https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/download/arquivos/index1.shtm
Arquivos Vetoriais e <i>Raster</i> EXÉRCITO BRASILEIRO georreferenciadas: http://www.geoportal.eb.mil.br/mediador/

Fonte: NAGEA (2022).

O exemplo a seguir, ensinará a obtenção de dados a partir do IBGE. Iniciando com a entrada no site (FIGURA 87).

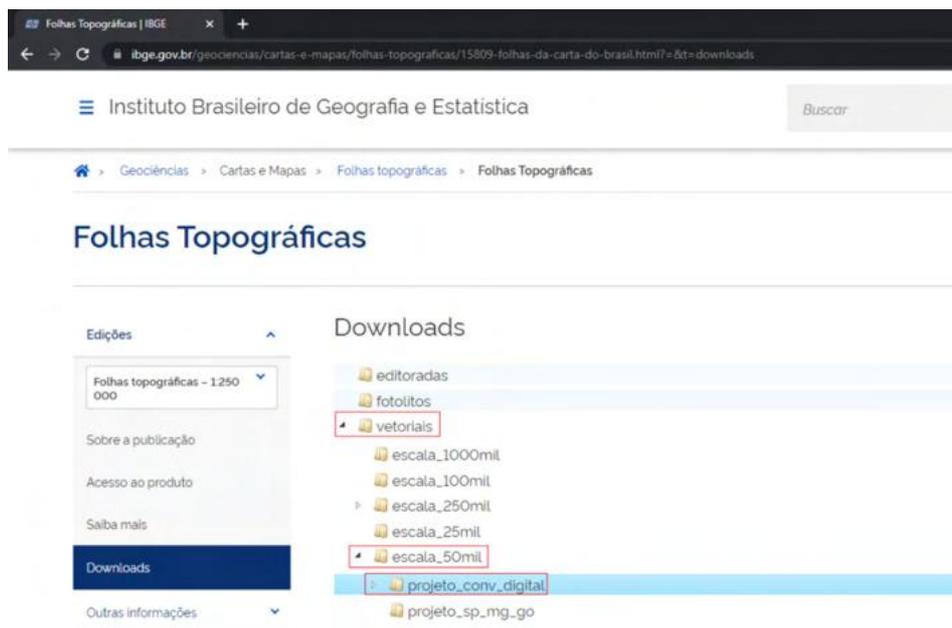
Figura 87 - Homepage das Folhas Topográficas do IBGE



Fonte: NAGEA (2022).

A seguir clique na aba “Vetoriais” e escolha uma escala para prosseguir o trabalho; como forma de exemplo escolhemos a escala de 1: 50.000. Após clicar sobre a escala de 1:50.000, clique na aba “projeto_conv_digital”, que irá expandir todos os municípios em que o IBGE possui dados na referida escala (FIGURA 88).

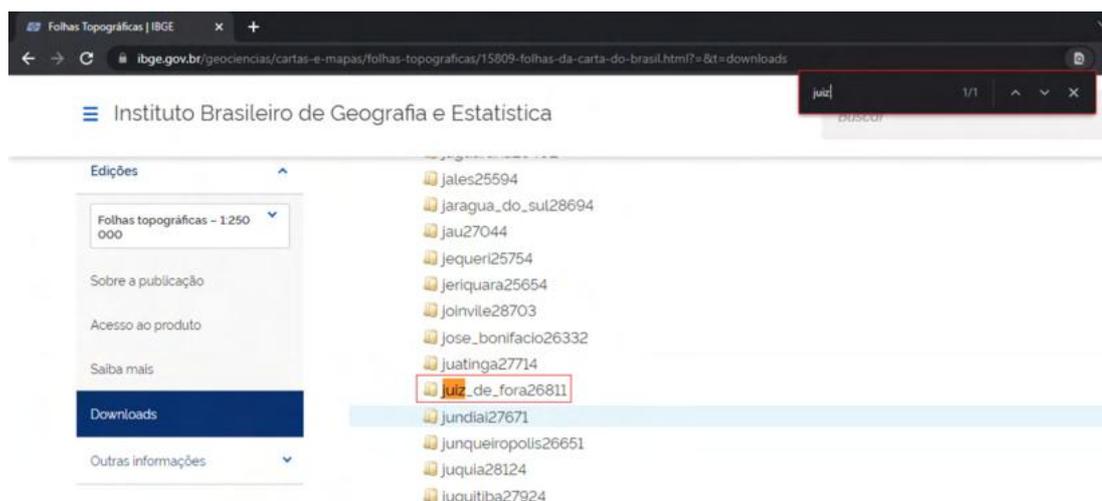
Figura 88 - Obtenção de dados DGN



Fonte: NAGEA (2022).

A seguir, pressione de forma conjunta as teclas "ctrl + F", que dará início ao comando, que aparecerá a caixa de pesquisa, onde se torna possível entrar com o nome de seu município, tornando mais rápida a busca e facilitando o processo de aquisição. Como exemplo usaremos Juiz de Fora. Com o município de Juiz de Fora encontrado, o recurso sublinhará este de laranja, conforme abaixo (FIGURA 89).

Figura 89 - Selecionando o município

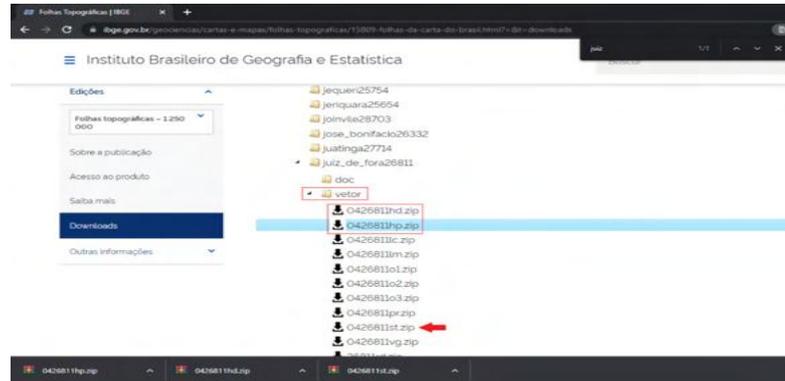


Fonte: NAGEA (2022).

Após esse processo, clique sobre o município de escolha, que no exemplo consta como "Juiz de Fora". Com isso será expandido duas abas, clique na de "vetor", e depois

escolha os arquivos de final “hd”, que significam vetores de “Hidrografia; hp = hipsometria; st = sistema de transportes”. Clicando sobre eles, a caixa de *download* será iniciada, salve os arquivos em um local de fácil acesso em seu computador. Estes estarão em formato “ZIP”, o que se torna necessário extrai-los para um local de sua preferência (FIGURA 90).

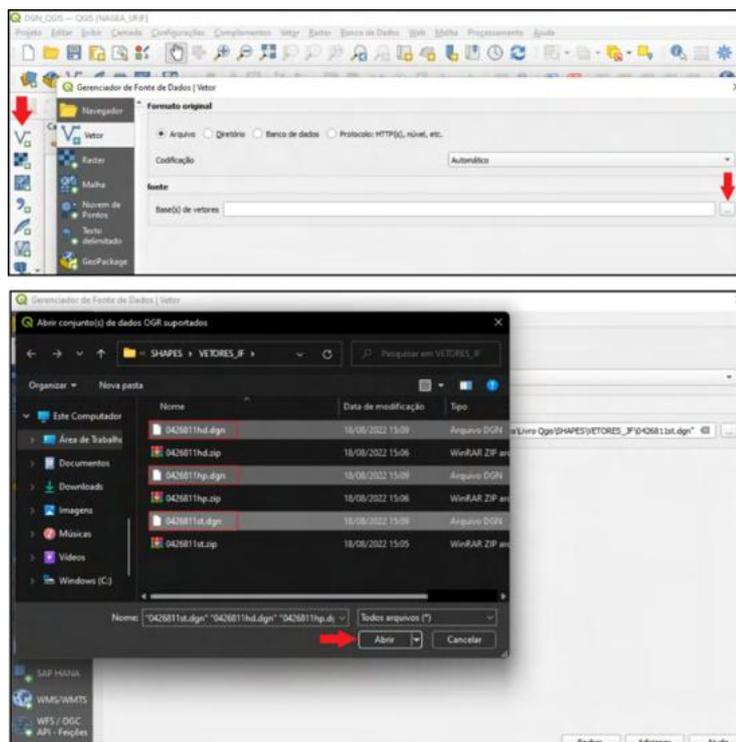
Figura 90 - Dados de Hipsometria, Hidrografia e Transportes



Fonte: NAGEA (2022).

Com os dados já extraídos, vamos iniciar um novo projeto no “QGIS”. Dentro do *software* vamos clicar sobre o ícone “Adicionar camada vetorial”. Assim, na página que se abrirá, localize os dados que foram baixados e entre com eles no âmbito do QGIS (FIGURA 91).

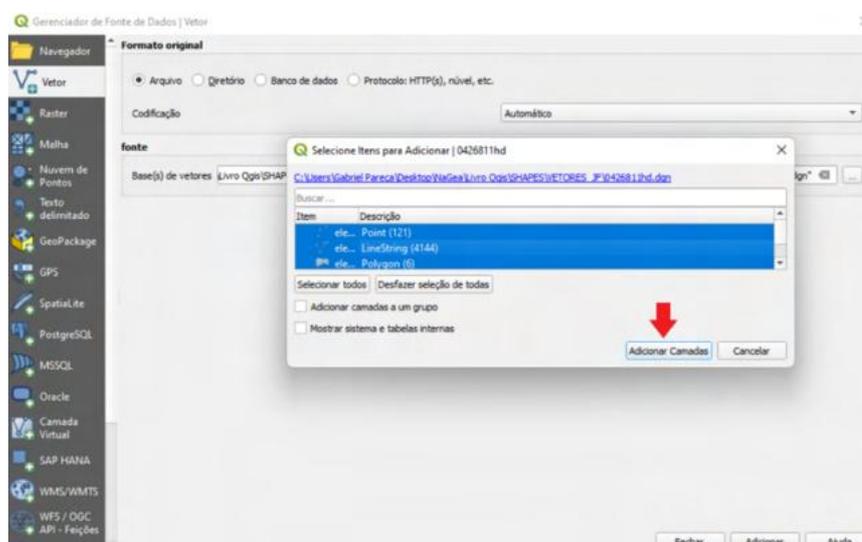
Figura g1 - Seleção dos dados DGN



Fonte: NAGEA (2022).

Após selecionar os dados e dar "OK", irá abrir uma caixa com o título de selecionar "Camadas Vetoriais", dê OK mais uma vez em todas as que surgirem, e perceba que os dados já estarão dentro do Gerenciador de Camadas (Figura g2).

Figura g2 - Entrada de dados DGN no QGIS

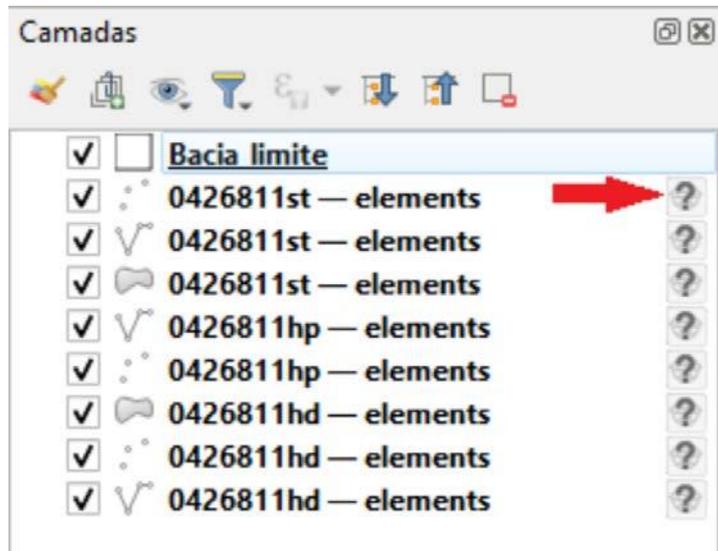


Fonte: NAGEA (2022).

2.4 PROJEÇÃO PERSONALIZADA PARA CARTAS DO IBGE

Após adicionar as camadas vetoriais, é interessante analisar que na aba 'Camadas', esses vetores possuem uma interrogação (Figura 93), isso acontece porque elas ainda não possuem uma projeção válida.

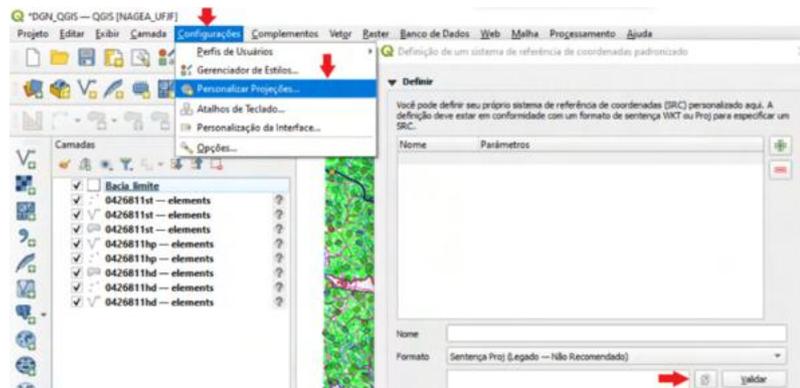
Figura 93 - *Shapefiles* adicionados ainda não estão georreferenciados



Fonte: NAGEA (2022).

Para solucionar esse problema, nós iremos criar uma Projeção Personalizada no Datum Córrego Alegre 23S, com a medida em Quilômetros. Para isso, é necessário ir na aba 'Configurações' e selecionar a opção 'Personalizar Projeções'. Nesta aba, nós criaremos nossa própria projeção, clicando na opção 'Copiar parâmetro do SRC existente' (Figura 94).

Figura 94 - Personalizando uma nova projeção

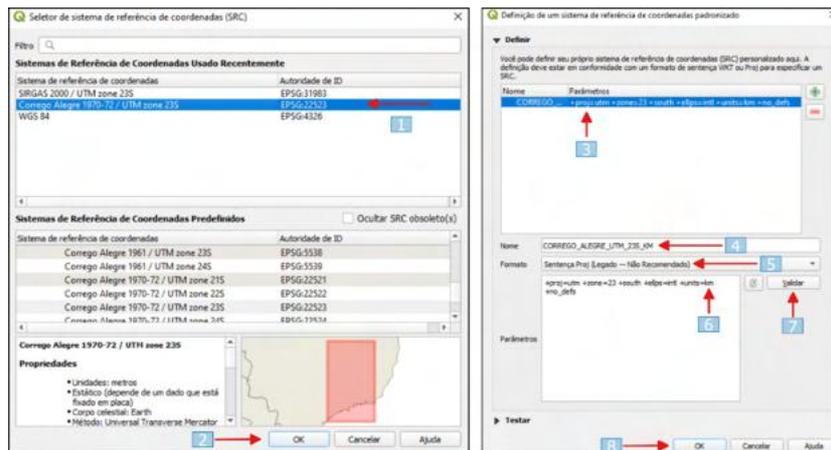


Fonte: NAGEA (2022).

Neste momento, uma nova aba abrirá, nela é necessário seguir os passos da Figura 95, onde começamos buscando pelo Datum que usaremos; no nosso caso é o Córrego

Alegre 23S (Código EPSG, 22523). Ao selecioná-lo clique em 'OK'. Feito isso, retornaremos para a página anterior, onde podemos reparar que foi criada uma nova projeção. Agora, para configurá-la é necessário selecionar a projeção criada, nomear de uma forma que facilite a posterior identificação e alterar o formato para Sentença Proj. Ainda nesta aba, é preciso alterar a unidade descrita no 'Parâmetros', mudando de 'm' para 'km'. Por fim, basta 'Validar' as mudanças e selecionar 'Ok'.

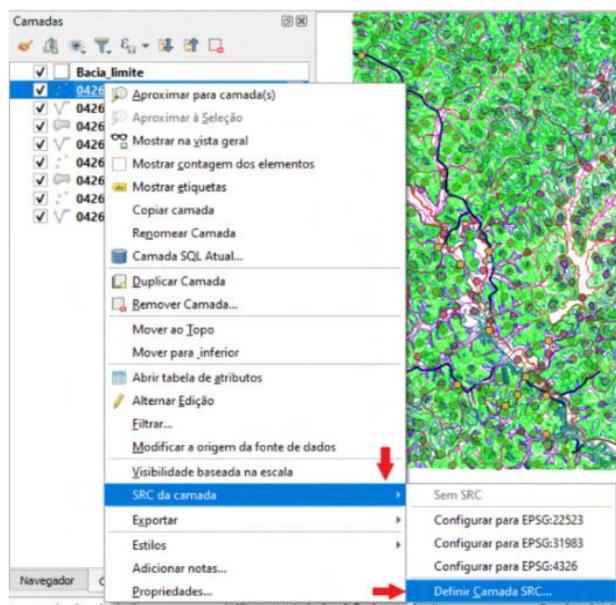
Figura 95 - Configurando a nova projeção



Fonte: NAGEA (2022).

Agora que criamos nossa projeção, podemos aplicá-la nos vetores que adicionamos inicialmente. É necessário, portanto, clicar com o botão direito do mouse sobre o "Vetor" > "Configurar SRC" > "Configurar SRC da camada" (Figura 96).

Figura 96 - Configurando o sistema de referência



Fonte: NAGEA (2022).

Uma nova aba se abrirá e então é necessário selecionar a projeção que personalizamos anteriormente (na primeira vez ela estará na opção 'Sistema de coordenadas definida pelo usuário', mas depois de usada, será fácil acessá-la nas 'Recentes'), e finalizar apertando 'Ok' (Figura 97).

Figura 97 - Convertendo as cartas vetoriais para SIRGAS 2000



Fonte: NAGEA (2022).

Após isso, as cartas vetoriais terão sido referenciadas corretamente, e é necessário repetir os passos das figuras 96 e 97 para cada carta.

CAPÍTULO 3

MODELOS DIGITAIS DE ELEVAÇÃO A PARTIR DE SISTEMAS DE RADAR LIVRES E PRODUTOS DERIVADOS NO QGIS

*Matheus Lima Gravino Passos
Johnny de Souza Dias
César Henrique Barra Rocha*

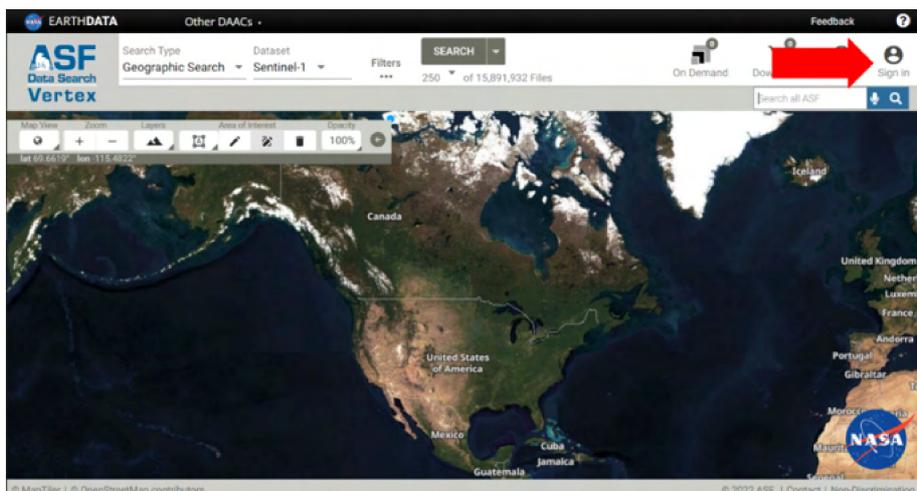
Arquivos de radar do tipo Digital Elevation Model (DEM) são modelos matemáticos que permitem a geração de produtos como curva de nível, declividade, hipsometria, modelo 3D, orientação de vertentes, relevo sombreado, entre outros. Com tratamento no próprio *software*, consegue-se gerar modelos hidrológicos que permitem extrair drenagem, hierarquia fluvial e as sub-bacias de uma área de interesse. Atualmente, tem-se também o Copernicus DEM e FABDEM (filtra vegetação e construções fornecendo um MDT).

3.1. OBTENÇÃO DE IMAGENS DO ALOS PALSAR

O ALOS original é da Agência Espacial Japonesa (JAXA) e não está disponível gratuitamente. O ALOS que está disponível é uma reamostragem do SRTM de 30 m para 12,5 m. Portanto, não se pode ignorar que o dado original tem resolução de 30 metros.

Passo 1 – CADASTRO – Para obter o MDE primeiramente é necessário fazer um cadastro gratuito no geoportal Alaska Satellite Facility (UAF/NASA): <https://vertex.daac.asf.alaska.edu/>. Após acessar o site clique em Login, uma nova janela irá abrir.

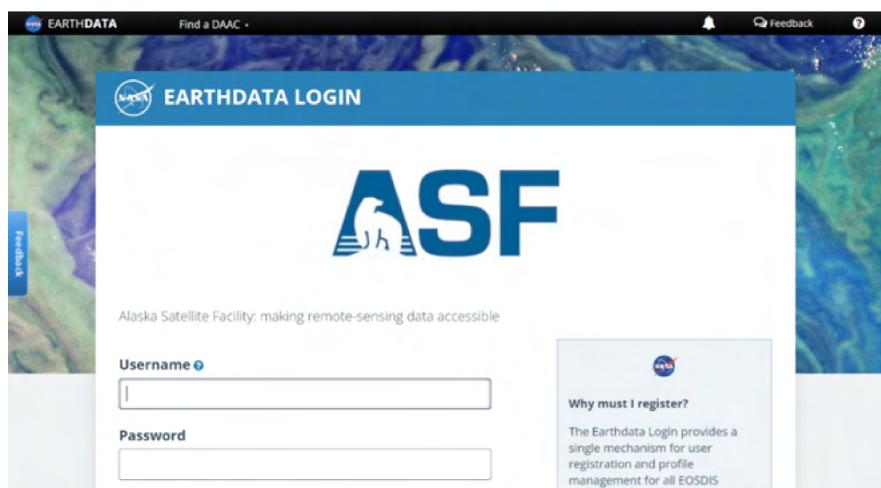
Figura 98 - Página inicial do geoportal Alaska Satellite Facility



Fonte: <https://vertex.daac.asf.alaska.edu/>(2022).

Após abrir a nova janela, clique em REGISTER para iniciar o cadastro.

Figura 99 - Cadastramento no geoportal

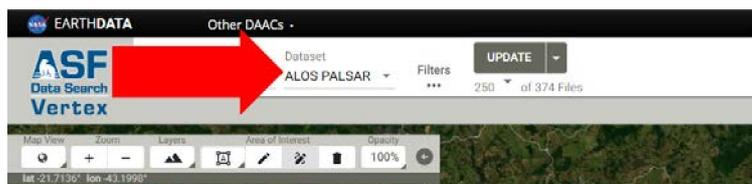


Fonte: <https://urs.earthdata.nasa.gov/>(2022).

Complete o cadastro. Após a conclusão você receberá um e-mail para validação.

Passo 2 – PESQUISA – Após fazer login no site, na barra superior clique no ícone DATASET e escolha ALOS PALSAR.

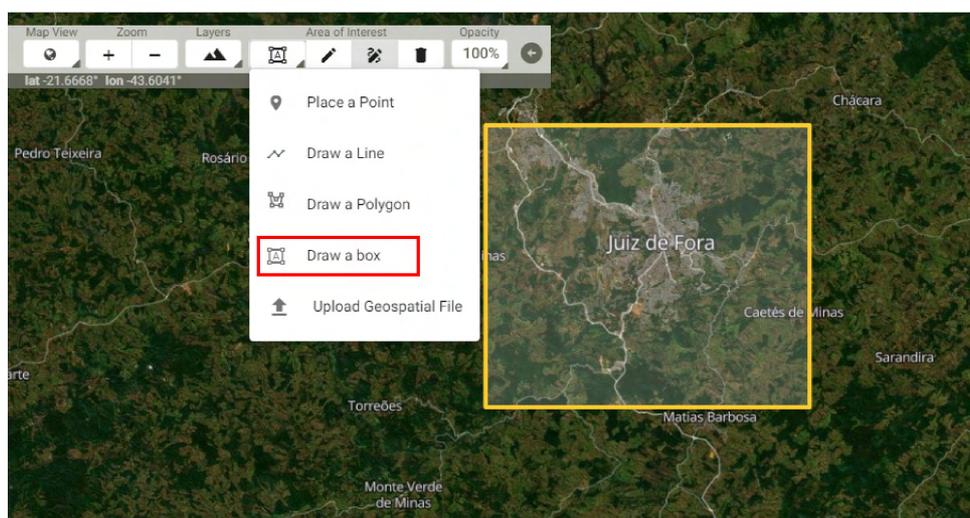
Figura 100 - Selecionando o DATASET



Fonte: <https://urs.earthdata.nasa.gov/>(2022).

Após selecionar o satélite, precisamos escolher a área de interesse, para isso na mesma página temos ao lado de "Dataset" o ícone "Area of Interest". Passando o mouse sobre qualquer parte do mapa, podemos dar zoom no local escolhido. Para seleção precisamos de clicar sobre o ícone "Area of Interest" e escolher "Draw Box". Feito isso deve-se arrastar o ponteiro do mouse até que cubra a área finalizando com outro clique. Após a escolha da área, clique em SEARCH.

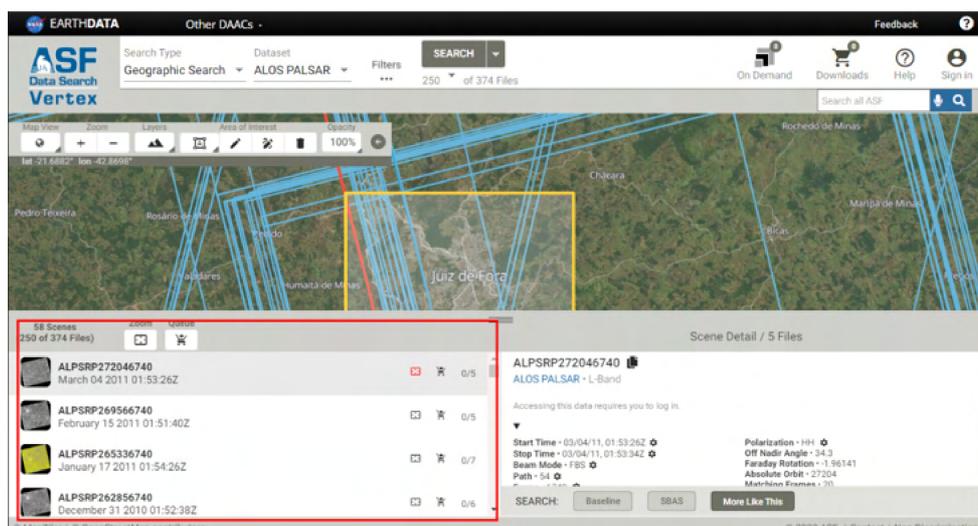
Figura 101 - Selecionando a área de interesse



Fonte: <https://urs.earthdata.nasa.gov/>(2022).

Ao término da pesquisa, na mesma página na parte de baixo do mapa, uma janela com os resultados irá aparecer. Caso não apareça, vá até "Filter" e clique em "Search".

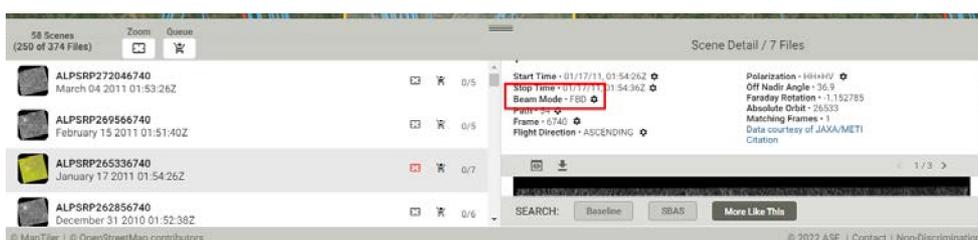
Figura 102 - Encontrando os resultados



Fonte: [https://urs.earthdata.nasa.gov/\(2022\)](https://urs.earthdata.nasa.gov/(2022)).

Passo 3 – ESCOLHA DA IMAGEM – Na janela “Results” há vários modelos resultantes da pesquisa. Clicando sobre cada resultado observa-se as informações do modelo selecionado. Na parte central onde existem informações do resultado selecionado, há dois tipos de implicações, “Beam Mode FBS” e “Beam Mode FBD”, nesse caso nós vamos escolher o modelo “Beam Mode FBD”. Nosso alvo, é aquele que apresenta a imagem amarela e compreende a maior área selecionada e que possui o modelo “Beam Mode FBD”. Observa-se que na parte esquerda da barra de resultados, aparece uma pequena imagem, basta rolar a barra de rolagem e procurar por aqueles com imagens amarelas e Beam Mode FBD (FIGURA 103).

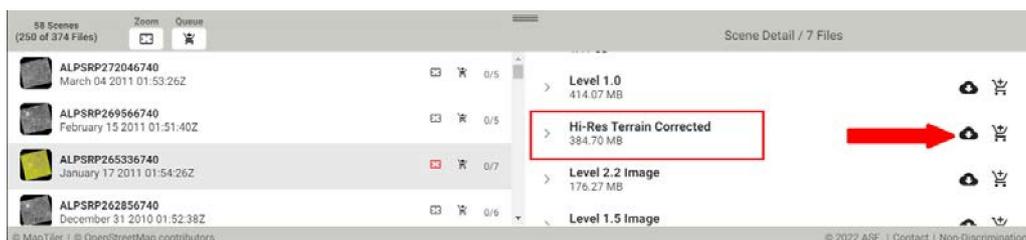
Figura 103 - Selecionando a opção FBD



Fonte: [https://urs.earthdata.nasa.gov/\(2022\)](https://urs.earthdata.nasa.gov/(2022)).

Após achar o modelo de seu interesse com os requisitos acima citados, clique sobre ele. Na aba de resultados, existe na parte direita uma janela com uma lista de elementos para serem baixados. Nessa janela você irá escolher o modelo “Hi-Res Terrain Corrected”, basta clicar em “Download file” (FIGURA 104).

Figura 104 - *Download* do arquivo Hi-Res Terrain



Fonte: <https://urs.earthdata.nasa.gov/>(2022).

Uma janela no seu navegador irá se abrir para que você escolha o diretório onde salvará o arquivo, basta escolher e iniciar o *download*. Caso contrário uma nova janela do navegador se abrirá e o *download* se iniciará automaticamente.

3.2 OBTENÇÃO DE IMAGENS DO SRTM

Sempre é interessante fazer comparações entre bases de dados altimétricas, sejam as oriundas das cartas restituídas do IBGE ou de outro sistema de radar. Nesse caso, já estão disponíveis imagens da missão, Shuttle Radar Topographic Mission – SRTM. Para a aquisição dos referidos produtos, faça o cadastro no site, EarthData, seguindo os procedimentos abaixo:

1º) Acesse o site da NASA EarthData e pressione o botão REGISTER para criar uma conta: <https://urs.earthdata.nasa.gov/>. É necessário digitar o nome de usuário, senha e preencher os campos obrigatórios. Visite seu e-mail, clique no link de ativação e faça login no site.

2º) *Download* das imagens no site DWTKNS: <https://dwtkns.com/srtm30m/>. Aproxime-se da região de interesse e clique sobre a cena selecionada, pressionando o botão "*Download DEM*". O formato com correção de vazios está no formato *raster* HGT. Abra no SIG de interesse (QGIS) e faça um mosaico para GeoTIFF.

3.3 OBTENÇÃO DE IMAGENS DO COPERNICUS GLO-30 (COPDEM30)

Considerado um DEM atualizado e preciso, este recurso passa a ser apresentado em trabalhos mais recentes, como por Jeffrey Neal, Laurence Hawker (2023), sendo o padrão ouro para DEMs globais. Ele é disponibilizado de forma gratuita e em resolução de 30 metros.

Para fazer a aquisição desses DEMs, é preciso seguir os seguintes passos:

1º) Será necessário realizar seu cadastramento no site da ESA. Para isso, acesse o site <https://cdsportal.copernicus.eu/registeruser>. Caso o link não corresponda, basta pesquisar em seu navegador por: "user registration panda copernicus" e escolha a opção que te encaminhe para um formulário online, local em que será de fato realizado a requisição de acesso.

2º) Preencha os campos desse formulário com seus dados. Um dos campos diz respeito ao tipo de acesso que você deseja obter, recomenda-se que seja escolhido a

opção "Public", o que é suficiente para o objetivo proposto aqui, podendo ser ainda concedido um nível de acesso superior, a depender das suas características como usuário (estudante, pesquisador, etc). Envie quando estiver concluído.

3º) Após realizado o envio do formulário, fique atento ao seu e-mail, pois dentro de instantes será enviado para ele uma confirmação de requisição, avisando também que seu pedido será avaliado. A próxima etapa é rápida, todavia, como depende de um operador humano para realizar a análise e conceder o acesso, pode ser necessário aguardar por cerca de 24h até que um novo e-mail chegue na sua caixa de entrada informando que o acesso foi concedido.

4º) Lembre-se de aceitar a licença de uso. Esse documento estará disponível após o deferimento final. Para acessá-lo, entre no link: <https://cdsportal.copernicus.eu/en/home>, ou, entre na área de usuário No canto inferior direito, será possível conferir a licença, logo, clique no link dela e confirme. Sem ela, você não poderá realizar o *download* do arquivo, apenas visualizar. Ao final desses passos, você estará pronto para de fato ter acesso ao DEM.

5º) Entre em <https://panda.copernicus.eu/> e estando logado, clique em "Go". Um mapa será carregado e a partir disso selecione a opção "DEM" dentro de filtros e habilite a mesma (on). Selecione a região de interesse e para facilitar, pode desabilitar o filtro do DEM e ir até o local desejado. Clique no ícone de lápis e clique no(s) local(is) de interesse, logo depois, clique em "OK" para adicionar a seleção na área de interesse. Note que nesse momento você tem o local de interesse dentro da "lista de AOIs". Clique em "Search" depois disso.

6º) Selecione o arquivo com denominação SAR_DGE_30 e clique em *download* para que você baixe os arquivos. A partir disso, basta abrir o arquivo no seu computador e verificar o que encontra-se dentro da pasta baixada. Note que existe uma pasta chamada DEM, portanto, ela conterá o arquivo de interesse. Depois disso, basta abrir o DEM no QGIS.

3.4 OBTENÇÃO DE IMAGEM DO FABDEM

O modelo FABDEM (Forest And Buildings removed Copernicus DEM) é considerado atualmente como o melhor modelo de terreno (MDT), ou seja, que representa apenas a superfície terrestre, desconsiderando a interferência de florestas e de ambientes construídos. Ressalta-se que esse modelo é fruto de um melhoramento a partir dos produtos Copernicus GLO-30 (HAWKER et al., 2022), logo, sendo disponibilizado na resolução também de 30 metros.

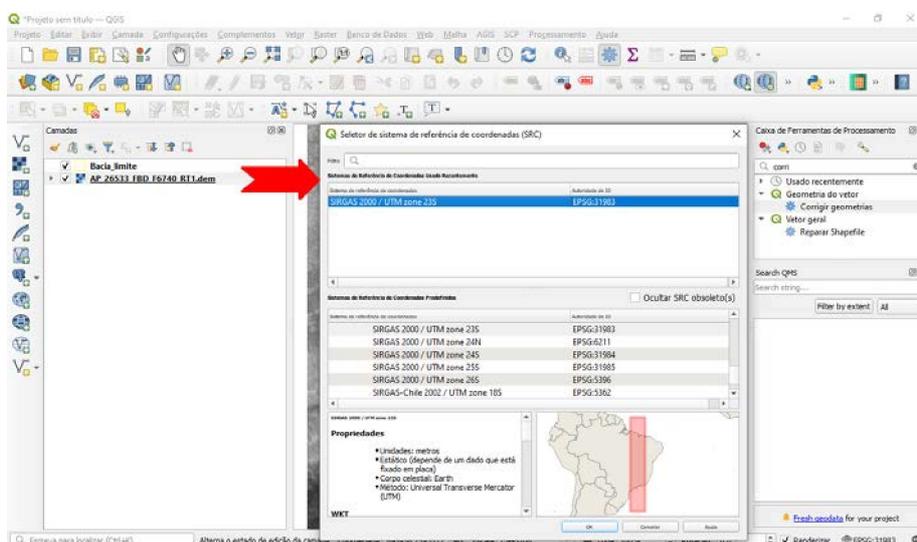
Para ter acesso ao conjunto de dados, basta consultar o link <https://data.bris.ac.uk/data/dataset/25wfyofgukoge2gs7a5mqpq2jz>. Ressalta-se que os arquivos ainda estão sendo distribuídos em um tamanho considerável, entretanto, existe meios mais específicos para que você realize uma aquisição localizada dos dados, entre eles, é possível

encontrar códigos para serem implementados no GEE, viabilizado a importação de uma geometria a ser definida (recorte do DEM) direto para o Google Drive.

3.5. MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO (MDE) E PRODUTOS DERIVADOS

Adicione o arquivo *raster* obtido a partir dos repositórios indicados acima, caso tenha algum de sua área de interesse, utilize-o. No nosso caso, a imagem não está projetada em coordenada plana, por isso, devemos reprojetar o *raster* para Sirgas 2000 UTM 23 S (lembre-se de conferir a zona da sua região), caso seja necessário, procure a projeção condizente com sua área de estudo. Sendo assim siga as instruções que seguem. Clique com o botão direito no *raster* que estamos trabalhando, selecione a opção “SRC da camada” e em seguida “Definir camada SRC...”, indicando assim a projeção de nosso interesse.

Figura 105 - Ajustando de SRC da Camada

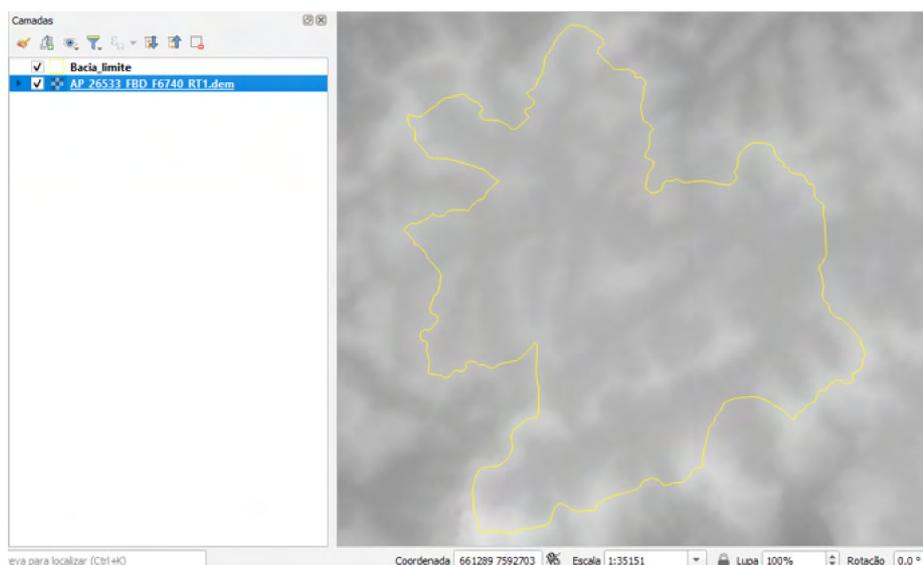


Fonte: NAGEA (2022).

Iremos continuar utilizando a Baía de São Pedro. Caso esse arquivo *shapefile* não esteja adicionado, solicitamos que você o procure novamente em seu banco de dados e o adicione, ou utilize o arquivo de sua área de estudo. Com o arquivo carregado, iremos recortar o *raster* para que nosso arquivo e o projeto em si, não fiquem muito grande.

Nessa próxima etapa é importante que o enquadramento da sua área de estudo esteja numa escala onde toda a extensão do arquivo apareça de forma satisfatória para nossa próxima operação. Veja o exemplo abaixo. A Baía do Córrego São Pedro está bem enquadrada na tela de edição e sua escala de amostragem corresponde ao valor de 1:35151. Pode ser que em sua área de estudo, esse valor não se enquadre, nesse caso reajuste. Certifique-se que o contorno de sua área esteja análogo à Figura 106.

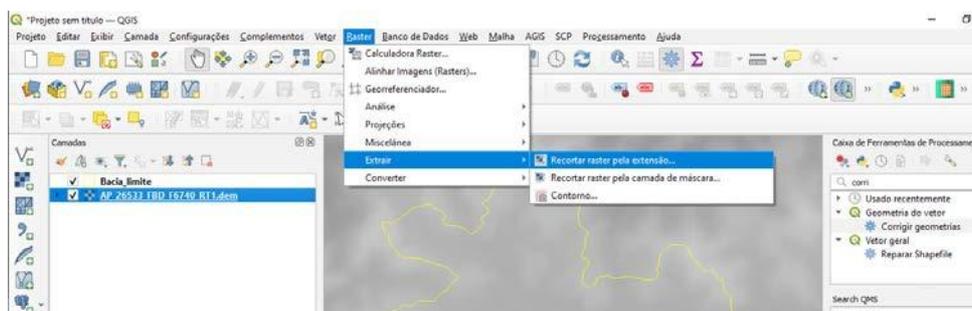
Figura 106 - Visualização da bacia em relação ao arquivo MDE



Fonte: NAGEA (2022).

Com a bacia hidrográfica devidamente enquadrada, iremos fazer o recorte do arquivo *raster* correspondente à área que aparece apenas na tela. Lembramos que existem várias maneiras de recortar um arquivo *raster* no QGIS, iremos apresentar apenas uma opção, dentre tantas outras. Sendo assim, sigam as instruções a seguir: i-) “*Raster*”, ii-) “*Extrair*” e iii-) “*Recortar Raster pela extensão*” (FIGURA 107).

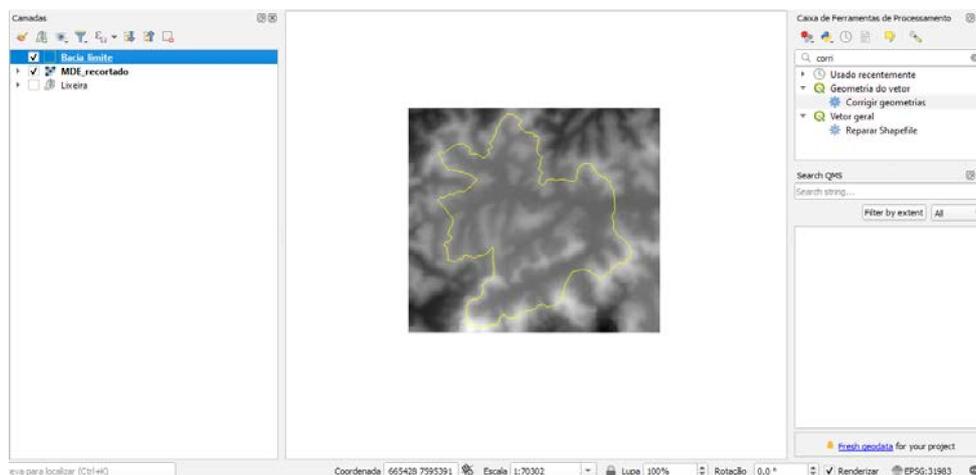
Figura 107 - Recortando o MDE



Fonte: NAGEA (2022).

Uma janela de exibição irá aparecer. Em “Camada de entrada” selecione nosso dado *Raster*. Logo abaixo temos a opção “Extensão de Recorte”, nessa opção selecione “Usar extensão da tela”. Depois vá para “Parâmetros avançados”, clique em “Salvar no Arquivo” e destine uma pasta para onde nosso recorte irá ser gerado. Não se esqueça de nomear seu arquivo recortado. Veja o resultado esperado na Figura 108.

Figura 108 - Resultado do recorte



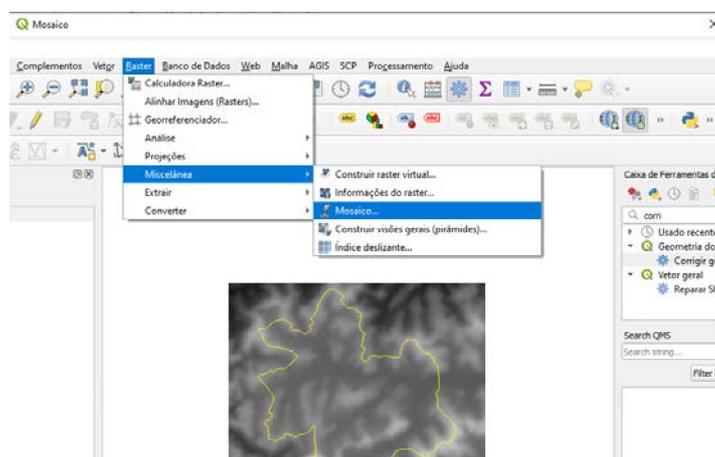
Fonte: NAGEA (2022).

3.5.1. MOSAICO DE UM MDE

Caso a área estudada não esteja em sua totalidade dentro de apenas uma imagem, é necessário então juntar (mosaicar) as imagens que correspondem à sua área, tornando-a uma só.

O Procedimento é bem simples, primeiramente, vá em "Raster" > "Miscelânea" > "Mosaico...".

Figura 109 - Passos para realizar o mosaico de várias imagens

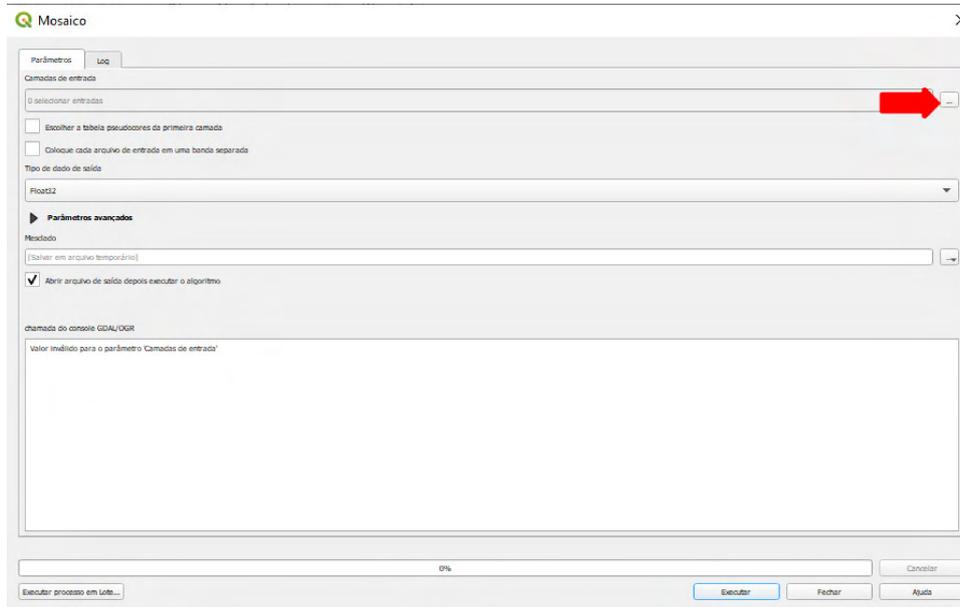


Fonte: NAGEA (2022).

Após executar o procedimento anterior, vá em "Camadas de Entrada", selecione as imagens MDE que você gostaria de unir e dê "OK". O número de imagens pode ser maior que dois, e quanto maior a quantidade, mais demorado é o processo. Ainda em mesclar, salve o arquivo com nome e local desejado e execute a ação.

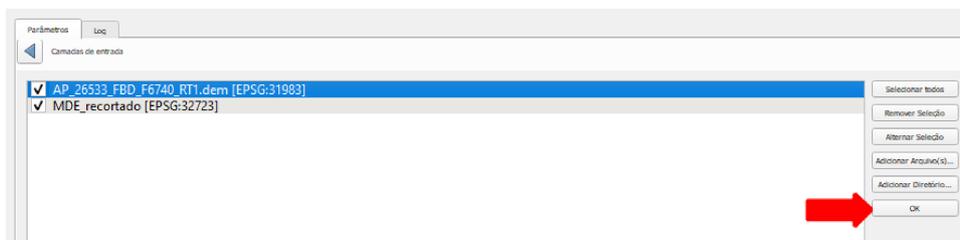
É válido ressaltar que imagens MDE podem ser muito pesadas, o que torna o processo mais lento e exige mais espaço de armazenamento, uma sugestão para facilitar esses processos é cortar a imagem deixando apenas a área a ser trabalhada. Aqui foi feita apenas uma simulação.

Figura 110 - Selecionar camadas a mosaicar



Fonte: NAGEA (2022).

Figura 111 - Concluindo o processo de mosaico

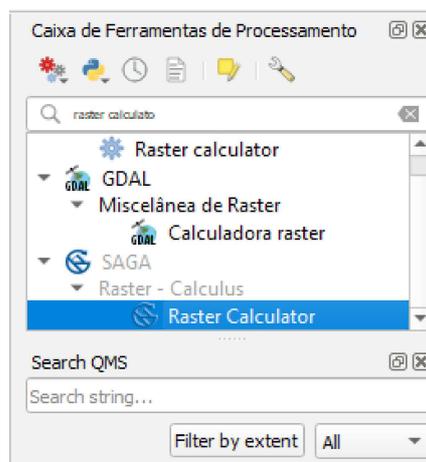


Fonte: NAGEA (2022).

3.5.2. CORREÇÃO DO MDE

Iniciaremos a correção de valores negativos que possam vir a ter no MDE, para que não haja erros nas etapas seguintes. No caso estudado da bacia de São Pedro não foram observados erros, contudo, caso apareça no seu estudo deverá agir da seguinte forma. O primeiro passo é ir na caixa de ferramentas e digitar "Raster Calculator", na aba do Saga, conforme a Figura 112.

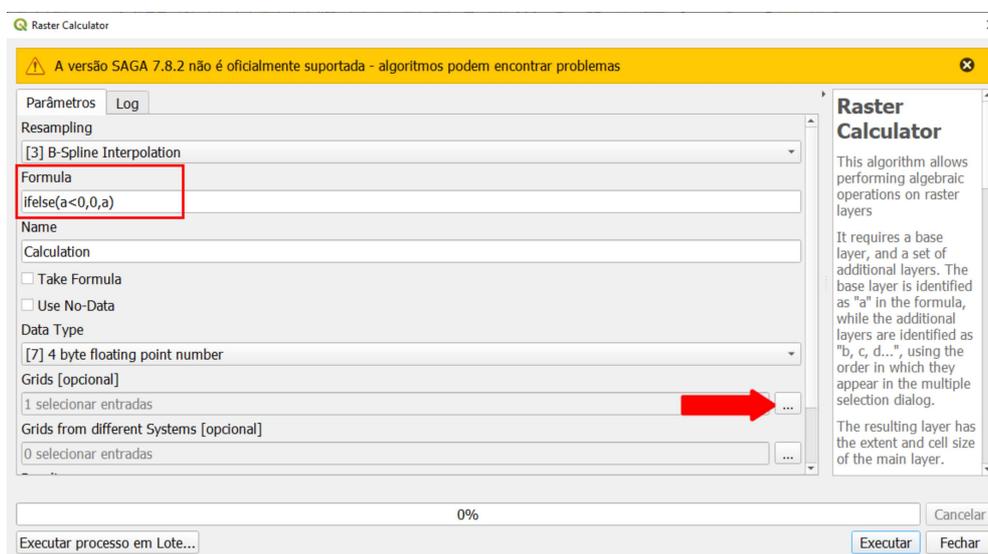
Figura 112 - Calculadora Raster



Fonte: NAGEA (2022).

Posteriormente, deverá abrir a caixa do "Raster Calculator", clique nos três pontos de "Grids" para adicionar o arquivo, onde será selecionado o arquivo MDE já recortado. No campo "Formulã" deve-se digitar "ifelse(a<0,0,a)", sendo essa função uma condição, pois se "a" (sendo a todos os pixels da imagem) é menor do que 0 (que representa valores negativos), esses valores retornarão ao valor de 0, mas caso não haja valores menores que 0, continuarão em seus respectivos valores.

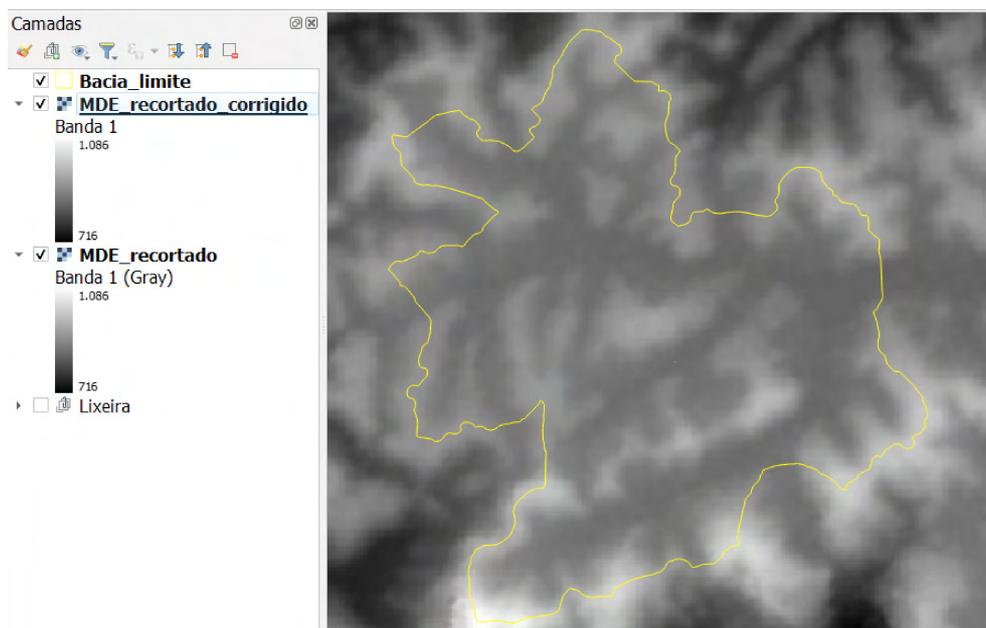
Figura 113 - Informações necessárias para o Raster Calculator



Fonte: NAGEA (2022).

Por fim, clique para "Salvar no Arquivo". Perceba que a extensão deste arquivo é "sdat". Como pode perceber na Figura 114, os valores mínimos e máximos entre os dois arquivos MDE foram mantidos iguais e positivos, portando não existe erro e caso houvesse já teria sido corrigido nesse ponto.

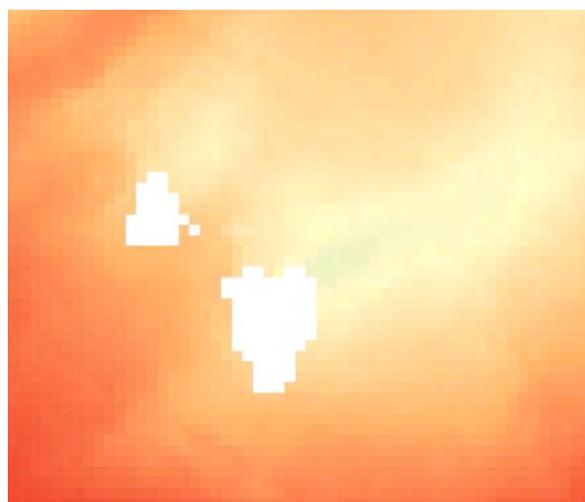
Figura 114 - Produto final da correção dos valores negativos



Fonte: NAGEA (2022).

Com esta etapa concluída, agora seguiremos para a correção de preenchimento dos pixels. Ao baixar a imagem “*.DEM” elas podem chegar sem dados, pois nesse processo de aquisição algum dos pixels podem vir vazios, como é o exemplo da Figura 115.

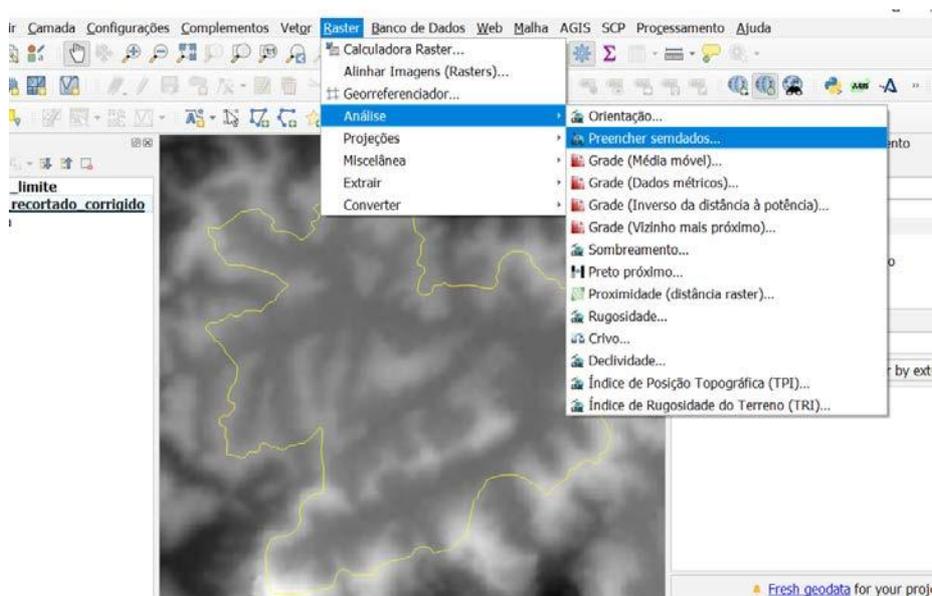
Figura 115 - Exemplo do erro de preenchimento



Fonte: NAGEA (2022).

Na imagem de radar utilizada no exemplo de São Pedro, não consta nenhum pixel com depressões espúrias como da figura 115. Porém na sua área de escolha pode vir a acontecer, assim, já deixamos aqui registrado como sanar esse problema. Para isso iniciaremos clicando no Menu “Raster” > “Análise” > “Preencher sem Dados” (Figura 116).

Figura 116 - Preenchimento de depressões espúrias



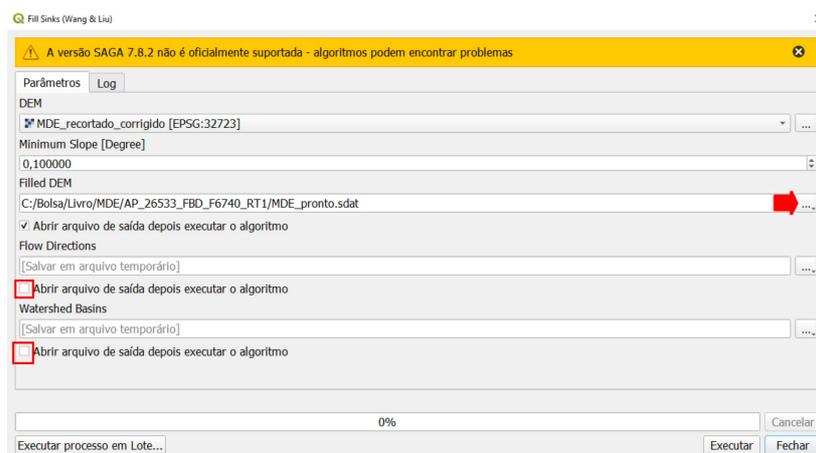
Fonte: NAGEA (2022).

Na camada de entrada, o documento a ser colocado é o último que foi corrigido, após selecioná-lo, não há necessidade de alterar mais nenhum dado, assim salve o arquivo com o nome que desejar na extensão “.tif” e com isso clique em “Executar”.

Iniciaremos agora a correção do MDE para remover as depressões fechadas que interrompem o escoamento na rede hidrográfica, com esta correção preencheremos as depressões. Para realizarmos esta etapa é necessário o último arquivo de correção gerado, com ele em mãos iniciaremos o processo clicando na “Caixa de Ferramentas”, digite: “Fill Sinks”, e selecione a “Fill Sinks (wang & liu)”.

Com a janela aberta, selecione em “DEM”, o último arquivo de correção gerado, depois deselectione as caixas de diálogo: “Bacias Hidrográficas” e “Instruções de Fluxo”. Assim, selecione o local de saída para que o arquivo fique salvo e “Execute”. Conforme a figura 117.

Figura 117 - Finalização do processo de remoção das depressões espúrias



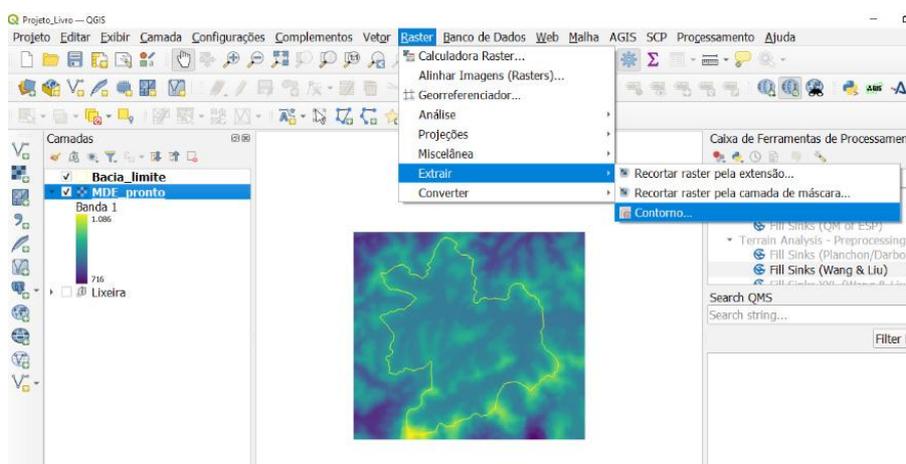
Fonte: NAGEA (2022).

Com o arquivo gerado iremos diretamente nele, e clicando com o “Botão Direito” vá em “Simbologia”, e em “Tipo de Renderização” escolha a opção “Banda simples falsa-cor”. Na janela “Configurações de Valor Mín/Máx” (repare que você precisa expandir a opção), selecionar “Mín/Máx”, e na janela de “Precisão”, selecionar “Real (Mais Lento)”. Finalize clicando em “Aplicar”.

3.5.3. GERAÇÃO DE CURVAS DE NÍVEL

As curvas de nível são essenciais para diversos tipos de estudos e podem ser um dos produtos gerados a partir de um DEM/MDE. Para fazermos isso, siga o passo a passo, i-) “Raster”, ii-) “Extrair” e iii) “Contorno”. Clique nessa última opção habilitando sua caixa de edição.

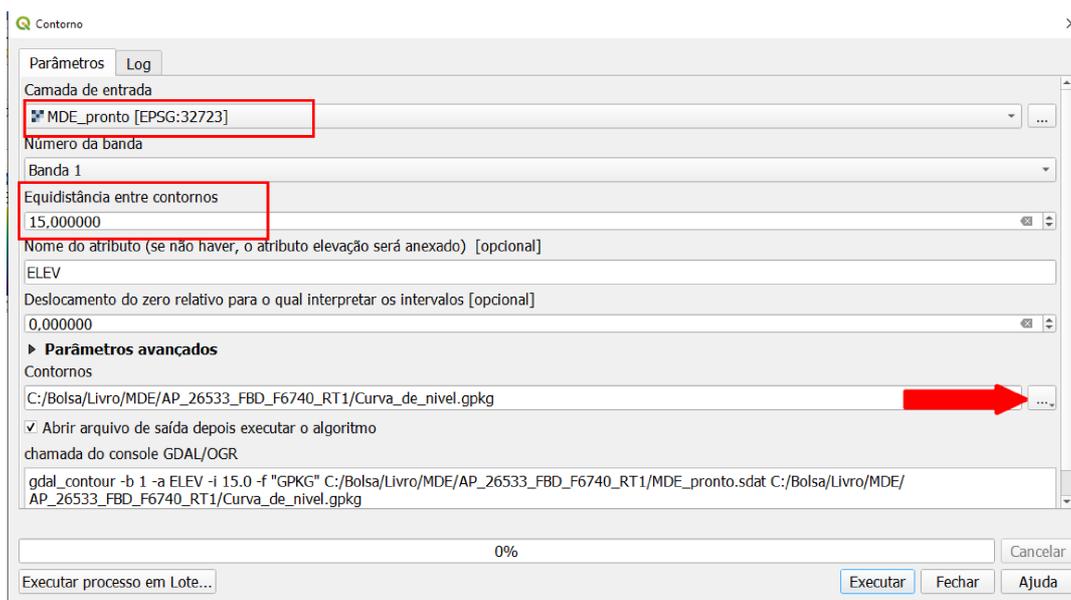
Figura 118 - Extração de curvas de nível



Fonte: NAGEA (2022).

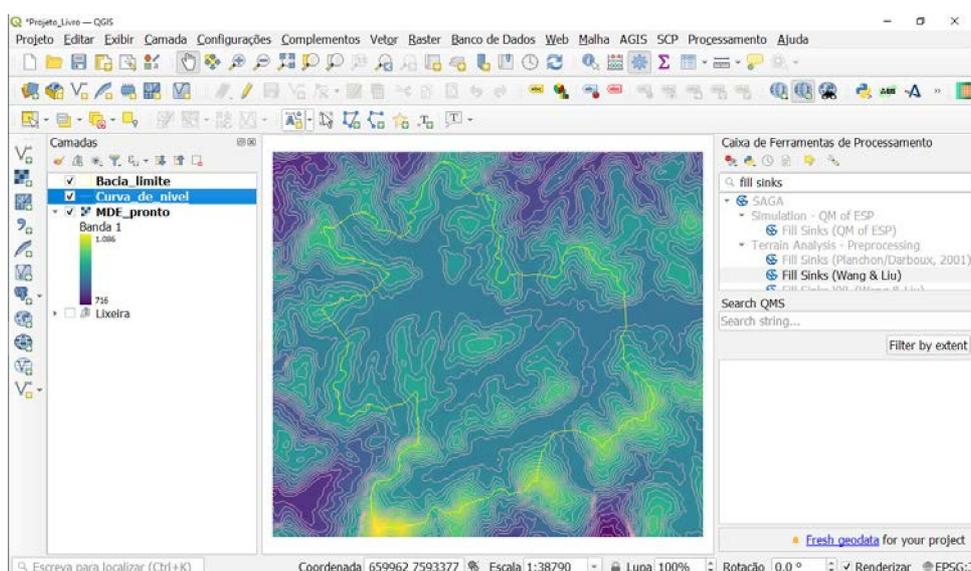
Na opção “Camada de Entrada”, adicione o dado *raster*, para o nosso caso aquele que corrigimos nos passos anteriores. Em seguida, na opção “Equidistância entre contornos” iremos adicionar o valor de “15m”. Logo abaixo em “Nome do atributo”, vamos adicionar um nome de nossa preferência, ou se preferir, pode usar o nome que o *software* já disponibiliza. Para finalizar vá em “Parâmetros avançados” e salve o arquivo em uma pasta, depois “Executar” (FIGURA 119). Em seguida certifique que o seu resultado esteja análogo à Figura 120.

Figura 119 - Informações necessárias para geração das curvas de nível



Fonte: NAGEA (2022).

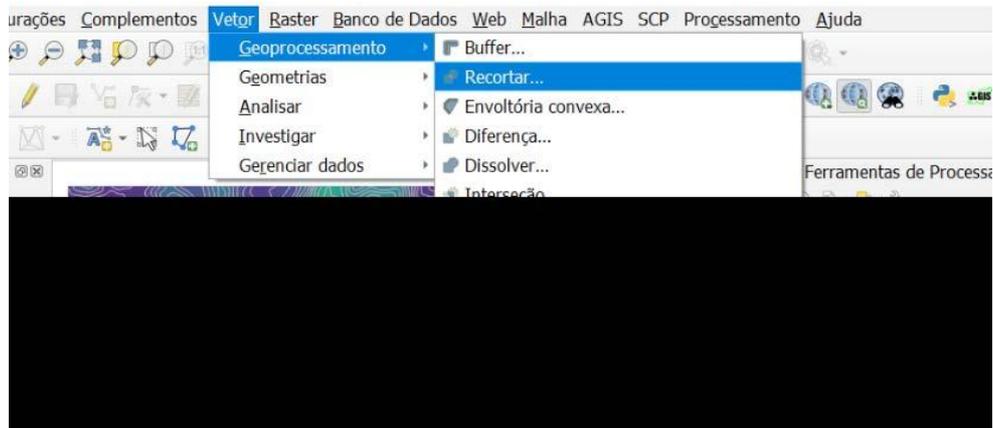
Figura 120 - Curvas de nível geradas no espaçamento desejado



Fonte: NAGEA (2022).

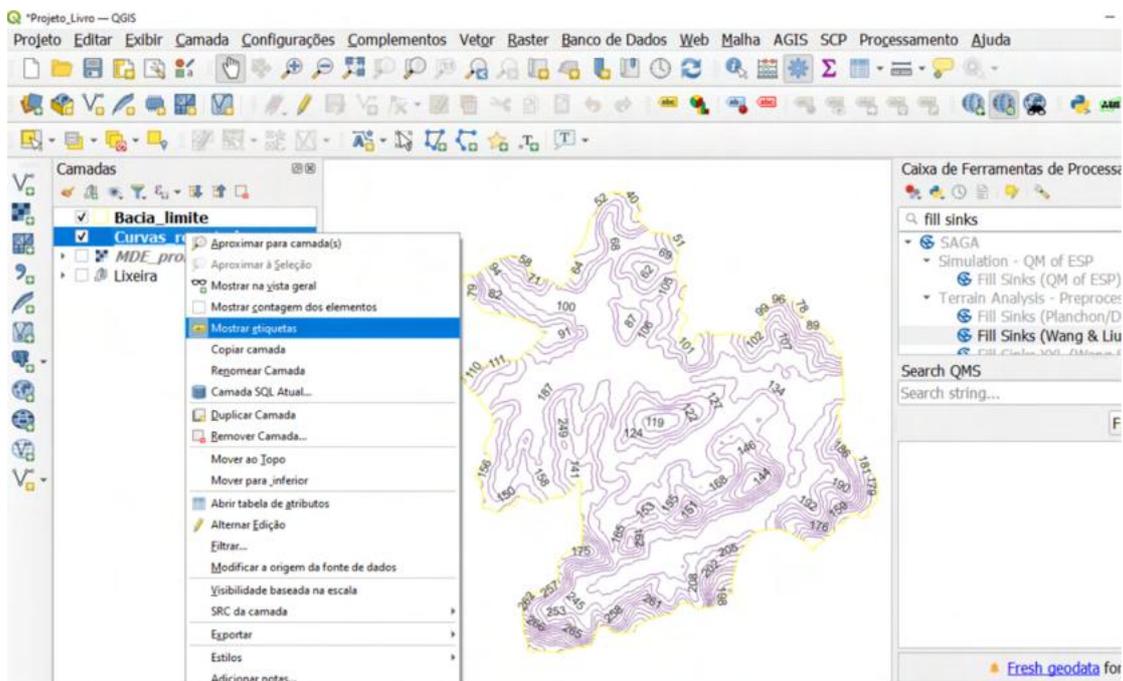
Lembrando que as cores, assim como outras propriedades, podem ser alteradas na simbologia do arquivo. Com o arquivo gerado, recorte apenas sua área de estudo e em seguida rotule as feições concernentes aos valores altimétricos, para isso basta ir em sua simbologia.

Figura 121 - Recortando a área de interesse



Fonte: NAGEA (2022).

Figura 122 - Resultado das curvas de nível editadas e recortadas



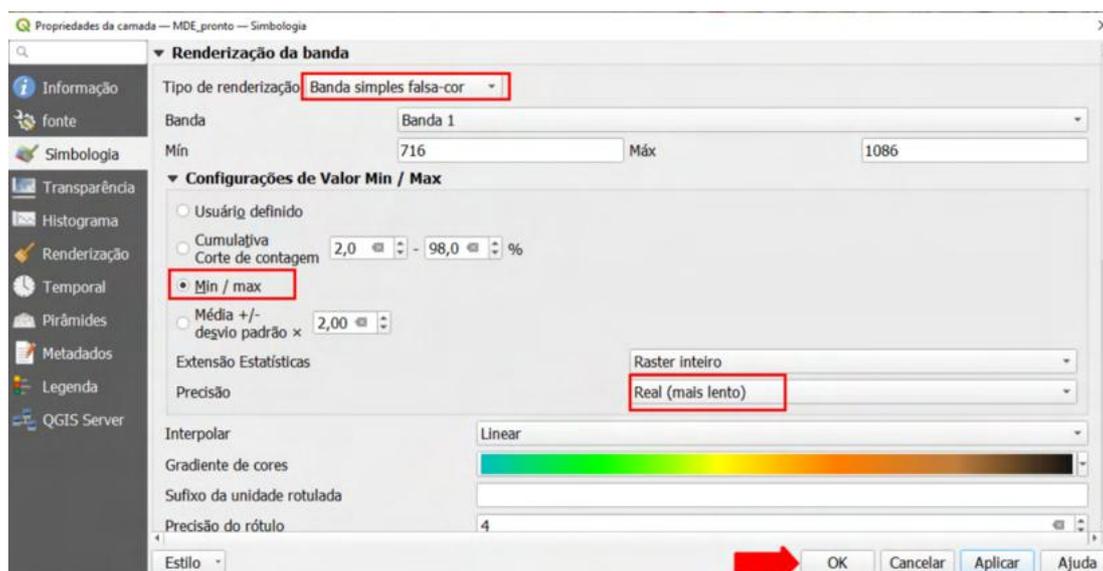
Fonte: NAGEA (2022).

3.5.4. GERAÇÃO DE CARTA HIPSOMÉTRICA (FALSA-COR)

Vamos adicionar agora valores relacionados à Hipsometria. No nosso caso, não iremos reclassificar o *raster*, apenas alterar os valores que já estão contidos no arquivo e colocar uma rampa de cores. Para isso clique com o botão direito no seu arquivo MDE e vá até a opção de “Simbologia”.

Em seguida, vá até as “Configurações de Valor Min/Max” e em “Precisão”, altere para “Real (Mais Lento)”, por fim, deixe selecionada a opção “Mín/max” (FIGURA 123).

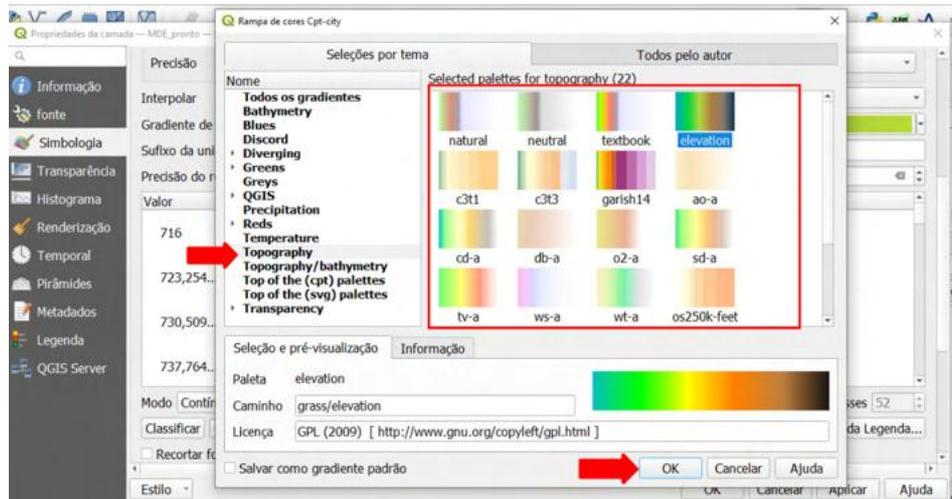
Figura 123 - Configurações dentro da simbologia para geração da carta hipsométrica



Fonte: NAGEA (2022).

Vamos agora até “Gradiente de cores” e siga até “Criar Nova Gradiente de Cor”. Após fazer isso a caixa “Tipo da Cor de Gradiente” irá surgir, escolha a opção “Catalogo: cpt-city” e clique em “OK”. Note que uma nova janela ficará disponível, possibilitando que alteremos o gradiente de acordo com nossa preferência. Siga até a opção “Topography” e escolha uma rampa de cores de seu gosto (FIGURA 124).

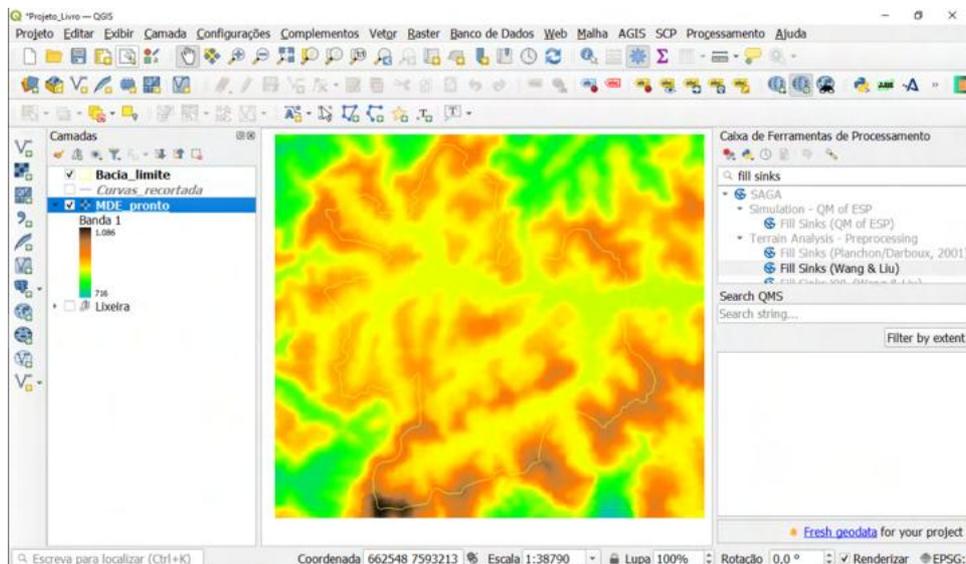
Figura 124 - Escolha de um gradiente de cores Topography



Fonte: NAGEA (2022).

Para finalizarmos esta etapa, vamos agora em "Modo" e selecionar a opção de "Intervalo igual". Nota-se também que na opção de "Classes" já consta uma certa quantidade, por hora manteremos ela. Depois em "Estilo", selecione a opção "Salvar como padrão". Por fim, dê "OK". Certifique-se de que seu resultado se parece com o da imagem a seguir (FIGURA 125).

Figura 125 - Editando MDE



Fonte: NAGEA (2022).

Agora separe um momento para analisar o seu resultado até aqui. Perceba também que ficou bem evidente as diferenças de altitudes na sua área e como esse tipo de produto pode facilitar nosso entendimento inicial sobre a topografia do terreno, como por exemplo, a presença de diferenças altitudinais ao longo de nossa área de estudo. Tente colocar

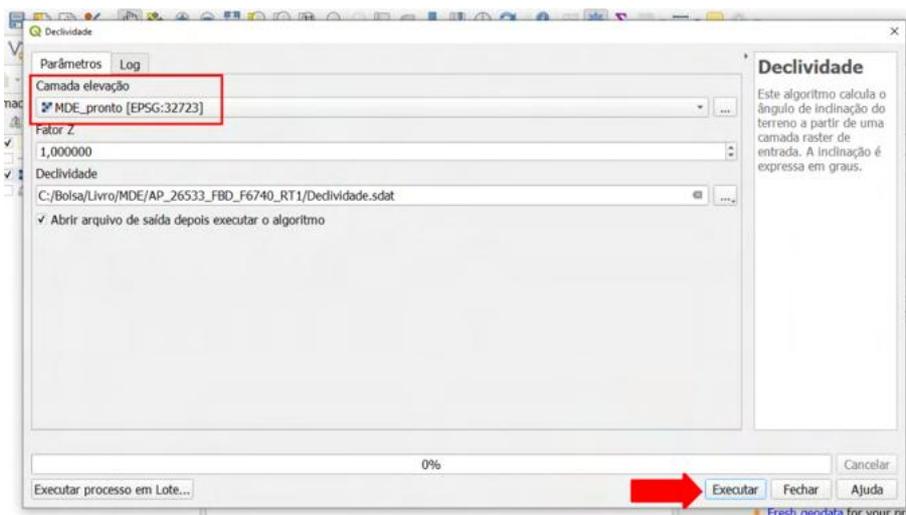
a sua camada de curvas de nível geradas anteriormente, a título de comparação dos resultados obtidos.

3.5.5. GERAÇÃO DE CARTA DE DECLIVIDADE DO TERRENO

Os estudos sobre declividade podem ser aplicados à várias áreas do conhecimento, como, i-) planejamento, ii-) meio ambiente, iii-) agricultura, iv-) trabalhos de engenharia, dentre outros. Existem muitas metodologias para avaliarmos a declividade de uma respectiva área. Nesse caso, iremos adotar aquela desenvolvida pela EMBRAPA (1979), contudo, incentivamos que você procure outras metodologias e aplique-as em seu projeto, utilizando o *software* QGIS.

Iremos utilizar o arquivo de hipsometria gerado na parte anterior. Sendo assim, vá até a Caixa de Ferramentas do QGIS, e em “*Raster de análise do terreno*” dê duplo clique em “Declividade”. Na nova aba que irá se abrir vá em “Camada elevação” e adicione o arquivo *raster* que utilizamos na parte anterior e em “Declividade” escolha uma pasta onde o novo arquivo será salvo (Figura 126).

Figura 126 - Dados para geração da declividade



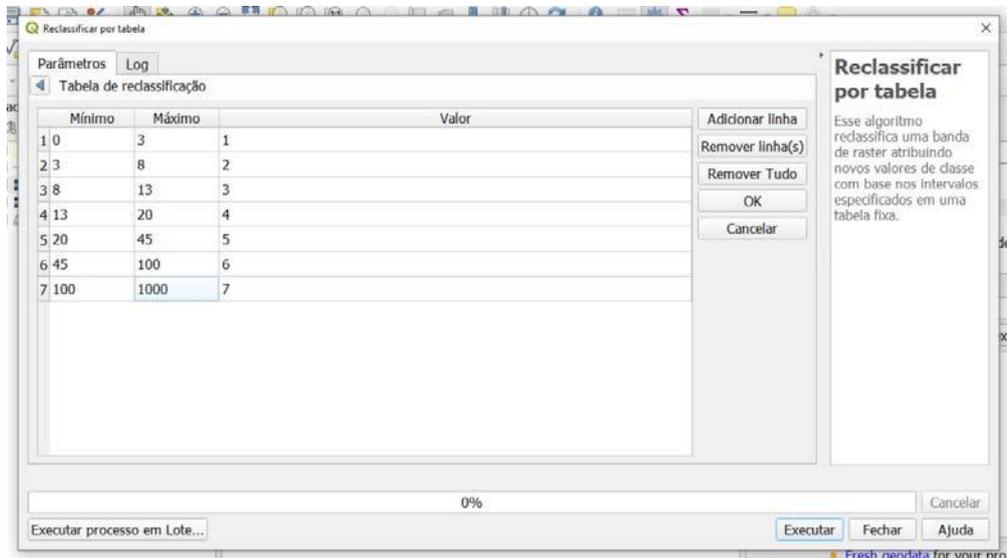
Fonte: NAGEA (2022).

No novo arquivo gerado, abra a opção de “Simbologia” e em “Configurações de Valor Min/ Max” vá até “Precisão” selecione “Real (Mais Lento)”. Ao fazer isso, siga novamente para a Caixa de Ferramentas do QGIS e procure a opção “Análise *Raster*” e em “Reclassificar por Tabela” dê duplo clique e, ao abrir a janela correspondente à função, siga até, “Tabela de reclassificação”. A janela “Reclassificar por Tabela” irá se abrir e nela vá em “Adicionar linha” e coloque sete colunas, como mostrado na Figura 127.

Como dito anteriormente, vamos adicionar os valores na tabela de acordo com a metodologia proposta pela EMBRAPA (1979) para avaliação de áreas com aptidão agrícola, proposta no livro Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras, em sua 3ª edição, 1995. Preencha os campos de sua tabela de acordo com a Figura 127 para

aplicações agrícolas. Ao preencher tudo dê "OK" e em seguida escolha uma pasta onde seu arquivo será salvo, renomeie e clique em "Executar". Para aplicações urbanas utilize as declividades sugeridas no item seguinte, gerando sete classes.

Figura 127 - Classes de declividade para aplicações agrícolas



Fonte: NAGEA (2022).

3.5.6. DECLIVIDADE

A declividade é uma rampa ou gradiente expressa em graus ou porcentagem conforme a figura abaixo. Em porcentagem é calculada pela Fórmula 1:

$$i (\%) = (dh / dH) \times 100$$

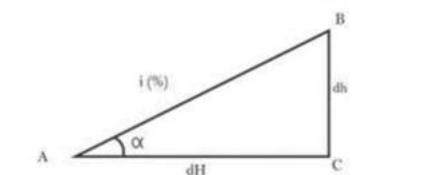
(Fórmula 1)

Em graus, basta o arco tangente (\tan^{-1} nas calculadoras científicas) conforme a Fórmula 2:

$$\tan \alpha = dh / dH \qquad \alpha (\text{graus}) = \text{ArcTan} (dh / dH)$$

(Fórmula 2)

Figura 128 - Representação gráfica da declividade



Fonte: NAGEA (2022).

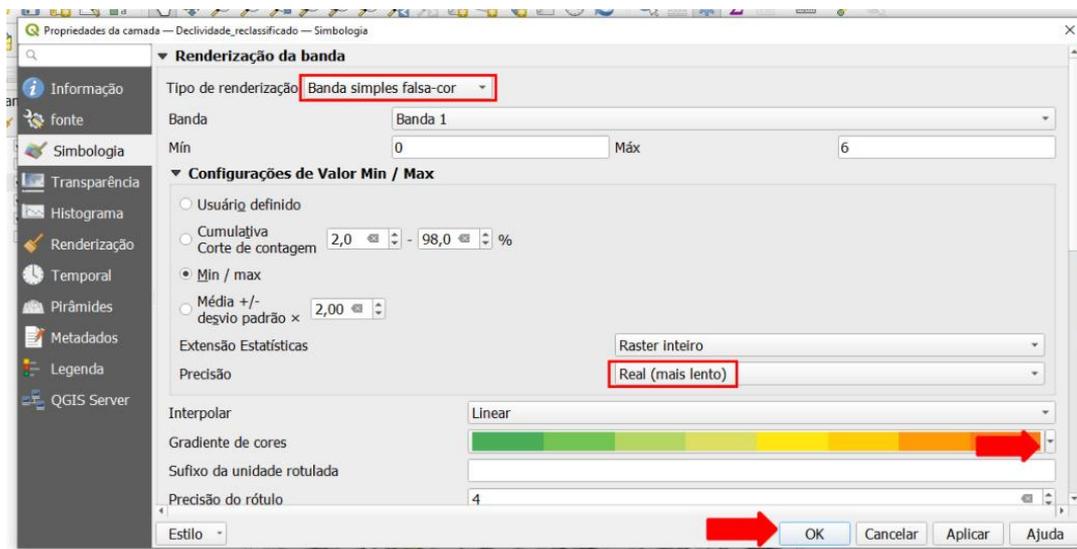
Para aplicações urbanas, sugere-se trabalhar com as classes abaixo:

- 0-6%: planícies aluvio-coluvionares com risco de inundação;
- 6-12%: ocupação urbana livre de restrições;
- 12-30%: ocupação com limitação para máquinas agrícolas, de terraplanagem e veículos pesados em área urbana como ônibus e caminhões;
- 30-47%: Lei Federal nº 6.766/1979 - parcelamento só autorizado pelo poder público mediante laudo geotécnico. Essa faixa de declividade tem coincido com áreas de risco em encostas em cidades da área de atuação do 4º BBM;
- 47-58%: Lei Federal nº 12.651/2012 - Área de Uso Restrito – AUR ou UR. Só permitida a ocupação por instalações de apoio a propriedade rural. Exemplo: curral. É permitido o manejo sustentável de culturas.
- 58-100%: IPT indica áreas onde houve estatisticamente mais escorregamentos na região SE (BITAR et al., 2012).
- > 100%: Lei Federal nº 12.651/2012 - Área de Preservação Permanente - APP. Não é permitida a ocupação e devem-se revisar as existentes em função do alto risco de problemas futuros. Áreas sensíveis que requerem proteção permanente e monitoramento. Lembrando que: 6% = 3,4°; 12% = 6,8°; 30% = 17°; 47% = 25°; 58% = 30°; e 100% = 45°.

A EMBRAPA trabalha com valores de declividade para aptidão agrícola, dentro do parâmetro de "Graus de limitação por suscetibilidade à erosão", utilizando as referências de 0-3% (plano, praticamente plano); 3-8% (suave ondulado); 8-13% (moderadamente ondulado); 13-20% (ondulado); 20-45% (forte ondulado); 45-100% (montanhoso); >100% (escarpado), (RAMALHO-FILHO & BEEK, 1995).

Vamos agora finalizar nossas edições com os seguintes procedimentos. Vá na "Simbologia" do novo arquivo criado e em "Configurações de Valor Min / Max", "Precisão" selecione "Real (Mais Lento)", assim como fizemos anteriormente. Em seguida vá até "Tipo de Renderização" e escolha a opção "Banda simples falsa-cor". Veja que uma rampa de cores padrão é gerada, caso queira alterá-la vá em "Gradiente de cores" e escolha. (FIGURA 129).

Figura 129 - Alterando algumas características dentro de simbologia para geração da declividade



Fonte: NAGEA (2022).

Em seguida vá em “Modo”, ainda em “Simbologia”, e deixe a opção “Intervalo igual” habilitada, em valores “Mín” deixe “1” e em “Max” coloque “7”, por fim em “Classes” deixe o número “7”, como mostrado na figura 130.

Em todas as classes que geramos a partir da metodologia da Embrapa, iremos agora nominá-las de acordo com os padrões estipulados por este órgão. Logo, vá até a opção “Rótulo” e adicione no “Valor 1” o nome, “Plano”. Em seguida renomeie as classes subsequentes de acordo com a ordem: 0-3% (plano); 3-8% (suave ondulado); 8-13% (moderadamente ondulado); 13-20% (ondulado); 20-45% (forte ondulado); 45-100% (montanhoso); >100% (escarpado).

Figura 130 - Editando o rótulo das classes para nominal

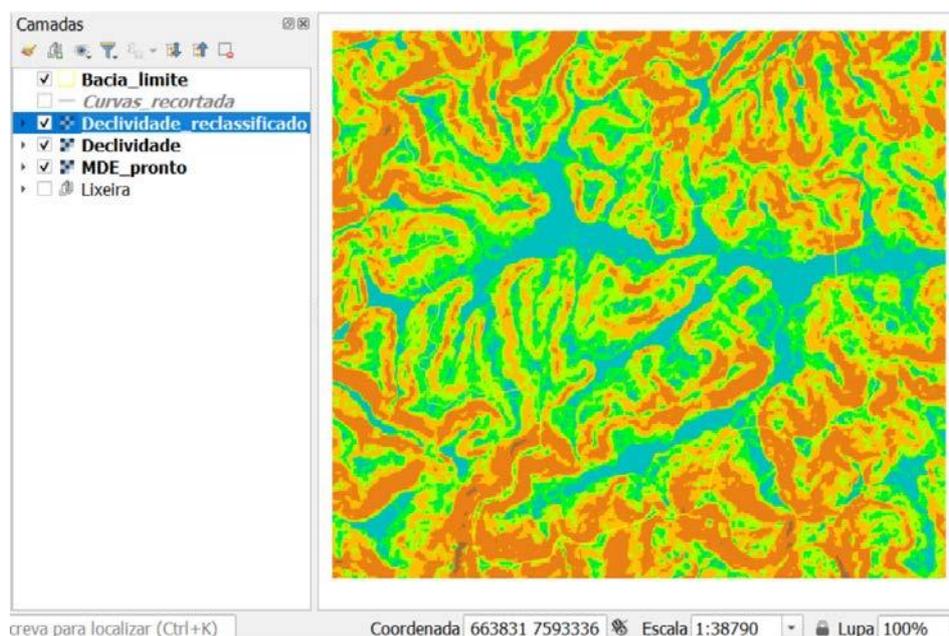
Valor	Cor	Rótulo
1		Plano
2		Suave ondulado
3		Moderadamente ondulado
4		Ondulado

Modo Intervalo igual Classes 7

Fonte: NAGEA (2022).

Certifique-se que seu resultado esteja de acordo com a Figura 131.

Figura 131 - Geração da carta de declividade

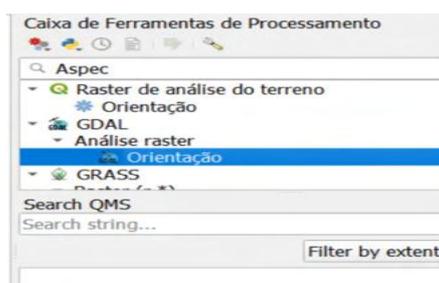


Fonte: NAGEA (2022).

3.5.7. GERAÇÃO DE CARTA DE ORIENTAÇÃO DE VERTENTES (ASPECTO)

Iremos agora desenvolver uma Orientação de Vertentes, ou Aspecto. Nessa aplicação o MDE basicamente nos informa como as vertentes se orientam a partir de sua localização geográfica. Iremos agora extrair estas informações do nosso *raster*. Sendo assim, vá até a Caixa de Ferramentas e em "GDAL", "Análise *raster*" e em "Orientação" dê duplo clique para abrir esta opção (FIGURA 132).

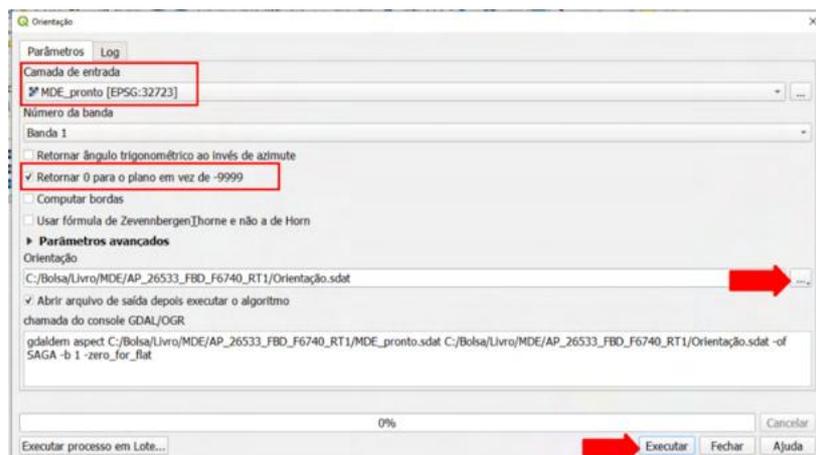
Figura 132 - Localização da ferramenta Orientação



Fonte: NAGEA (2022).

Com a ferramenta habilitada iremos agora adicionar nosso MDE em "Camada de Entrada" e na opção "Retornar o para o plano em vez de -9999", habilite esta caixa, pois o programa irá associar as áreas planas como o ou próximo de o, isto será de suma importância quando formos reclassificar o *raster*. Em seguida não altere nenhuma outra opção apenas siga para "Orientação" e escolha o local onde o novo arquivo gerado será salvo, e depois clique em "Executar" (FIGURA 133).

Figura 133 - Informações necessárias na janela Orientação

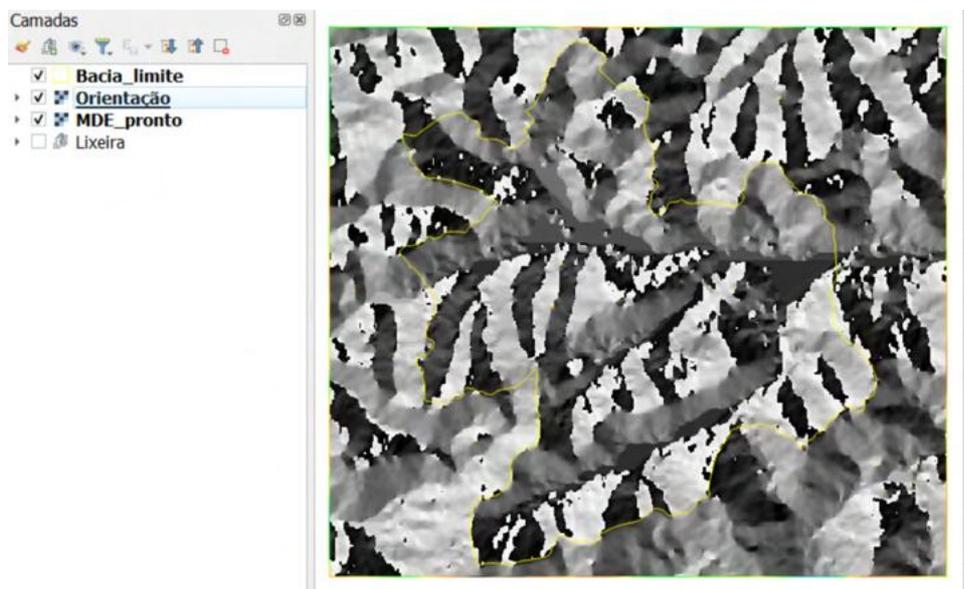


Fonte: NAGEA (2022).

A orientação é gerada a partir dos pontos cardeais (Rosa dos Ventos), logo os valores próximos de 0 estão a Norte e os de 180 próximos ao Sul. No nosso exemplo, não iremos reclassificar o arquivo, pois, o intuito aqui é apenas mostrar mais um produto gerado a partir do MDE.

Caso queria reclassificar, siga os mesmos procedimentos que utilizamos para a Declividade, porém, respeitando a angulação de cada ponto cardinal. Seu produto deve ser próximo do que a Figura 134 mostra.

Figura 134 - Carta de orientação de vertentes



Fonte: NAGEA (2022).

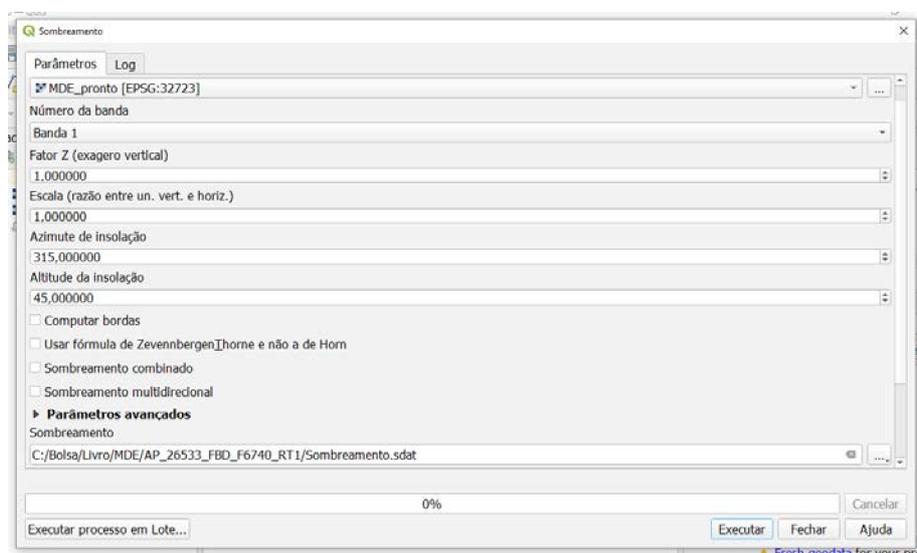
3.5.8. GERAÇÃO DE CARTA DE RELEVO SOMBREADO

Outro produto importante para diversos tipos de análise, como projetos arquitetônicos, por exemplo, é o Relevo Sombreado. A definição deste tipo de produto seria basicamente como a incidência de uma fonte de luz (Sol, por exemplo) em nossa área de estudo produz sombreado. Sendo assim, retorne para a Caixa de Ferramentas e em "GDAL", "Análise Raster" habilite a opção "Sombreamento".

Com a opção aberta preencha a "Camada de entrada" com o *raster* padrão que estamos utilizando. É importante ressaltar que o "Azimute de insolação" se refere à fonte de iluminação que irradia sobre nossa área de estudo e a "Altitude de insolação" sua altura.

Caso tenha interesse em definir, o faça. Mas no nosso caso, não iremos alterar estes valores. Apenas vá até "Sombreamento" e escolha uma pasta destino do novo arquivo gerado. Em seguida, execute a ferramenta (FIGURA 135).

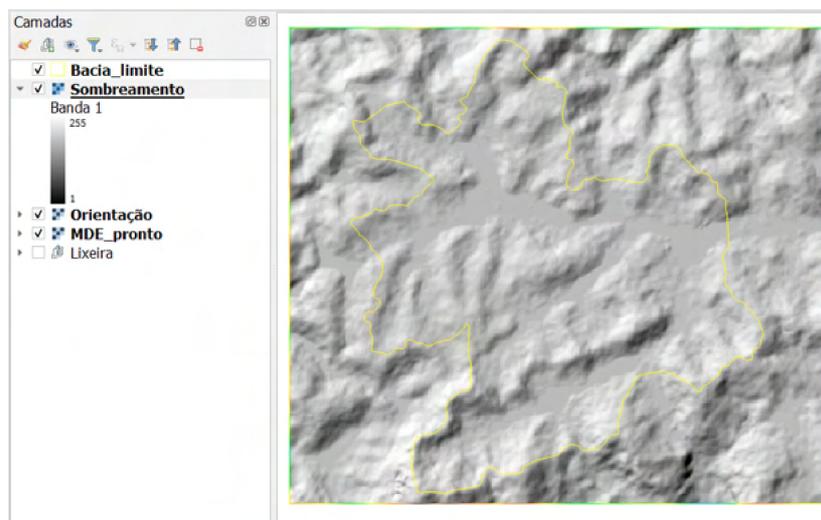
Figura 135 - Configurações para geração do Sombreamento



Fonte: NAGEA (2022).

O seu resultado deverá estar próximo do seguinte.

Figura 136 - Carta de Relevo Sombreado



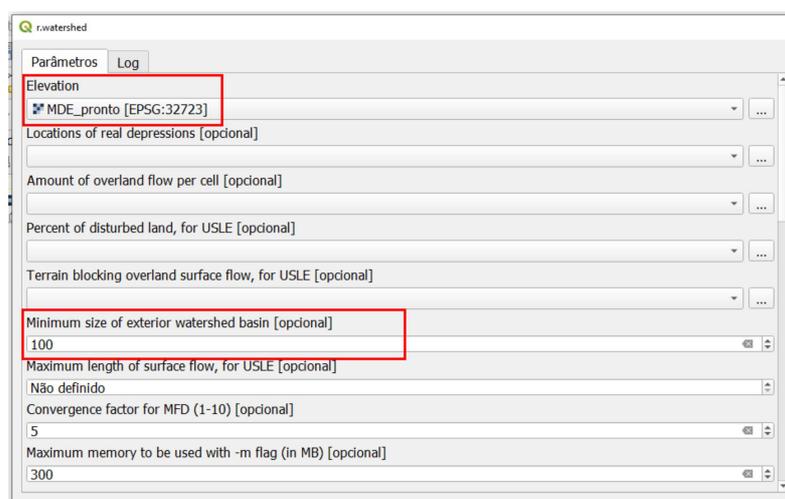
Fonte: NAGEA (2022).

3.6. EXTRAÇÃO DE DRENAGEM E BACIAS HIDROGRÁFICAS

Iremos criar agora a extração de sub bacias hidrográficas e drenagem superficial a partir do Modelo Digital de Elevação da nossa área de estudo. Para isso iremos utilizar o GRASS que já vem instalado no QGIS, possibilitando que usemos as ferramentas desse SIG dentro da janela de edição padrão do programa. Para iniciarmos, siga até a janela de busca da “Caixa de Ferramentas” e digite “r.watershed” e ao encontrar essa ferramenta dê um clique duplo e a habilite.

Na aba “Elevation” adicione o MDE corrigido. Em “Minimum size of exterior watershed basin” adicione o valor “100”. Nas outras opções, não precisa alterar ou acrescentar mais nenhuma outra informação (FIGURA 137).

Figura 137 - Número de células necessárias para gerar drenagem

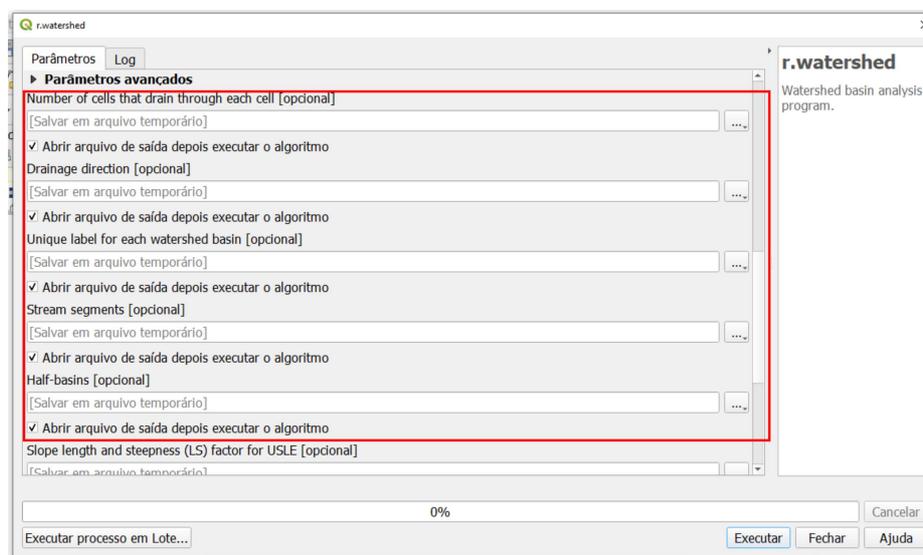


Fonte: NAGEA (2022).

Vamos continuar a edição: role a barra lateral à direita para baixo até encontrarmos o primeiro parâmetro, que traduzido para o português chama-se “Número de células que drenam através de cada célula” clique em “Salvar no arquivo” e crie uma pasta denominada “GRASS”, onde todos os outros arquivos serão salvos. Dentro desta pasta criada, salve o primeiro arquivo com o nome de “Acumulattion”, ou o que preferir. Esse arquivo indica locais preferenciais para barraginhas em áreas rurais ou locais com necessidade de dispositivos de drenagem em áreas urbanas.

A próxima janela corresponde à “Direção de Drenagem”, selecione a pasta onde o arquivo será salvo e dê o nome de “Drainage”. Em seguida, temos a opção “Rótulo único para cada bacia hidrográfica”, selecione a pasta novamente e dê o nome de “Basin”. Repita o mesmo processo para “Segmento de fluxo” e “Meias-bacias”, dando os respectivos nomes, “Stream” e “Half_basin”. Não esqueça de que todos os arquivos salvos devem estar dentro da pasta “GRASS”.

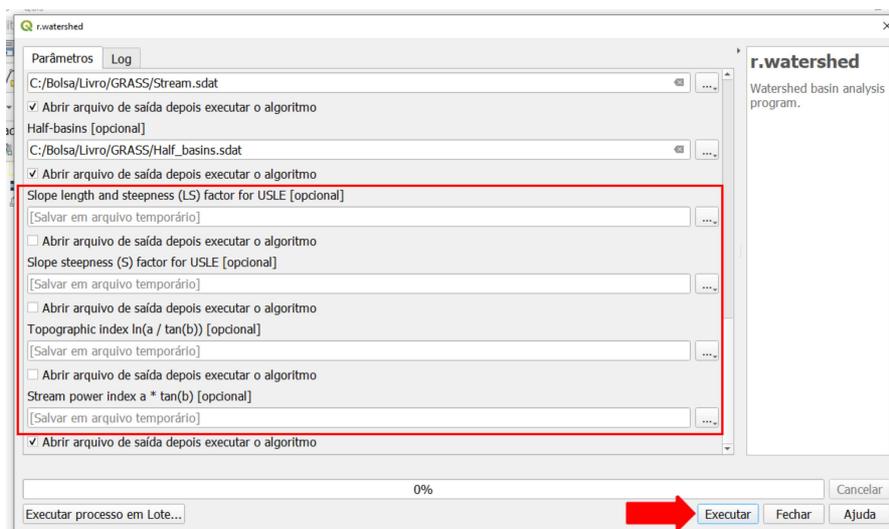
Figura 138 - Produtos parciais a serem gerados dentro do processo



Fonte: NAGEA (2022).

No próximo passo, role a barra até as quatro opções finais da janela e desabilite as seguintes funções: i-) “Comprimento da declividade e fator topográfico (LS) para EUPS, ii-) “Fator de declividade (S) de inclinação para USLE”, iii-) “Índice topográfico em(a/ tan(b))”, iv) “Índice a de poder de fluxo *tan(b)” (FIGURA 139). Após aplicarmos todas essas alterações, clique em “Executar” e aguarde o processamento dos dados.

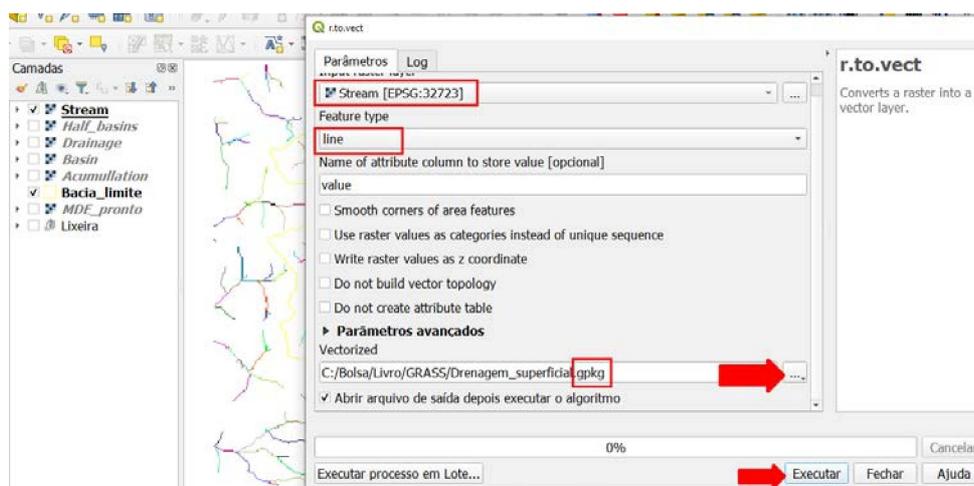
Figura 139 - Itens que não selecionamos.



Fonte: NAGEA (2022).

Note bem que todos os arquivos gerados estão no formato matricial, iremos agora transformá-los para vetor. Para isso siga até a caixa de buscas e digite o nome "r.to.vect" e em seguida clique duas vezes com o botão esquerdo do mouse. Na "Camada raster de entrada" certifique-se de que o arquivo "Stream" que geramos anteriormente seja adicionado. Em tipo de feição, devemos alocar a opção "line" Ao fazer isso, desça a barra de rolagem lateral direita e na última opção denominada "Vetorizado" escolha o local onde esse novo arquivo será salvo. Nomeie como "Drenagem Superficial" ou outro nome de sua preferência e perceba que a extensão do arquivo não está pré-configurada como ".shp", portanto, faça isso no momento de salvar no arquivo.

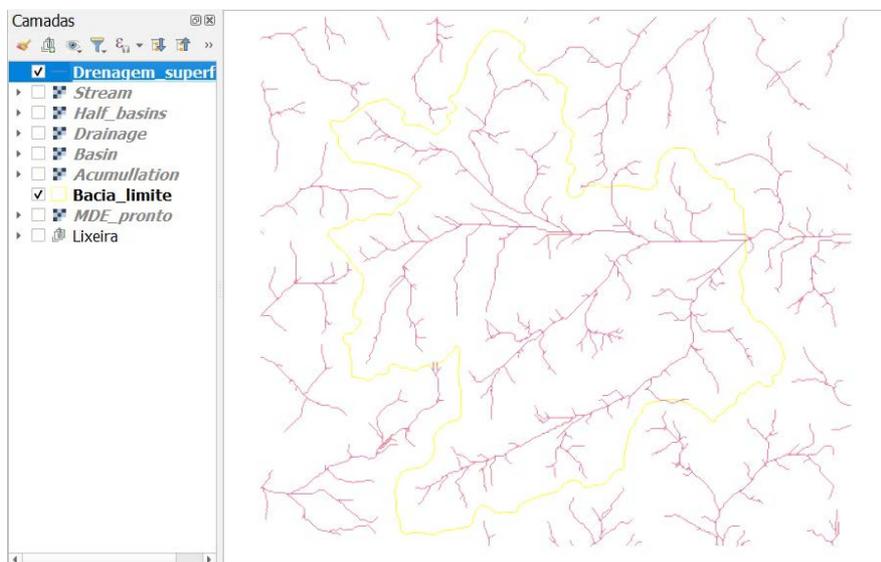
Figura 140 - Transformação de raster para vetor



Fonte: NAGEA (2022).

Após fazer os procedimentos supracitados, clique em “Executar” e veja na figura 141 como a drenagem foi gerada.

Figura 141 - Drenagem gerada

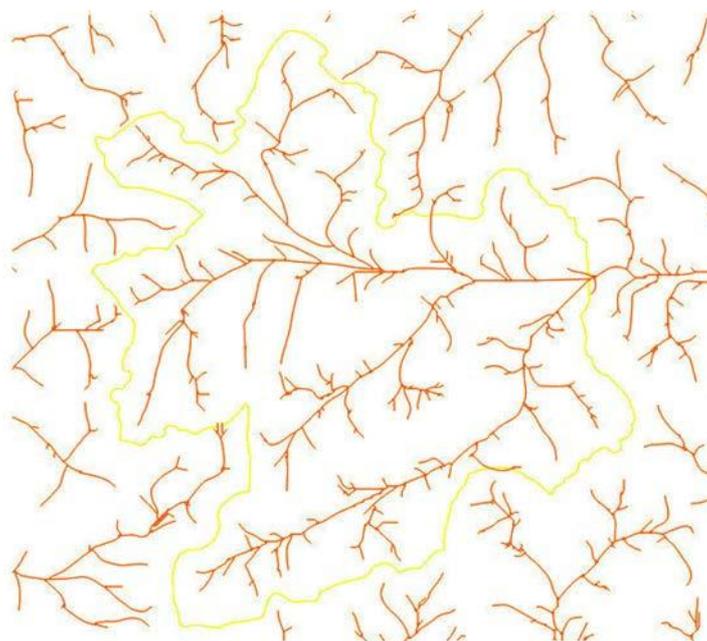


Fonte: NAGEA (2022).

Com a drenagem gerada no formato vetor percebemos que suas formas são serrilhadas, logo, precisamos suavizá-las para que se adequem o mais próximo possível da realidade. Lembre-se que o programa faz uma generalização das informações contidas no nosso dado matricial. Sendo assim, clique novamente na caixa de busca e digite “v.generalize” e em seguida clique duas vezes para abrir essa ferramenta.

Na “Camada de Entrada” selecione a “Drenagem Superficial”, sendo esse o produto já vetorizado, em “Algoritmo de generalização” selecione a opção “Snakes”. Role a barra lateral para o fim da página e na opção “Generalizado” escolha a pasta onde o arquivo será salvo e dê um nome de sua preferência. Note que o formato “.shp” aparece como arquivo de saída. Desmarque a opção de “Erros” e em seguida clique em executar. O resultado deverá ser próximo do mostrado na imagem a seguir.

Figura 142 - Carta de drenagem vetorizada

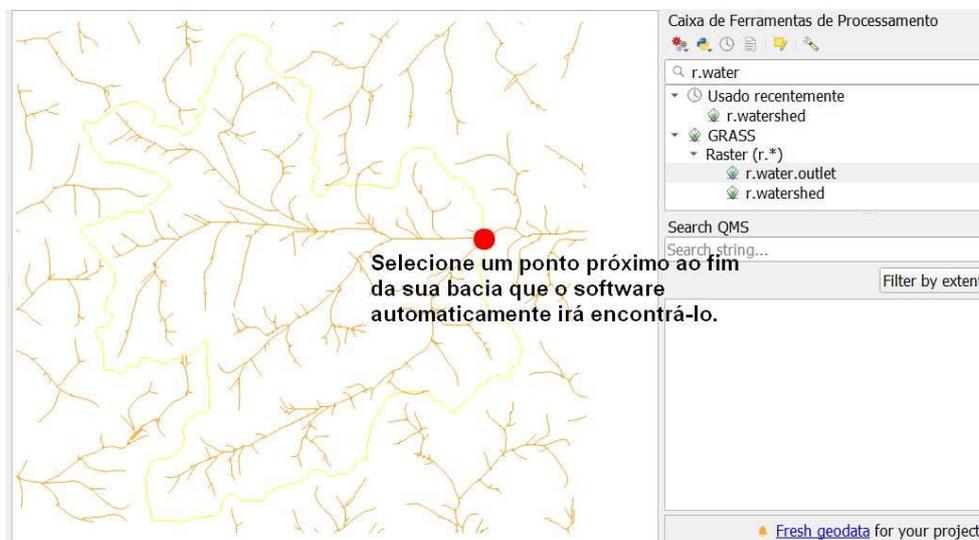


Fonte: NAGEA (2022).

Nosso próximo passo agora é criar a bacia de referência a partir de um exutório. Os exutórios representam o fim de uma bacia ou sub bacia, sendo cruciais para entendermos sobre o nível de base local, comportamento hídrico, dentre outros. O GRASS te possibilita gerar a delimitação de uma bacia de referência a partir de um ponto específico que você indicará ao programa. O primeiro passo que você deve adotar é digitar na caixa de buscas a ferramenta "r.water.outlet".

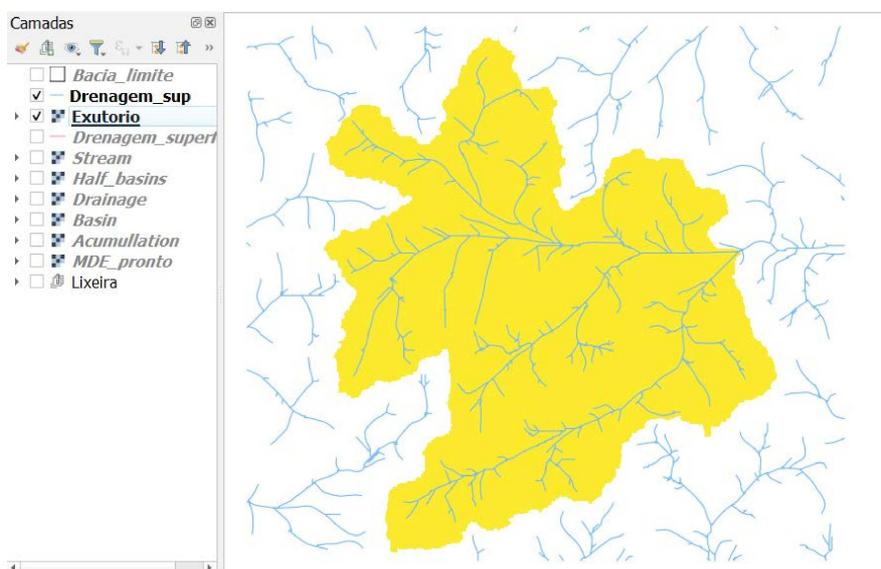
Clique duas vezes com o botão esquerdo do mouse para habilitá-la. Adicione o arquivo referente à drenagem. Adicione o arquivo "Drainage", que é a própria direção de fluxo e em "Nome do mapa *raster* de entrada" vá em "Coordenadas do exutório" o *software* pede que o manipulador da ferramenta indique onde será o ponto de referência para a delimitação da bacia, basta clicar nos três pontos para isso. Como demonstra a figura 143, use o alvo da ferramenta para indicar o ponto mais próximo do fim da sub-bacia. Volte para a caixa da ferramenta e com as coordenadas já rastreadas escolha uma pasta onde o novo arquivo será salvo e execute a operação.

Figura 143 - Escolhendo o exultório da bacia ou de um dispositivo de drenagem dentro do *raster* gerado



Fonte: NAGEA (2022).

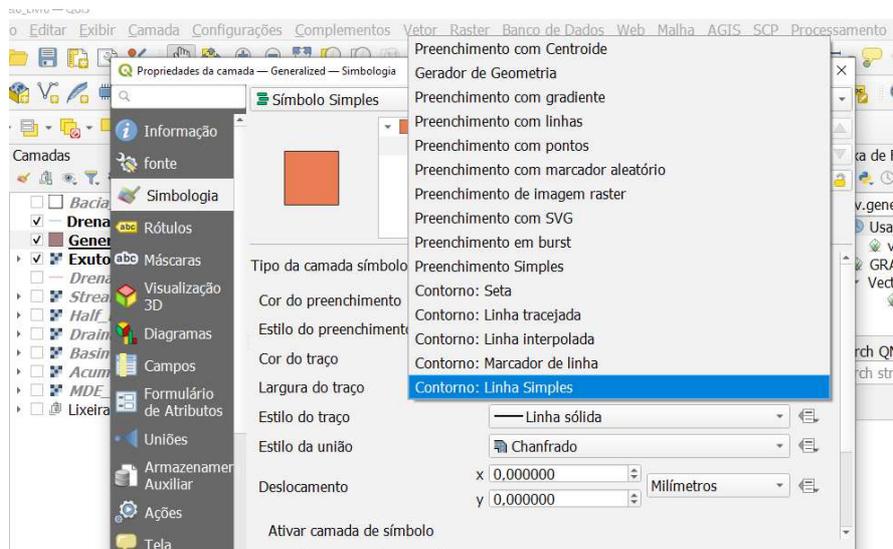
Figura 144 - Bacia gerada a partir de um exutório definido pelo usuário



Fonte: NAGEA (2022).

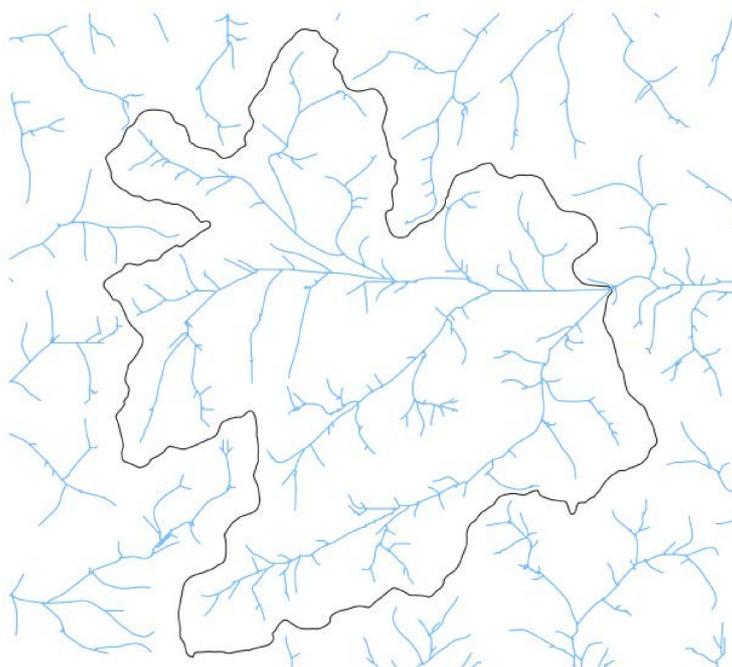
Com nosso resultado gerado, iremos agora transformar o *raster* em vetor e suavizar as bordas, com os mesmos procedimentos que fizemos para a drenagem que extraímos do MDE. Em seguida, retire o preenchimento de fundo do arquivo gerado e veja na Figura 146 como o resultado final deve ficar.

Figura 145 - Removendo o preenchimento da bacia gerada



Fonte: NAGEA (2022).

Figura 146 - Bacia e drenagem geradas através do MDE



Fonte: NAGEA (2022).

O produto parcial "basin" gerado dentro do processo também apresenta as sub-bacias que fazem parte da sua área de pesquisa. Compare com as fornecidas pelos órgãos de recursos hídricos como ANA, IGAM, CEIVAP, dentre outros e veja similaridades e/ou divergências entre ambas.

CAPÍTULO 4

GERAÇÃO DA CARTA DE USO E COBERTURA DA TERRA NO QGIS

Johnny de Souza Dias⁸
Diogo Parreira Lapa⁹
César Henrique Barra Rocha¹⁰

As cartas de Uso e Cobertura da Terra (Uso e Ocupação do Solo para áreas urbanas) são essenciais para fins de planejamento e gestão do território, dando um panorama geral das principais características presentes em sua área de estudo. Podem também ser utilizadas para diversas atividades econômicas, como a agricultura, por exemplo.

No ambiente do QGIS existem diversas técnicas e ferramentas para obtermos mapas de Uso e Ocupação, demonstraremos uma que julgamos ser de fácil entendimento e aplicação. Ou seja, uma classificação supervisionada, onde indicaremos manualmente para o *software* os atributos que desejamos classificar, a partir de um treinamento de polígono.

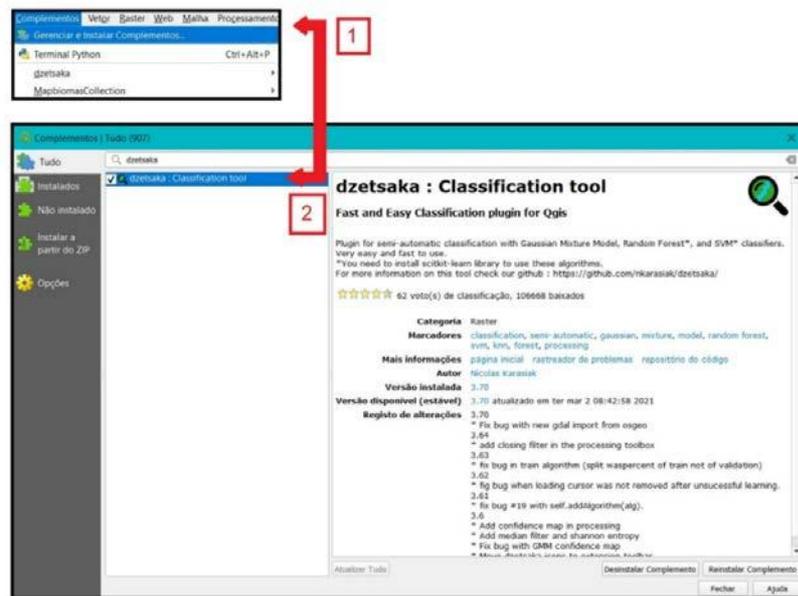
Para desenvolvermos nosso produto cartográfico, devemos agora instalar o complemento *dzetsaka*, pois, a partir deste executaremos nosso mapa de Uso e Ocupação. Sendo assim, vá até “Complementos”, e digite na janela de busca *dzetsaka* e ao encontrá-lo, instale a ferramenta (FIGURA 147).

8 Johnny de Souza Dias – Geógrafo e Mestrando em Geografia pela UFJF. E-mail: johnny_s.dias@hotmail.com

9 Diogo Pareira Lapa – Graduando em Geografia pela UFJF. E-mail: diogoparreira13@gmail.com

10 César Henrique Barra Rocha - Professor Titular da UFJF. E-mail: cesar.barra@ufjf.br

Figura 147 - Instalando o complemento *dzetsaka*



Fonte: NAGEA (2022).

Para fins didáticos deixe a janela de edição do *dzetsaka* habilitada no lado direito de seu monitor, e janelas de edição de camadas no lado esquerdo, de acordo com a FIGURA 148.

Figura 148 - Complemento *dzetsaka*, habilitado e pronto para uso

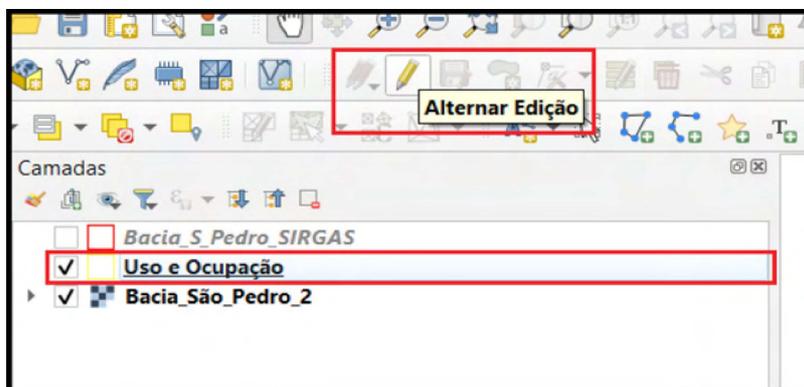


Fonte: NAGEA (2022).

Crie agora uma camada vetorial do tipo polígono. Nessa camada, vamos adicionar os elementos do terreno que queremos classificar. Ao criar a camada atente-se para que

a mesma esteja com a mesma projeção do seu dado matricial. Ao finalizar a criação do *shapefile*, clique para iniciar sua edição (FIGURA 149).

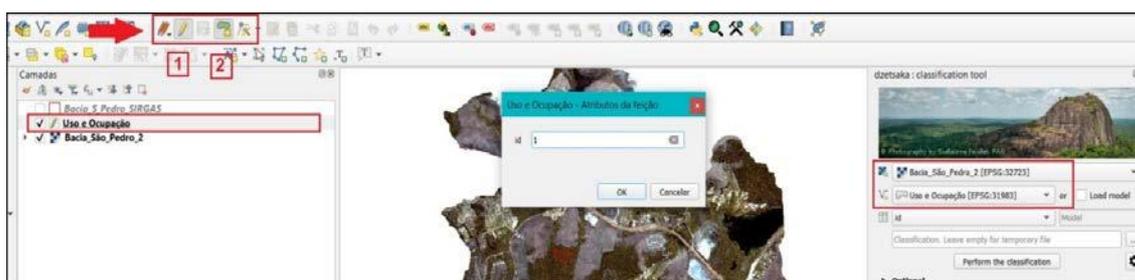
Figura 149 - Alternar edição



Fonte: NAGEA (2022).

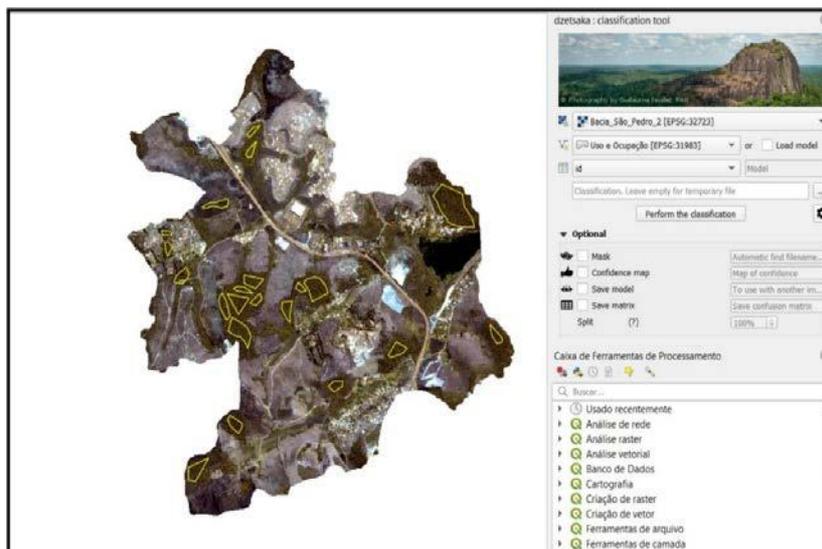
Com a edição ligada, iremos iniciar nossa classificação manual. A primeira classe a ser delimitada será a de "Mata", por isso certifique-se que nossa camada vetorial esteja devidamente habilitada no *dzetsaka*. Ao conferirmos que está tudo devidamente selecionado podemos ir para o dado matricial e numa composição vegetal adicionar um polígono envolvente e desenhar a primeira área. Lembre-se que para finalizar a edição de um *shapefile*, clique com o botão direito do mouse. É válido lembrar que cada classe terá uma identificação distinta uma da outra, ou seja, um campo "ID" para cada categoria. Para a categoria "Mata" vamos utilizar o "ID" número "1" (FIGURA 150 E FIGURA 151).

Figura 150 - Iniciando classificação pela categoria "Mata", que será representada pelo "ID" número 1



Fonte: NAGEA (2022).

Figura 151 - Note que para a categoria “Mata”, representamos um número considerável de amostragens na imagem



Fonte: NAGEA (2022).

A próxima categoria de análise será denominada “Solo Exposto” e terá como identificador o “ID” número “2”, sendo assim toda área de solo exposto deverá conter em seu “ID” este número (FIGURA 152).

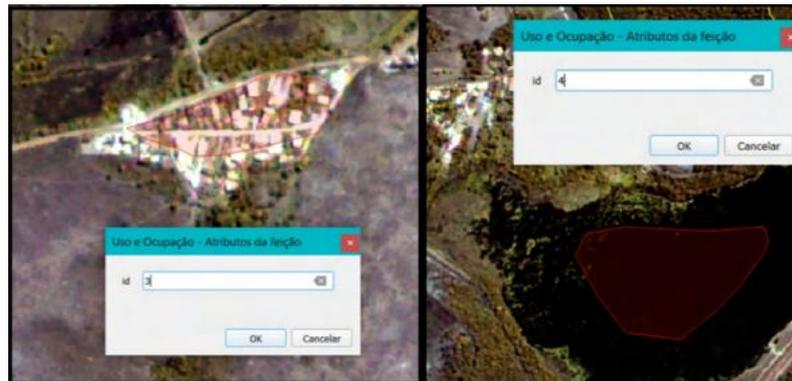
Figura 152 - Identificando “Solo Exposto”, com o “ID” número “2”



Fonte: NAGEA (2022).

Iremos adicionar mais 2 categorias. A primeira será correspondente ao “ID” de número “3”, que será a classe, “Área Urbanizada”. A segunda será denominada “Corpo Hídrico” e seu “ID” será correspondente ao número “4” (FIGURA 153). Lembremos que essa classificação tem o caráter didático para que você possa aplicar em sua área de estudo, por isso, não teremos um rigor metodológico alto.

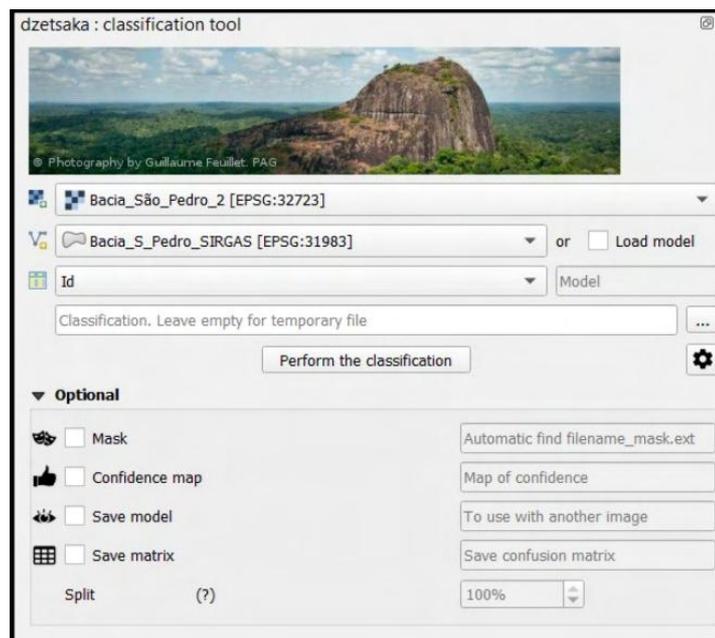
Figura 153 - ID 3 (Área Urbanizada) e ID 4 (Corpo Hídrico)



Fonte: NAGEA (2022).

Faça uma amostragem expressiva dessas últimas classes. Esteja à vontade para adicionar o número de classes que quiser, apenas tenha certeza das informações as quais você está selecionando. Com a finalização das últimas classes, vamos agora finalizar nossa identificação. Vá até "Perform the classification" e clique nesse botão (FIGURA 154).

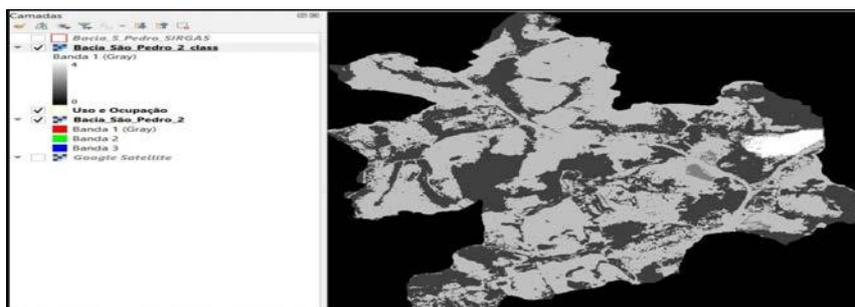
Figura 154 - Executando "Perform the classification"



Fonte: NAGEA (2022).

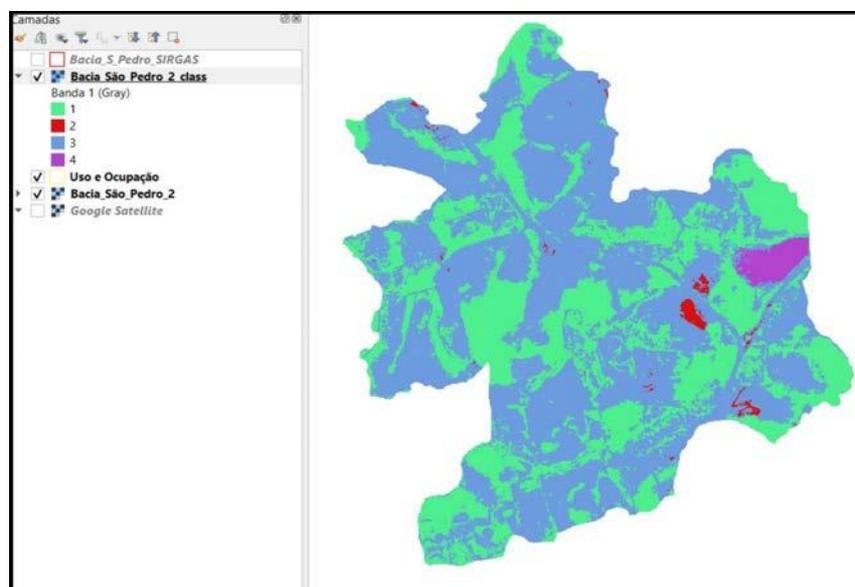
Veja que o resultado que o *software* nos retorna está em preto e branco, logo devemos ir em sua simbologia e adicionar uma rampa de cores. Lembre-se que no Capítulo 3 fizemos esse mesmo procedimento ao gerarmos os produtos a partir de um Modelo Digital de Elevação. Reclassifique as cores (FIGURAS 155 e 156).

Figura 155 - Classificação "bruta" do dzetsaka



Fonte: NAGEA (2022).

Figura 156 - Reclassificação do raster



Fonte: NAGEA (2022).

Note que de forma intencional deixamos a classe referente à "Área Urbanizada" se confundir em muitas partes com a classe de "Solo Exposto". O intuito é fazer com que você perceba essas sutilezas e quando for reaplicar em sua área de estudo, esteja atento a estes detalhes. Uma classe também importante e que predomina na nossa região é a "Pastagem" que faltou nesta classificação de forma proposital também para o leitor perceber como cria-se uma ilusão de uma área preservada. Em alguns casos é possível delimitar também as "Várzeas ou Vegetação de Alagado".

Por fim, mude os rótulos de sua classificação e finalize (FIGURA 157). A realidade desta área é a que está apresentada na Figura 158 onde percebe-se um avanço das classes "área urbanizada" e "solo exposto" devido aos loteamentos e rodovias construídas nessa área. A classe "pastagem" é predominante e não pode deixar de ser inserida devido aos processos de desmatamento históricos na nossa região (Zona da Mata Mineira). Inicialmente devido ao café, depois a pecuária, o que sobrou está retratado nesta classe.

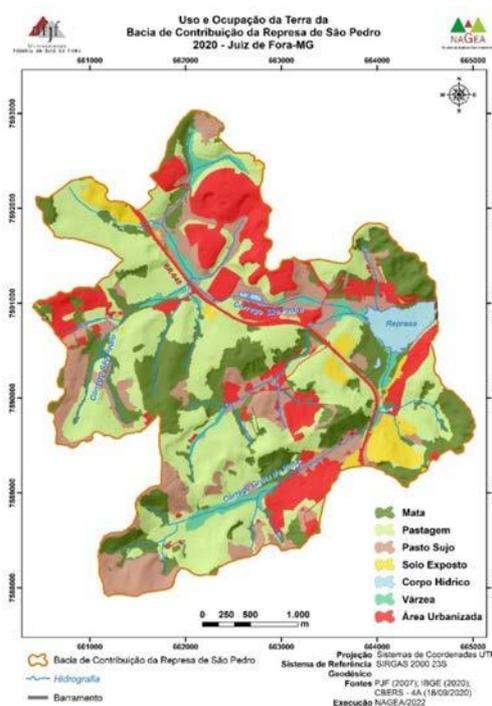
Pratique esse método, pois será de grande valia para seus empreendimentos futuros, se for o caso refaça outras vezes para que assimile melhor.

Figura 157 - Uso e cobertura da Terra com destaque para a ausência proposital da classe pastagem para iludir o leitor quanto a uma área preservada



Fonte: NAGEA (2022).

Figura 158 - Uso e cobertura da terra classificada de forma adequada

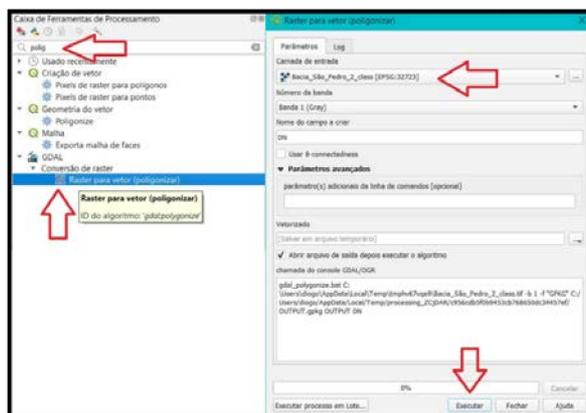


Fonte: ROCHA (2022).

4.1 CALCULANDO A ÁREA DAS CLASSES

Agora vamos transformar nosso *raster* classificado para um vetor, que servirá para calcularmos as áreas que separamos por "ID" anteriormente. Para isto, basta pesquisar na "Caixa de ferramentas" por "Polygon" e selecionar a opção "Raster para vetor". Após isso, uma nova janela se abrirá (Figura 159).

Figura 159 - Conversão de *raster* para vetor



Fonte: NAGEA (2022).

Em "Camada de Entrada", selecione o *raster* classificado, salve o arquivo em ".shp" (*shapefile*) e execute a função. Será gerado um novo produto e seu arquivo deve ficar semelhante à Figura 160.

Figura 160 - Arquivo vetorizado gerado pela conversão

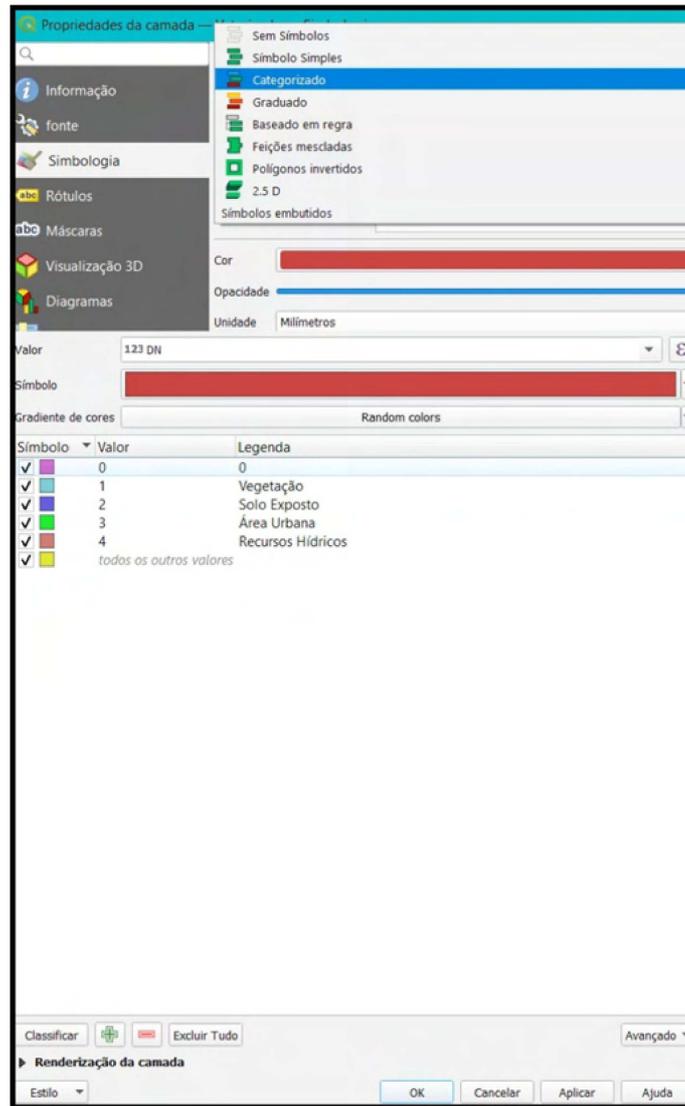


Fonte: NAGEA (2022).

Em seguida, no novo arquivo criado, é necessário ir em "Propriedades" e na aba "Simbologia", alterar a primeira opção para "Categorizado", e em "Valor" selecionar a

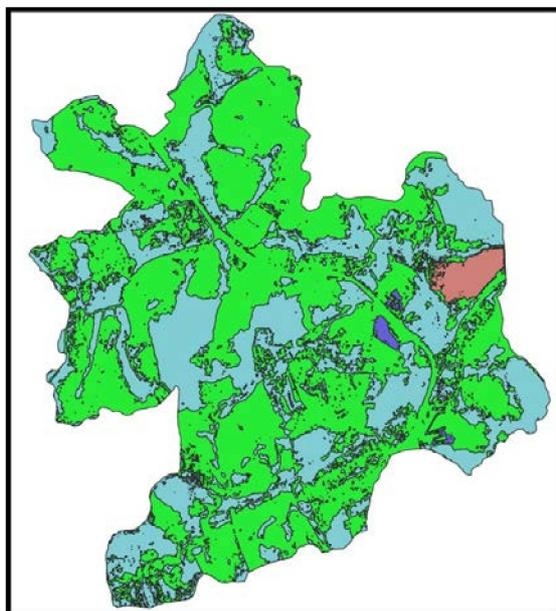
opção “DN” e em seguida “Classificar”. Aparecerá então a classificação feita anteriormente, substitua cada número (que foi o ID dado na hora da classificação), pelo relativo nome da área, como mostra a Figura 161. Caso tenha interesse em alterar as cores relativas a cada ID, basta clicar duas vezes na cor e alterá-las. O símbolo com valor ‘0’ na imagem a seguir é a área do mapa que fica fora da bacia utilizada como exemplo, optamos por desabilitar. O resultado esperado está na Figura 162.

Figura 161 - Categorizando e renomeando o *shapefile* criado



Fonte: NAGEA (2022).

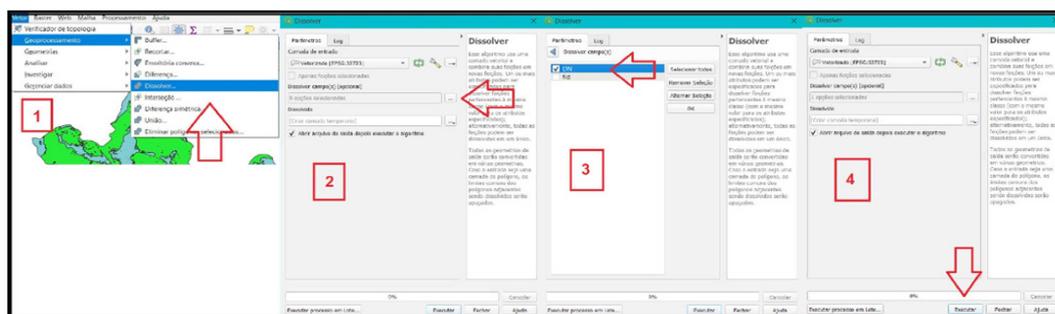
Figura 162 - Carta de uso da terra vetorizada



Fonte: NAGEA (2022).

Para calcular a área de interesse, vamos realizar o processo de dissolver os polígonos. Para isso, na "Caixa de Ferramentas", pesquise por "Dissolve" e abra a opção "Polygon Dissolve (by attribute)". Uma nova janela abrirá. Em "Polygons" selecione o arquivo que foi categorizado anteriormente. Em "Attribute" selecione "DN". Em "Dissolve" salve seu arquivo onde desejar e "Execute", como mostra a Figura 163.

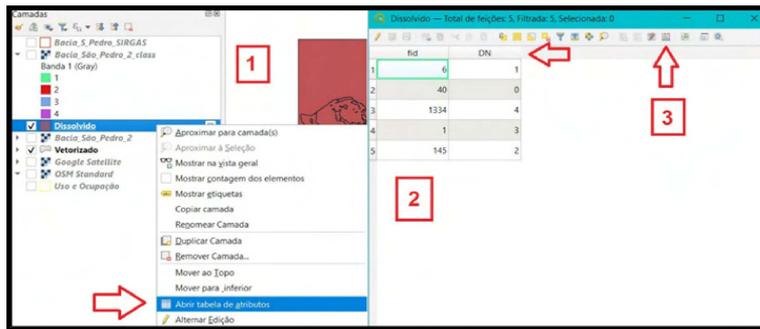
Figura 163 - Dissolvendo os Polígonos



Fonte: NAGEA (2022).

Um novo arquivo será criado, e com ele descobriremos as áreas das classes que separamos para a criação da carta de uso e cobertura da terra. Para isso, no novo arquivo gerado, clique com o botão direito e depois vá em "Abrir tabela de atributos", uma nova janela se abrirá e então clique em "Alterar modo de edição" (lápis amarelo) e depois "Abrir calculadora de campo" (símbolo de calculadora), como mostra a figura 164.

Figura 164 - Abrindo tabela de atributos

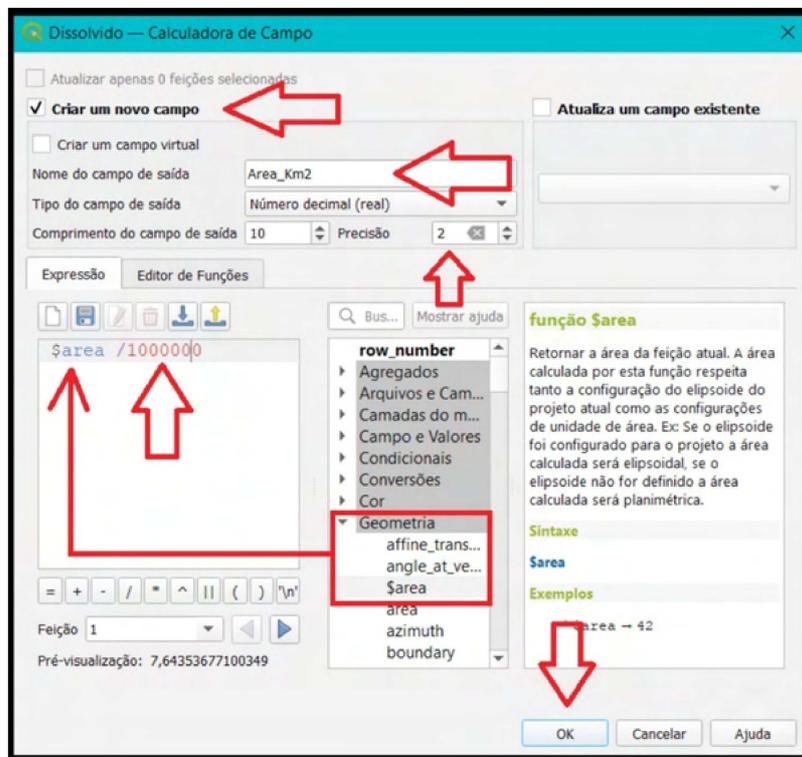


Fonte: NAGEA (2022).

Uma nova janela se abrirá e nela, basta seguir os passos da Figura 165. Deixe selecionado a opção “Criar um novo campo”, nomeie-o e altere o tipo para “Número decimal”. A Precisão se trata da quantidade de casas decimais que você quer na sua área (neste exemplo 2 casas decimais).

Abaixo, na opção “Geometria”, dê um duplo clique em “\$area” e esse código aparecerá na caixa de texto ao lado. Acrescente uma “/” (que representa a divisão) e 1000000 (um milhão), pois toda área dada pelo QGIS vem em metro quadrado, essa divisão converterá essa área para quilômetro quadrado. Aperte “Ok”.

Figura 165 - Obtendo a área das classes

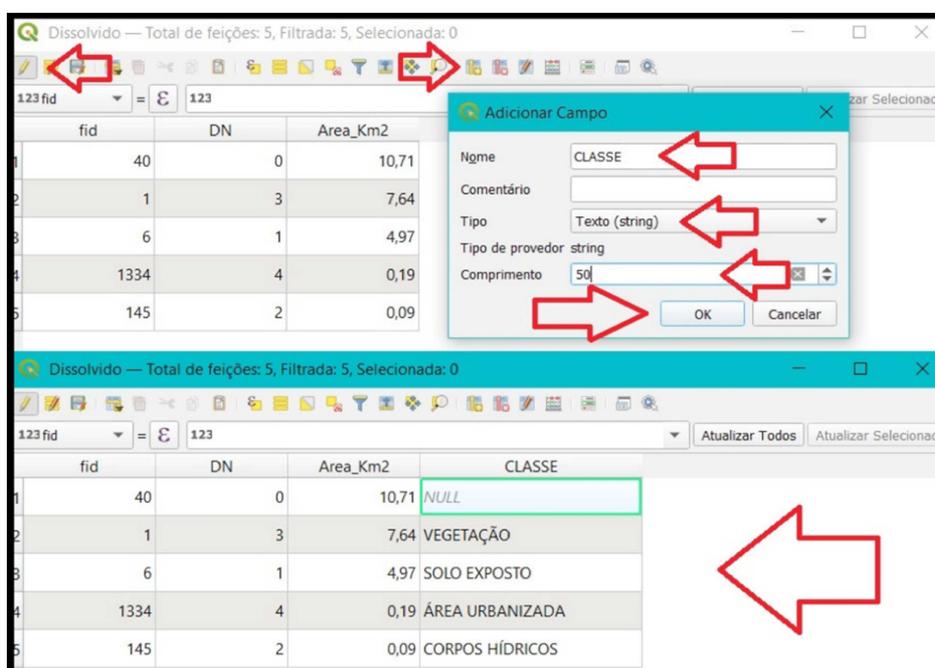


Fonte: NAGEA (2022).

Retornaremos para a tabela de atributos já com as áreas das classes, sendo necessário ainda clicar novamente em “Alterar modo de edição” (lápiz amarelo) e em seguida, “Salvar”. Para maior organização, pode-se criar um novo campo para nomear essas classes, que estão identificadas apenas pelo ID (Figura 166). Para isso, clique novamente em “Alterar modo de edição” (lápiz amarelo) e depois em “Novo Campo”.

Uma janela se abrirá, nomeie como “CLASSES”, altere o tipo para “texto” e o comprimento (é o número de caracteres que poderão ser escritos) para 50, dê “OK”. Você retornará para a tabela de atributos e na coluna “CLASSES” que foi criada, nomeie as classes de acordo com o ID que foi utilizado no início, quando terminar clique novamente em “Alterar modo de edição” (lápiz amarelo) e salve as alterações.

Figura 166 - Nomeando as Classes



Fonte: NAGEA (2022).

Por fim, devemos “Categorizar” esse arquivo que foi dissolvido. Para isso, basta seguir novamente os passos da Figura 161. Uma forma elegante de apresentar estes resultados é calcular a porcentagem de cada classe com relação a área total da Bacia. Estes valores auxiliam no monitoramento das mudanças e orientam o poder público e a sociedade quanto ao manejo sustentável da Bacia, limitando usos mais impactantes através de legislações e criação de cultura ambiental.

CAPÍTULO 5

GERAÇÃO DAS CARTAS DE APP NO QGIS

Francisco Carlos Moreira Gomes¹¹
Renan Rodrigues Campos da Silva¹²
César Henrique Barra Rocha¹³

A Área de Preservação Permanente, conhecida também pela sigla APP, é definida pela Lei Federal nº 12.651/2012 como:

Área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012).

As APP mais conhecidas estão relacionadas aos topos de morros, às encostas com declividade maior que 100% (45°) e aos recursos hídricos, sendo diretamente relacionada a proteção e produção de água. Muitas APP são áreas de recarga e a sua diminuição e o desrespeito a sua manutenção (principalmente pela expansão urbana ou agropecuária) tem levado a diminuição de vazões e secagem de várias nascentes e córregos de 1ª ordem. Cada APP exerce várias funções ecológicas, apesar dos critérios para sua demarcação serem estabelecidos de forma determinística com base na experiência de alguns países.

As APP Hídricas partem das nascentes que devem ter uma área preservada de 50m; dos cursos d'água que variam de acordo com a largura, sendo mais comum córregos de largura até 10m que recebem uma faixa de proteção de 30m; e os reservatórios vinculados ao licenciamento ou por meio da diferença entre a curva de nível máxima maximorum e a curva de nível operacional.

As modificações impostas ao nosso Código Florestal em 2012 liderada pela banca ruralista no Congresso Nacional poderão se voltar contra o próprio agronegócio devido a redução dos fragmentos de matas protegidos previstos no SNUC – Lei Federal nº 9.985/2000 (BRASIL, 2000), invasões de terras de populações tradicionais e a redução

-
- 11 Francisco Carlos Moreira Gomes – Geógrafo, Mestre em Geografia e Doutorando em Geografia. E-mail: franciscocarlosmoreiragomes@gmail.com
 - 12 Renan Rodrigues Campos da Silva – Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária pela UFJF. E-mail: renan.campos@engenharia.ufjf.br
 - 13 César Henrique Barra Rocha - Professor Titular da UFJF. E-mail: cesar.barra@ufjf.br

drástica das áreas de APP. Devido a criação do ponto de sela, praticamente acabaram os topos de morros que eram áreas de recarga importantes. As famosas “cabeceiras” que víamos devido ao 1/3 superior dos morros com base nas planícies de inundação deram lugar agora a plantações e pecuária nas áreas rurais e construções nas áreas urbanas devido ao apelo visual. O mesmo acontece com as APP de Encostas ocupadas com condomínios de luxo ou invasões sub-normais nas cidades.

As matas ciliares que protegem os cursos d’água e lagoas naturais ou artificiais também são raras devido a agropecuária nas áreas rurais e especulação imobiliária nas áreas urbanas. Deixaram de cumprir suas funções de proteção das águas. Em muitos casos, os córregos, hoje canalizados, desapareceram da paisagem urbana.

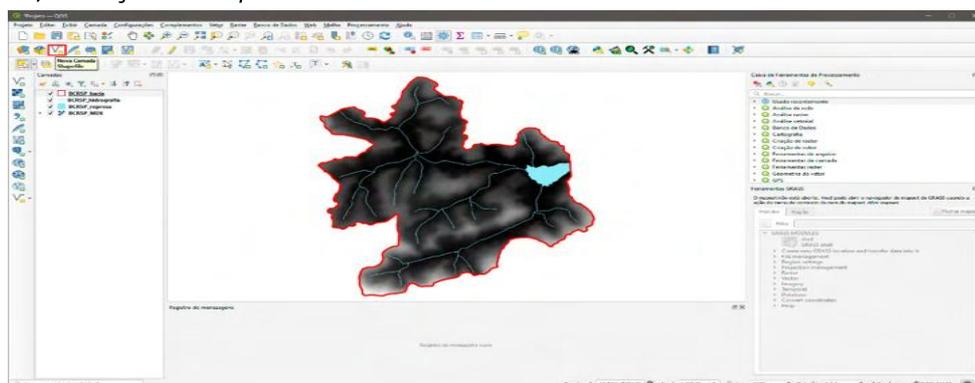
Ainda, a Lei Federal nº 12.727/2012 vinculou a recuperação das APP de curso d’água ao módulo fiscal da propriedade, variando de 5 a 30m e modificando a referência do leito maior para o leito regular. Muitos juristas acreditam que houve um retrocesso e várias ações estão em andamento na tentativa de recuperar alguns ganhos ambientais.

Nesse sentido, dividiremos o presente capítulo em quatro etapas, os quais serão apresentados os procedimentos necessários para a criação das APP Hídricas, de Encostas com declividade superior a 45° e de Topo de Morro. Por fim, ainda serão discutidos os procedimentos para a execução de uma análise dos tipos de uso nas APP, demonstrando as possíveis inconsistências e irregularidades.

5.1 APP HÍDRICA

Com os dados do limite da área de estudo, sua hidrografia e o seu MDE já carregados, criaremos um *shapefile* (.shp) de pontos, referentes a nascentes dos rios da região. Para isso, clicaremos no ícone “Nova Camada *Shapefile*”, no canto superior esquerdo da tela conforme Figura 167.

Figura 167 - Criação do *shape* de nascentes

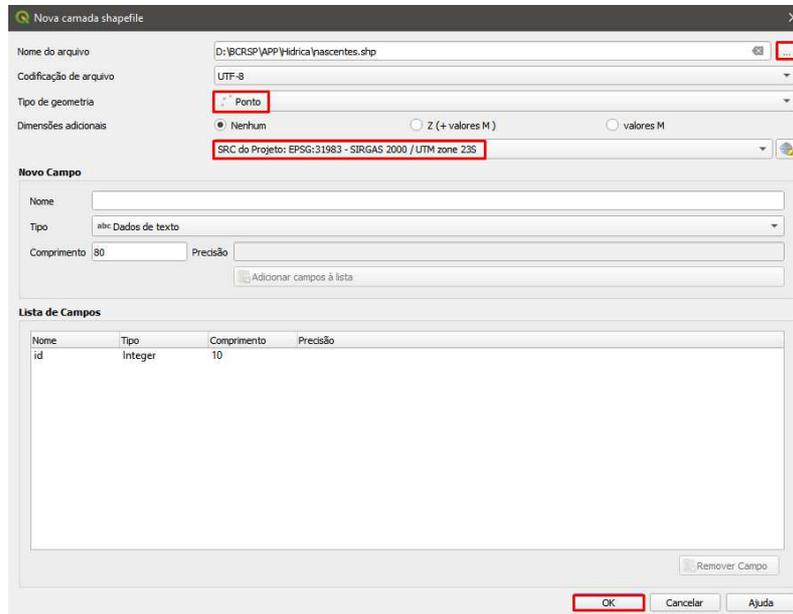


Fonte: NAGEA (2022).

Em “Nome do arquivo” clicaremos no ícone dos três pontos e indicaremos o local de salvamento e o nome “nascentes”. Em “tipo de geometria” iremos escolher a opção

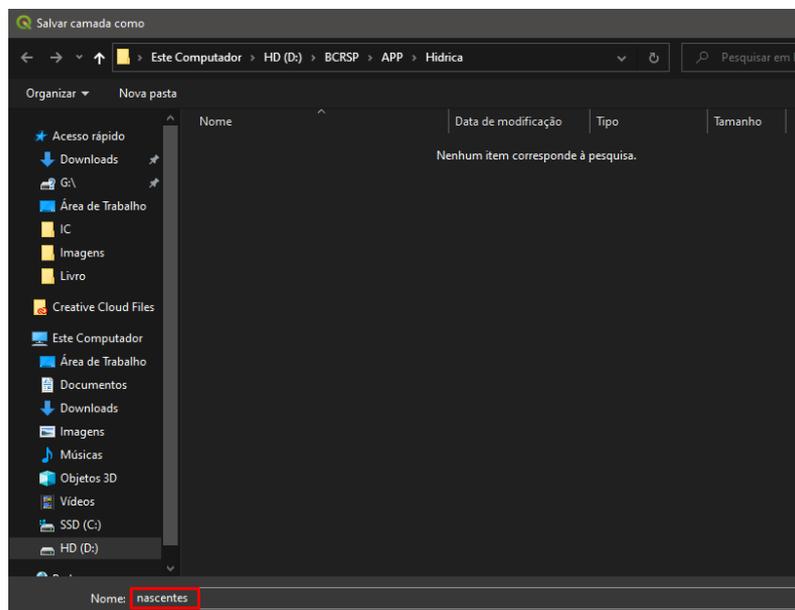
"Ponto" e em "Dimensões adicionais" escolheremos a opção que contemple o SIRGAS 2000. Após isso, clicaremos em "OK" (Figuras 168 e 169).

Figura 168 - Finalização do *shape* de ponto



Fonte: NAGEA (2022).

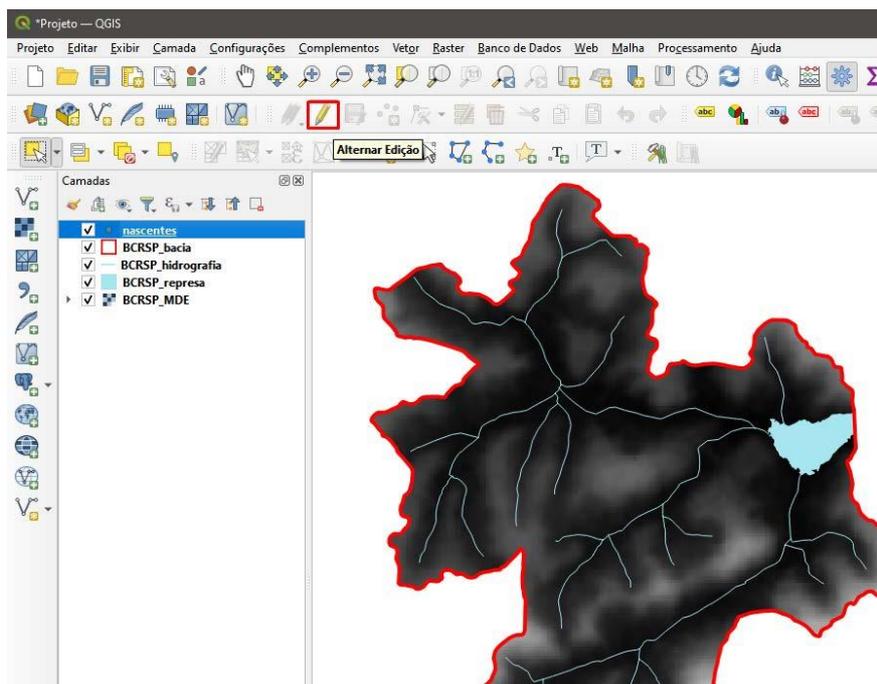
Figura 169 - Camada nascentes criada



Fonte: NAGEA (2022).

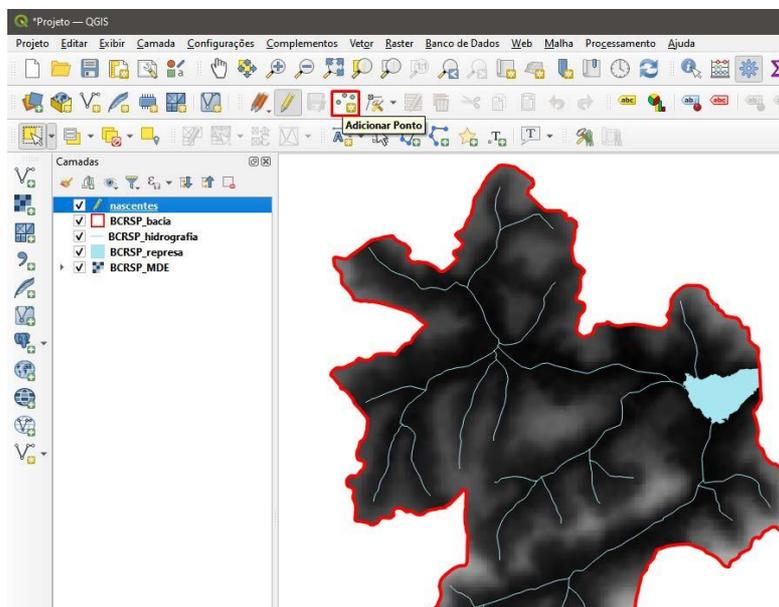
Com a camada "nascentes" selecionada, começaremos a sua edição clicando no ícone "Alternar Edição" no canto superior esquerdo da tela. Posteriormente, clicaremos no ícone "Adicionar Ponto" ao seu lado conforme figuras 170 e 171.

Figura 170 - Alternar Edição



Fonte: NAGEA (2022).

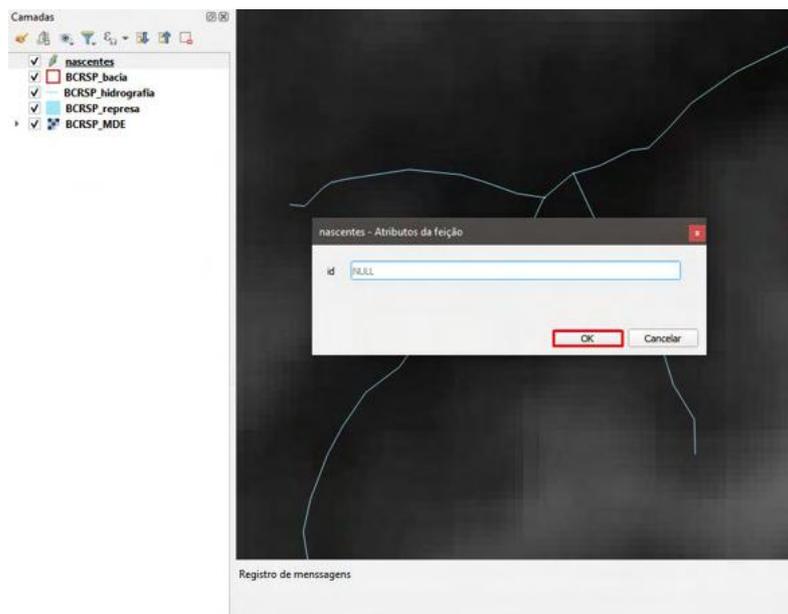
Figura 171 - Adicionar ponto



Fonte: NAGEA (2022).

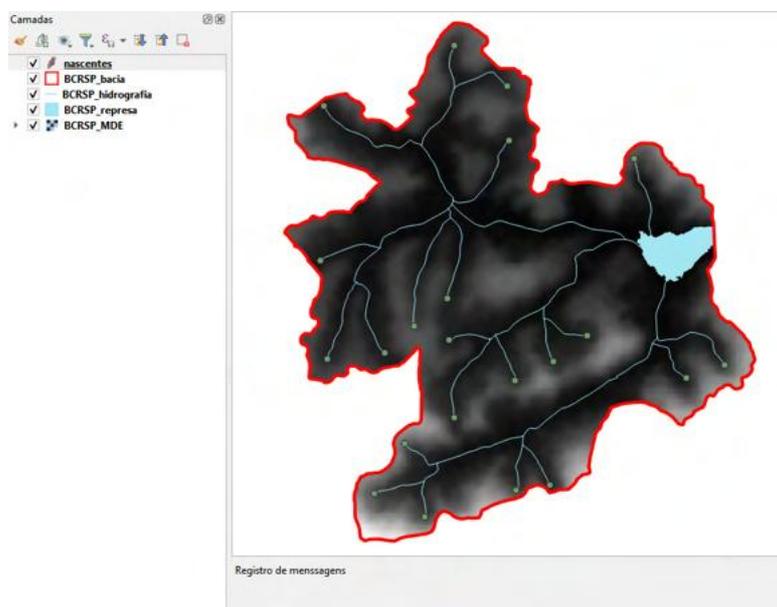
Com a ferramenta selecionada, criaremos os pontos referentes as nascentes dos rios clicando com o botão esquerdo no início de cada córrego. Na janela que abrir a cada clique, apenas clique em "OK" conforme as figuras 172 e 173.

Figura 172 - Atributos da feição



Fonte: NAGEA (2022).

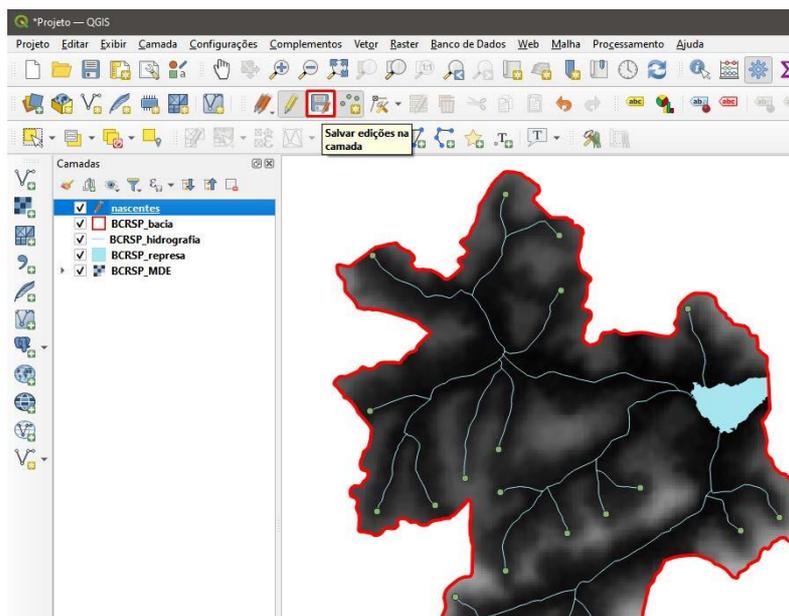
Figura 173 - Pontos adicionados



Fonte: NAGEA (2022).

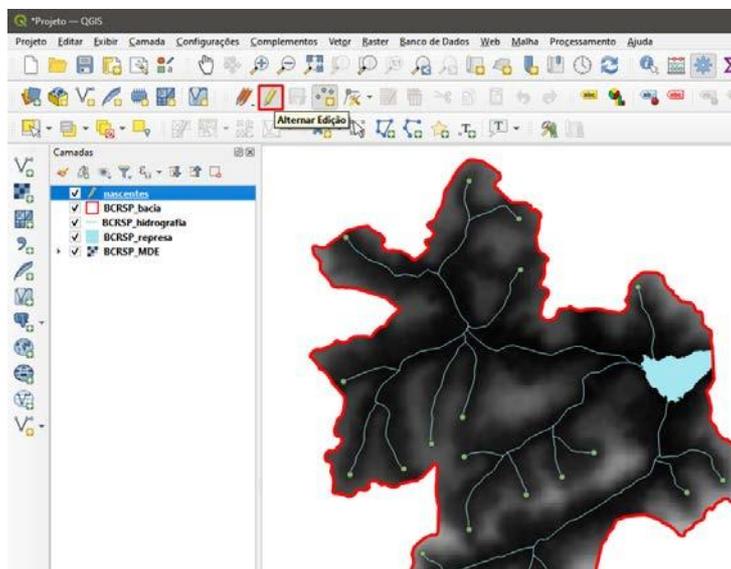
Após isso, salvaremos a edição clicando no ícone de “Salvar edições na camada” e, mais uma vez, clicaremos no ícone “Alternar Edição” para finalizarmos a edição da camada.

Figura 174 - Salvando a edição na camada



Fonte: NAGEA (2022).

Figura 175 - Alternar edição



Fonte: NAGEA (2022).

Com as nascentes já demarcadas, iremos gerar as suas APP indo em "Vetor" > "Geoprocessamento" > "Buffer".

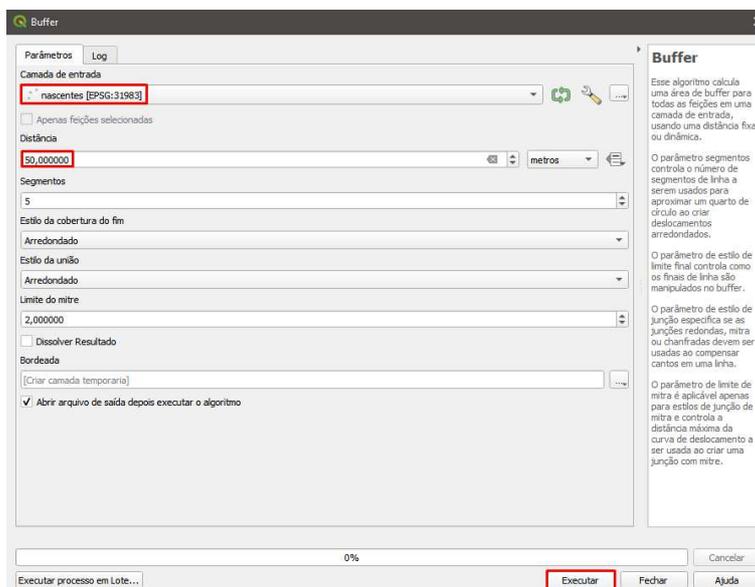
Figura 176 - Gerando a APP de 50m por meio da ferramenta *buffer*



Fonte: NAGEA (2022).

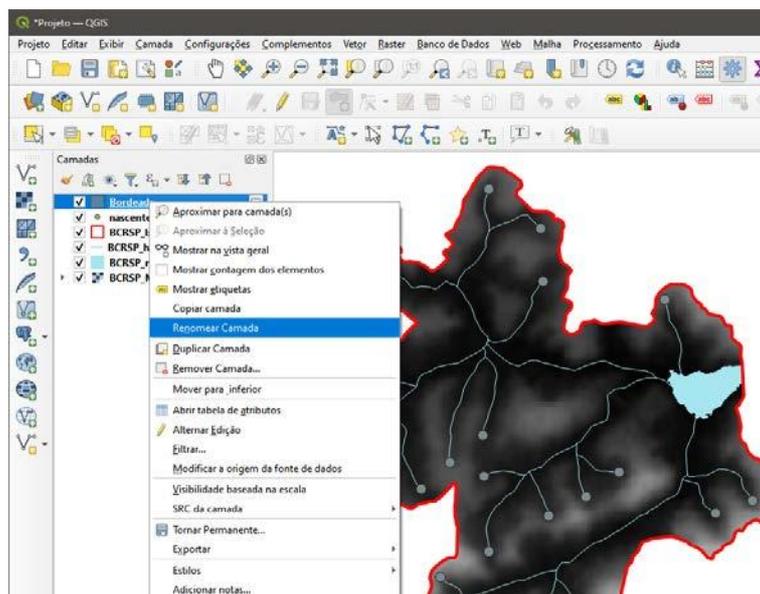
Em “Camada de Entrada” escolheremos a camada “nascentes” e na “Distância” indicaremos 50 já que, como relatado anteriormente, as nascentes possuem uma APP com raio de 50m. Assim, clicaremos em “Executar” e, posteriormente, renomearemos a camada para “APP_nascentes” clicando com o botão direito em cima da mesma conforme figuras 177 e 178.

Figura 177 - Parâmetros do *buffer*



Fonte: NAGEA (2022).

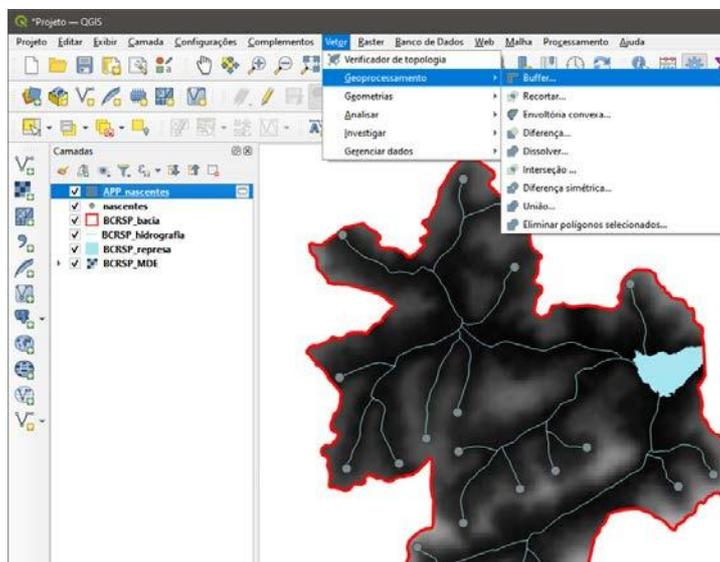
Figura 178 - Camada APP nascentes criada



Fonte: NAGEA (2022).

Com as APP de nascentes construídas, prosseguiremos com as APP de rios indo mais uma vez em "Vetor" > "Geoprocessamento" > "Buffer" (Figura 179).

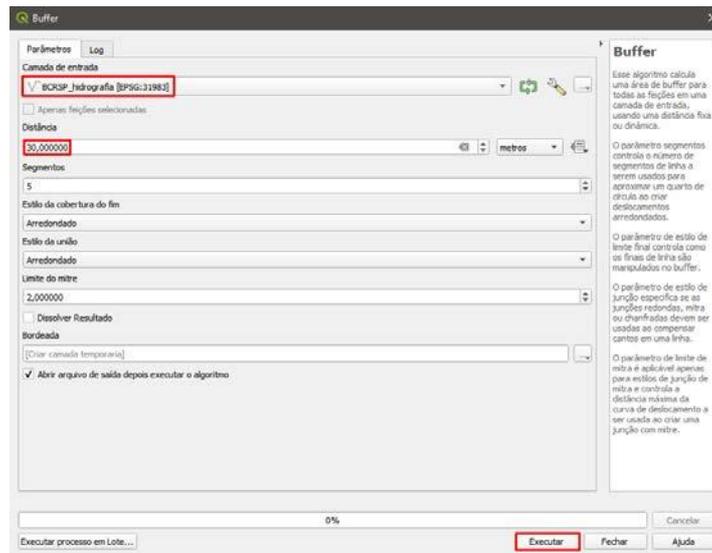
Figura 179 - Buffer para APP dos córregos



Fonte: NAGEA (2022).

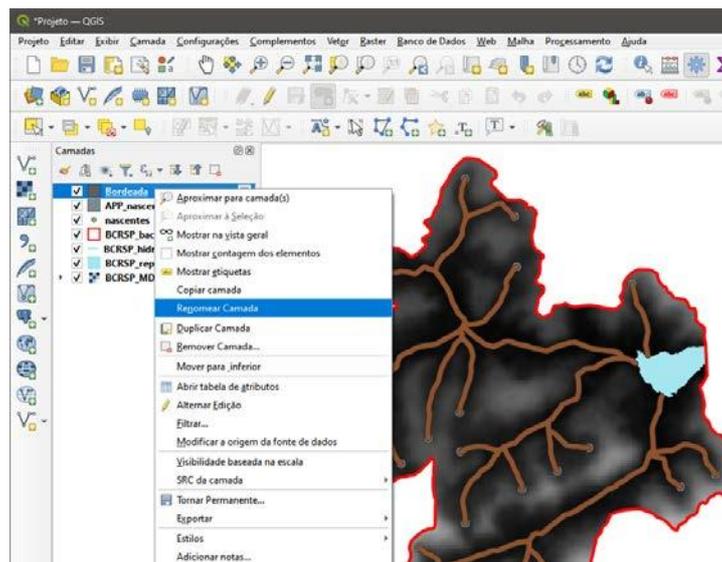
Em "Camada de Entrada" escolheremos a hidrografia da área e em "Distância" indicaremos 30, já que, como relatado anteriormente, os rios com largura de até 10m possuem uma APP de 30m em cada margem. Assim, clicaremos em "Executar" e, posteriormente, renomearemos a camada para "APP_rios" clicando com o botão direito em cima da mesma conforme figuras 180 e 181.

Figura 180 - Parâmetros do *buffer* rios



Fonte: NAGEA (2022).

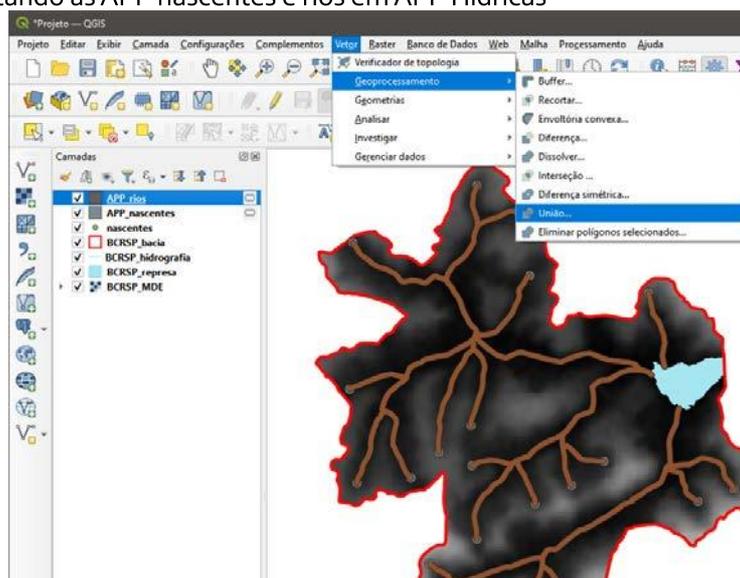
Figura 181 - Camada APP rios criada



Fonte: NAGEA (2022).

Para finalizar, juntaremos as APP de nascentes e de rios, pois ambas são APP Hídricas. Para isso, iremos em "Vetor" > "Geoprocessamento" > "União".

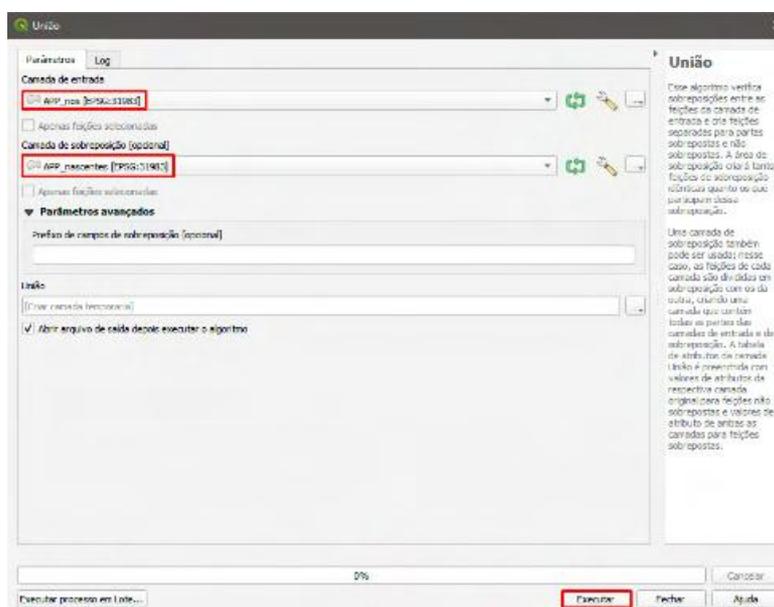
Figura 182 - Juntando as APP nascentes e rios em APP Hídricas



Fonte: NAGEA (2022).

Em "Camada de entrada" e "Camada de sobreposição" entraremos com as camadas "APP_rios" e "APP_nascentes". Por fim, clicaremos em "Executar" (Figura 183).

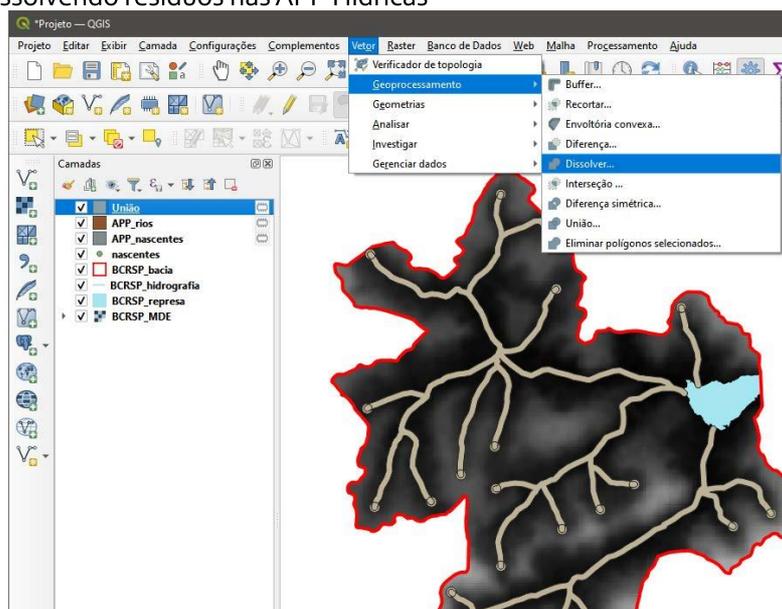
Figura 183 - Geração inicial das APP Hídricas



Fonte: NAGEA (2022).

Com a união realizada, podemos observar a existência de várias linhas residuais. Para eliminá-las, iremos em "Vetor" > "Geoprocessamento" > "Dissolver" (Figura 184).

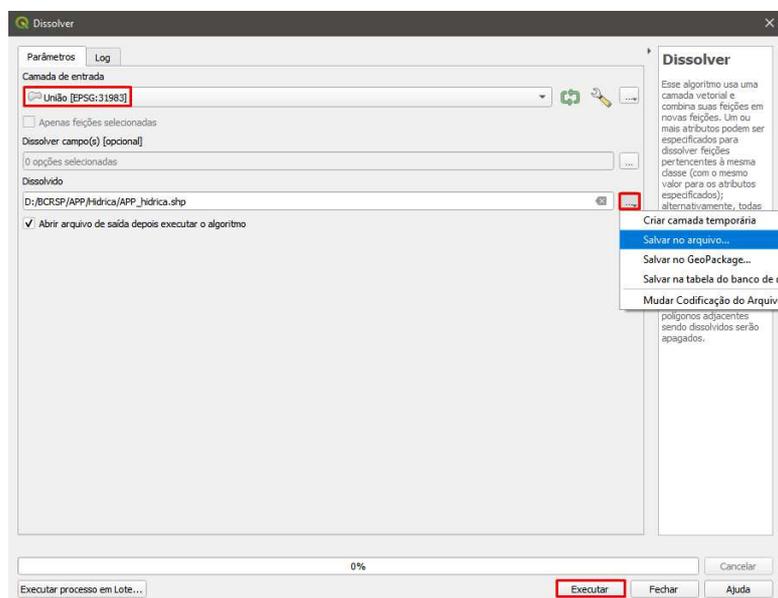
Figura 184 - Dissolvendo resíduos nas APP Hídricas



Fonte: NAGEA (2022).

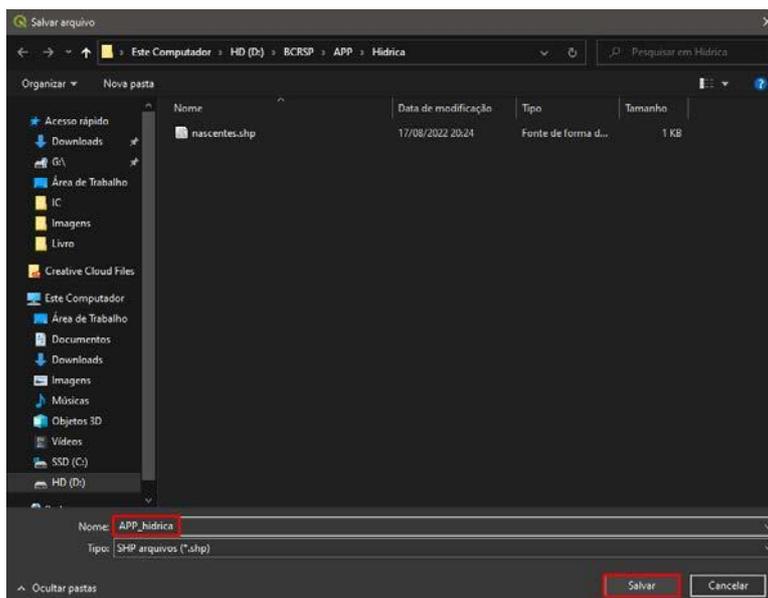
Em “Camada de entrada” selecionaremos a camada anteriormente gerada “União” e em “Dissolvido” clicaremos no ícone dos três pontos e selecionaremos “Salvar no arquivo”, indicando o local de salvamento e o nome “APP_hidrica” conforme figuras 185 e 186.

Figura 185 - Parâmetros para dissolver



Fonte: NAGEA (2022).

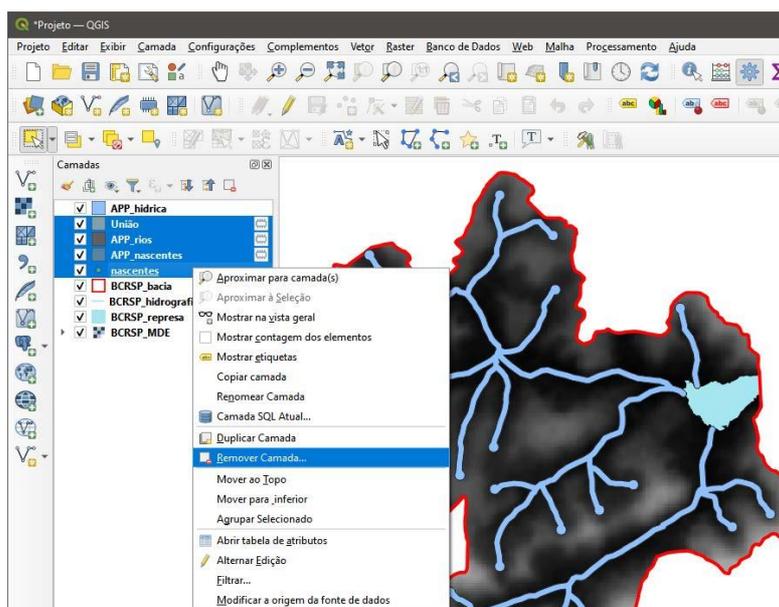
Figura 186 - Camada APP Hídrica criada



Fonte: NAGEA (2022).

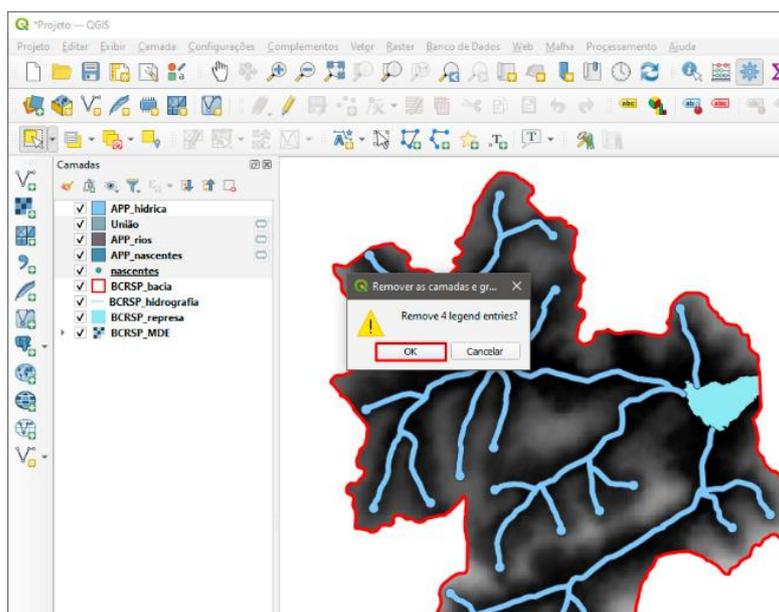
Os demais arquivos gerados durante esse procedimento podem ser removidos, clicando com o botão direito em cima dos mesmos, selecionando a opção "Remover camada" e clicando em "OK" (Figuras 187 e 188).

Figura 187 - Escolhendo camadas



Fonte: NAGEA (2022).

Figura 188 - Removendo camadas

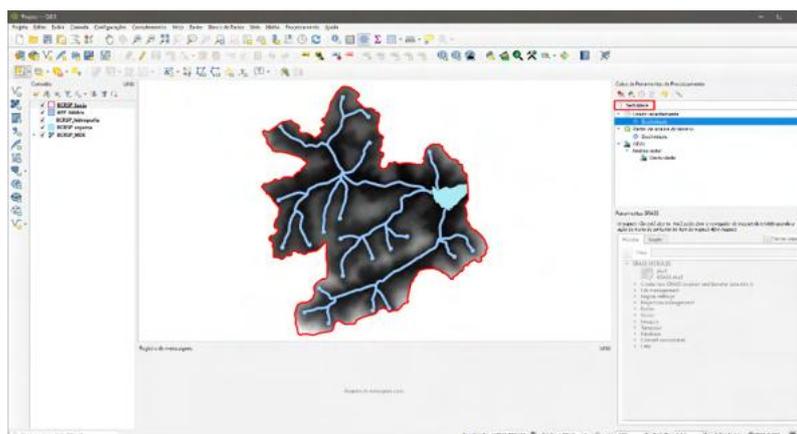


Fonte: NAGEA (2022).

5.2 APP DE ENCOSTA

Segundo a legislação vigente, como já apresentado, são consideradas áreas de APP os locais com inclinação igual ou superior a 45° ou 100%. Nesse sentido, para iniciarmos sua delimitação, é preciso gerar uma carta de declividade a partir do MDE da área. Para tal, digitaremos na caixa de ferramentas “Declividade” e abriremos a ferramenta dando um duplo clique com o botão esquerdo em cima da mesma (Figura 189). Usaremos outra ferramenta diferente da apresentada no Capítulo 3, mas que gera o mesmo resultado.

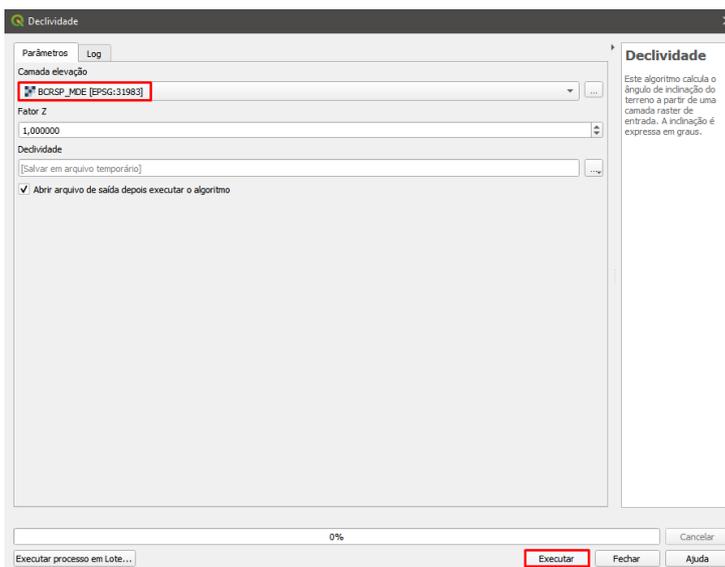
Figura 189 - Gerando a declividade pela ferramenta *Raster* de análise de terreno



Fonte: NAGEA (2022).

Em “Camada de entrada” selecionaremos o MDE da área e clicaremos em “Executar” (Figura 190).

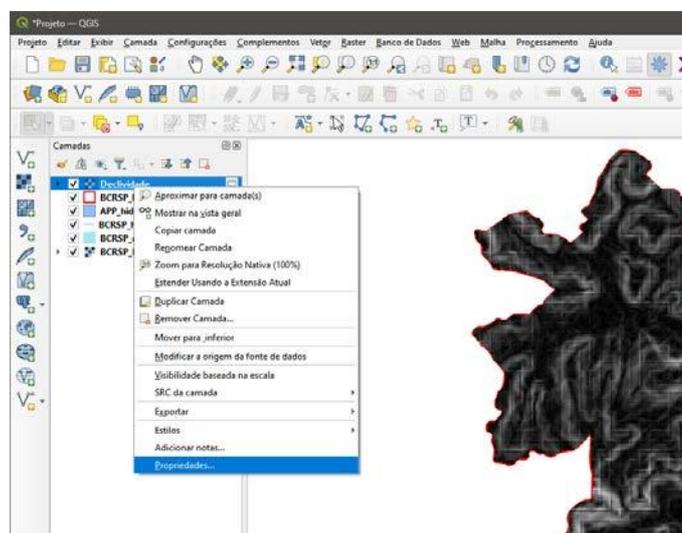
Figura 190 - Parâmetros da declividade



Fonte: NAGEA (2022).

Após isso, clicaremos com o botão direito sobre o *raster* de declividade gerado e iremos selecionar a opção "Propriedades" (Figura 191).

Figura 191 - Acionando as propriedades da camada de declividade criada

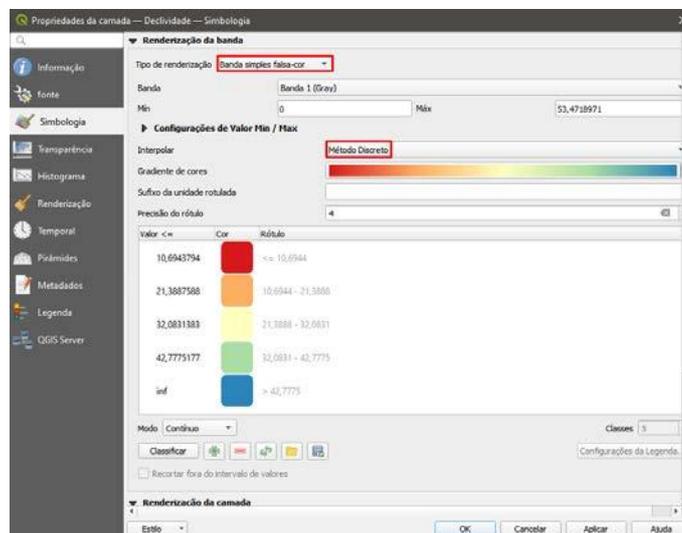


Fonte: NAGEA (2022).

Dentro de propriedades, iremos na aba "Simbologia". Em "Tipo de renderização" selecionaremos "Banda simples falsa-cor" e em "Interpolar" selecionaremos "Método Discreto" (Figura 192). Em 'Modo' selecionaremos a opção "Intervalo igual" e em "Classes" trocaremos para "2". Por fim, trocaremos o "Valor <=" para '45'" com a finalidade de deixar nessa classe tudo aquilo que não é considerada APP de Declividade (Figura 193). Repare

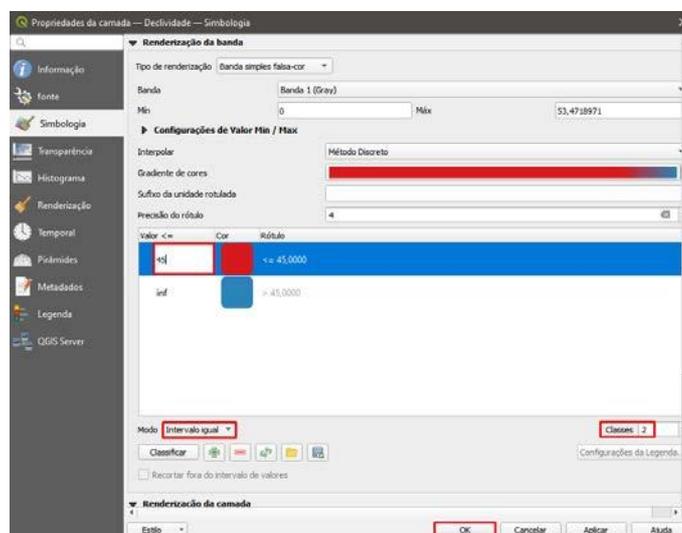
que esse método também difere do utilizado no Capítulo 3, mostrando que existe mais de uma forma de gerar produtos no QGIS. Esse inclusive é mais rápido!

Figura 192 - Parametrizando pela simbologia



Fonte: NAGEA (2022).

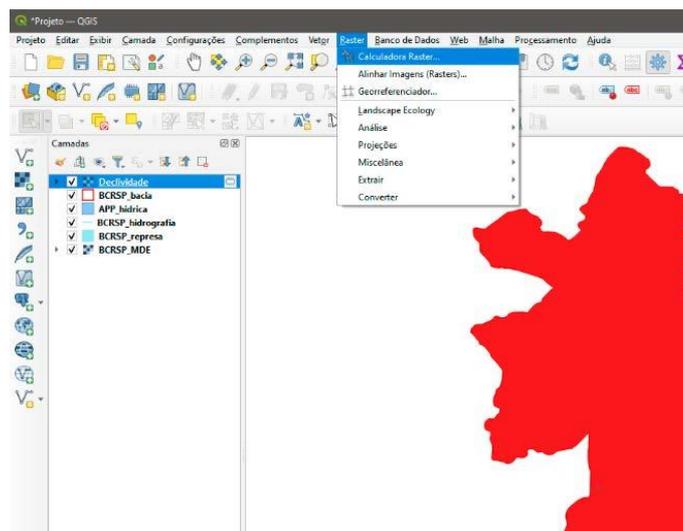
Figura 193 - Separando a APP de encosta



Fonte: NAGEA (2022).

Agora, realizaremos a separação das duas classes em "Raster" > "Calculadora raster" (Figura 194).

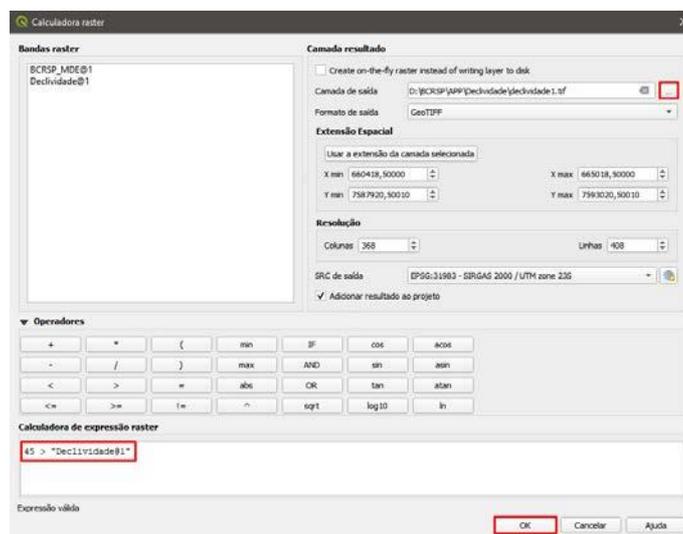
Figura 194 - Acionando a calculadora *raster*



Fonte: NAGEA (2022).

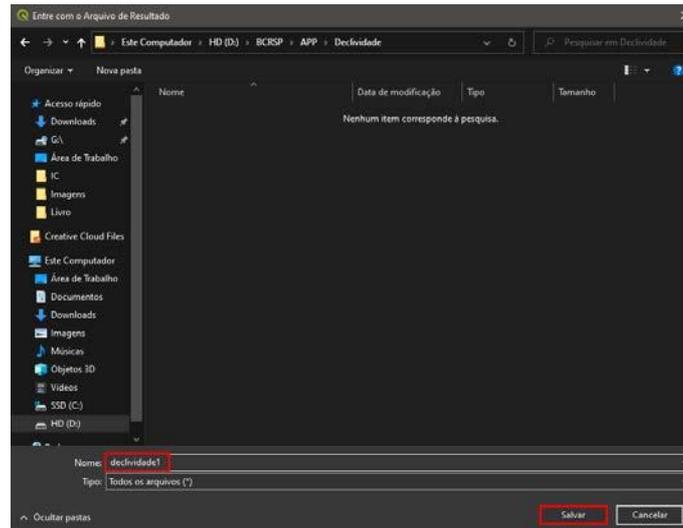
A calculadora *raster* funciona de maneira semelhante ao MatLab, onde é possível somar, dividir, subtrair e multiplicar matrizes (*rasters*) a fim de gerar novas imagens. Dentro da calculadora *raster*, em “Camada de saída” clicaremos no ícone dos três pontos e indicaremos o local de salvamento e o nome “declividade1” (Figura 195). Já em “Calculadora de expressão *raster*”, digitaremos a fórmula $45 > \text{“Declividade@1”}$ e clicaremos em “OK” (Figura 196).

Figura 195 - Configuração da calculadora



Fonte: NAGEA (2022).

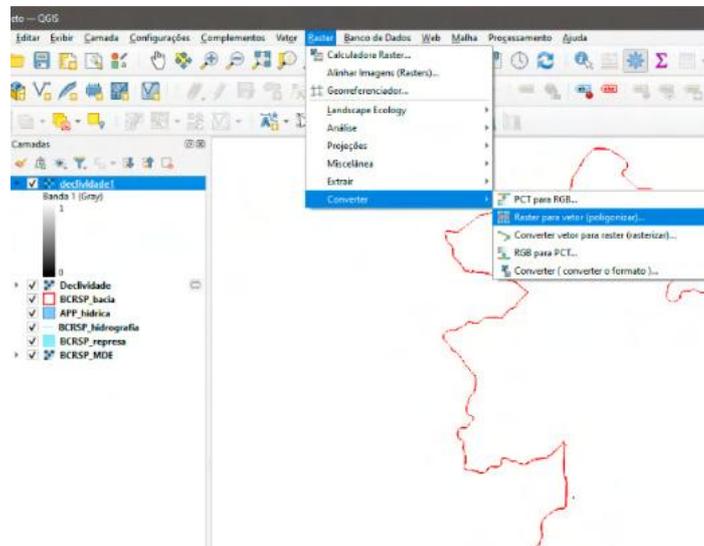
Figura 196 - Geração da declividade1



Fonte: NAGEA (2022).

Com o novo *raster* criado, realizaremos a sua conversão para o formato de *shapefile* em "*Raster*" > "Converter" > "*Raster para vetor (poligonal)*" conforme Figura 197.

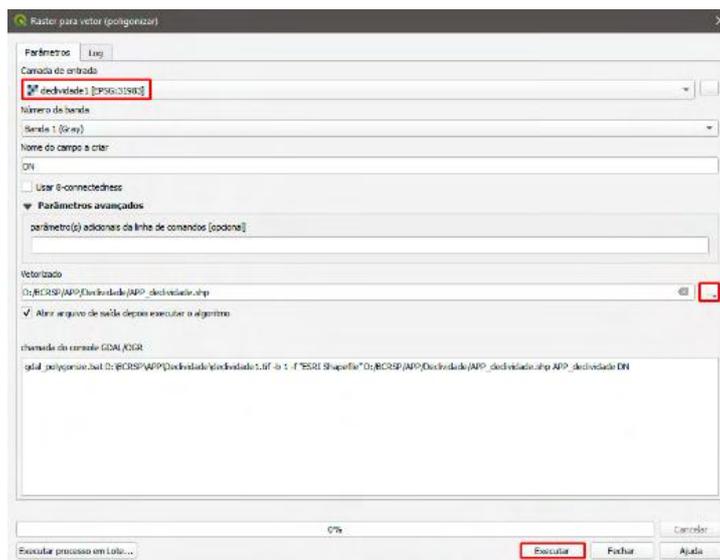
Figura 197 - Convertendo a declividade de *raster* para vetor/polígono



Fonte: NAGEA (2022).

Em "Camada de entrada" selecionaremos o *raster* gerado "Declividade1" e em "Vetorizado" clicaremos no ícone dos três pontos e selecionaremos "Salvar no arquivo", indicando o local de salvamento e o nome "APP_declividade" (Figura 198).

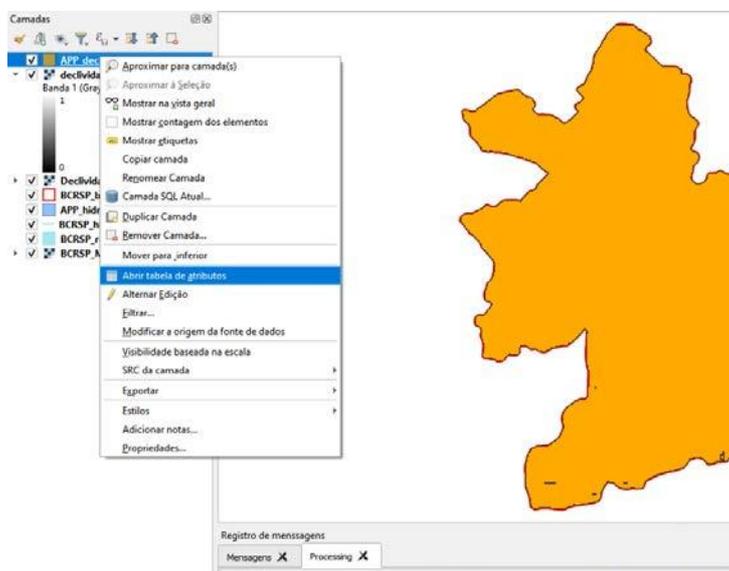
Figura 198 - Parâmetros para conversão da declividade



Fonte: NAGEA (2022).

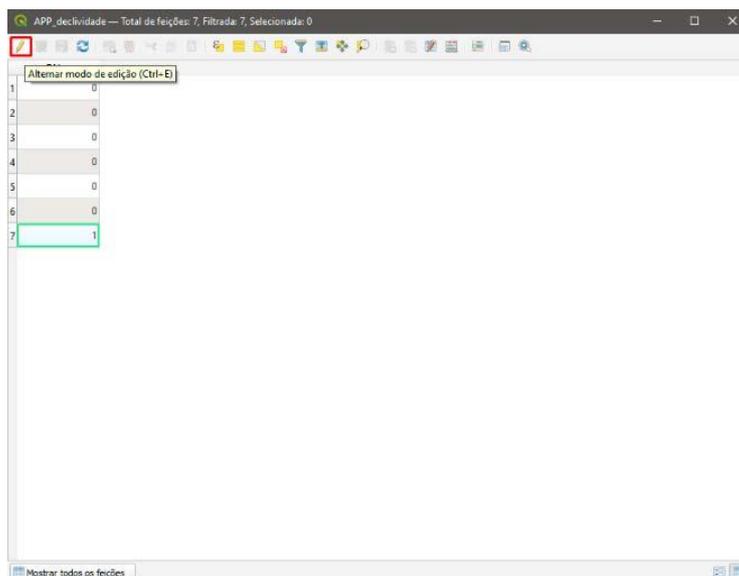
Agora, clicaremos com o botão direito em cima da camada gerada “APP_ declividade” e selecionaremos a opção “Abrir tabela de atributos”. Dentro da tabela, clicaremos no ícone “Alternar modo de edição” no canto superior esquerdo da janela conforme figuras 199 e 200.

Figura 199 - Tabela de atributos da declividade



Fonte: NAGEA (2022).

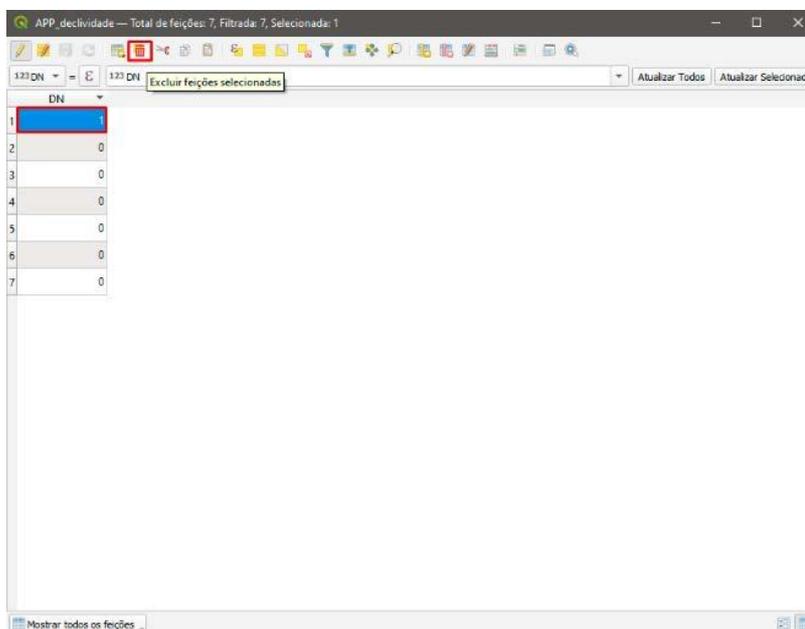
Figura 200 - Alternar modo de edição



Fonte: NAGEA (2022).

Na tabela, clicaremos agora em 'DN' para que seja organizado com os valores de forma decrescente. Selecionaremos todas as linhas que possuem o campo DN igual a 1 e, posteriormente, clicaremos no ícone 'Excluir feições selecionadas' (Figura 201).

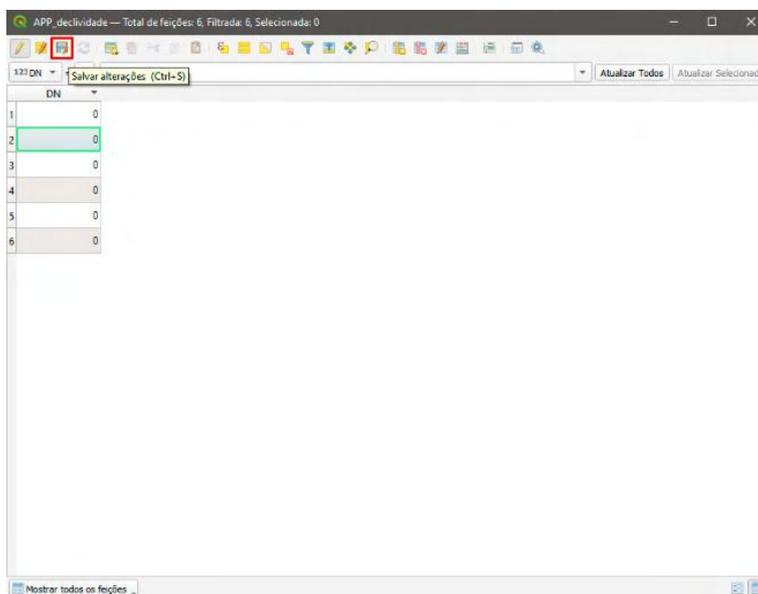
Figura 201 - Excluindo feições menores que 45° na tabela de atributos



Fonte: NAGEA (2022).

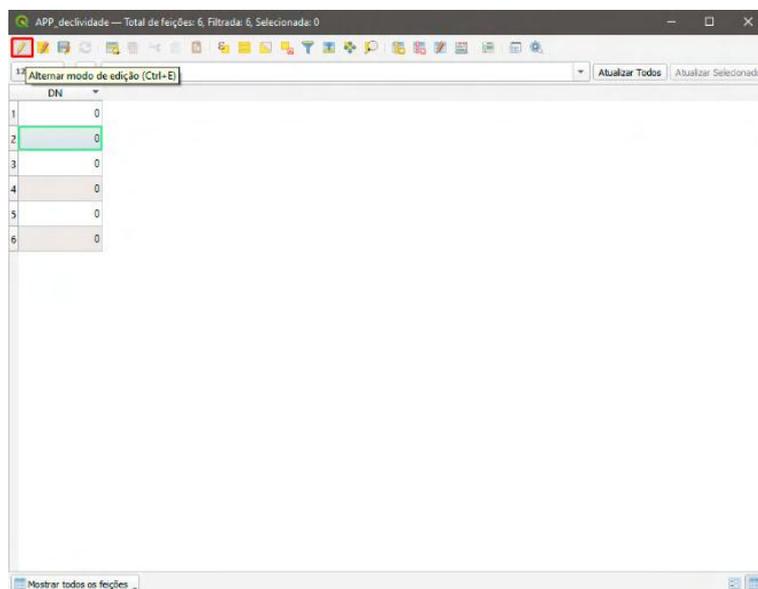
Por fim, salvaremos a edição clicando no ícone de “Salvar edições na camada” e, mais uma vez, clicaremos no ícone “Alternar modo de edição” para finalizarmos conforme figuras 202 e 203.

Figura 202 - Salvando as alterações



Fonte: NAGEA (2022).

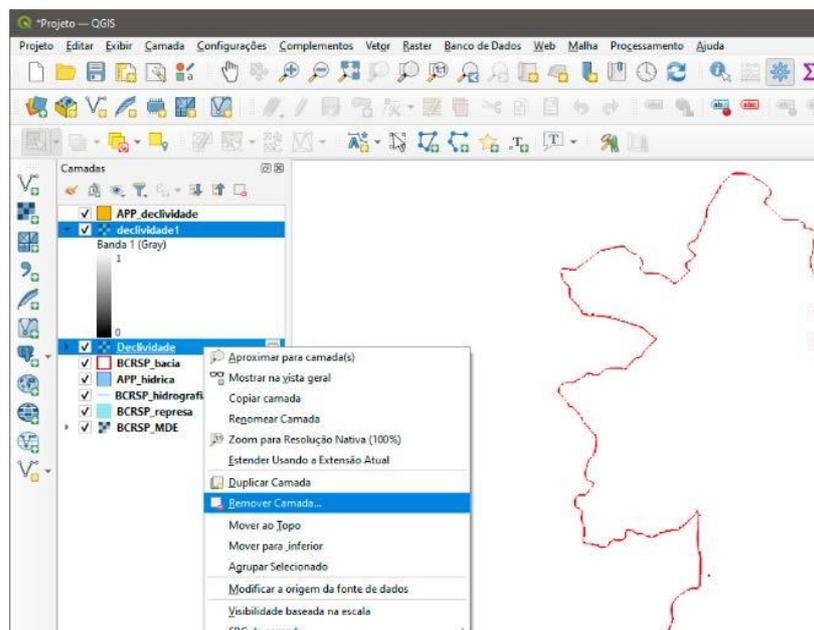
Figura 203 - Alternar modo de edição



Fonte: NAGEA (2022).

Os demais arquivos gerados durante esse procedimento podem ser removidos, clicando com o botão direito em cima dos mesmos, selecionando a opção “Remover Camada” (Figura 204).

Figura 204 - Removendo camadas de apoio para não confundir o usuário



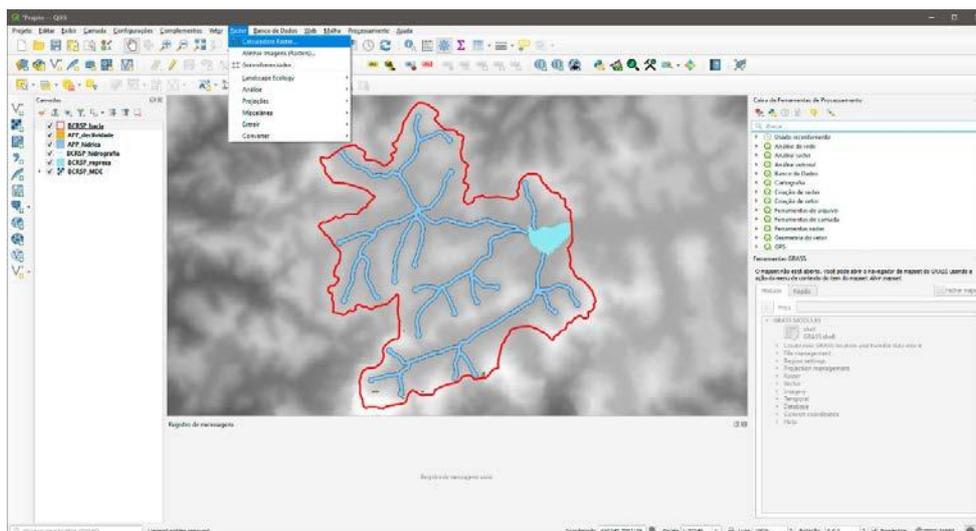
Fonte: NAGEA (2022).

Vale ressaltar que, além da legislação das APP de encostas superiores a 45° , as áreas com declividade entre 25° e 45° são áreas de Uso restrito. Sua demarcação também pode ser gerada com os mesmos procedimentos empregados para a geração das APP com declividades superiores a 45° .

5.4 APP DE TOPO DE MORRO

Como as APP de Topo de Morro possuem uma delimitação um pouco mais complexa, é aconselhável que se inicie um projeto em branco no QGIS e que se utilize um recorte do MDE maior do que os limites da área de estudo. Para iniciarmos a sua geração, realizaremos a inversão dos valores de altimetria do MDE com o auxílio da ferramenta "Calculadora Raster" em "Raster" > "Calculadora raster" (Figura 205).

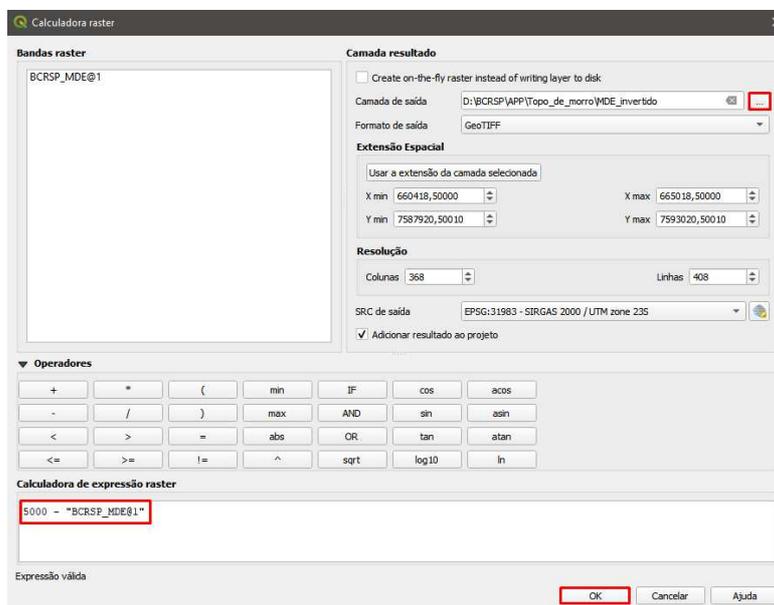
Figura 205 - Acionando a calculadora *raster* para inverter altimetria



Fonte: NAGEA (2022).

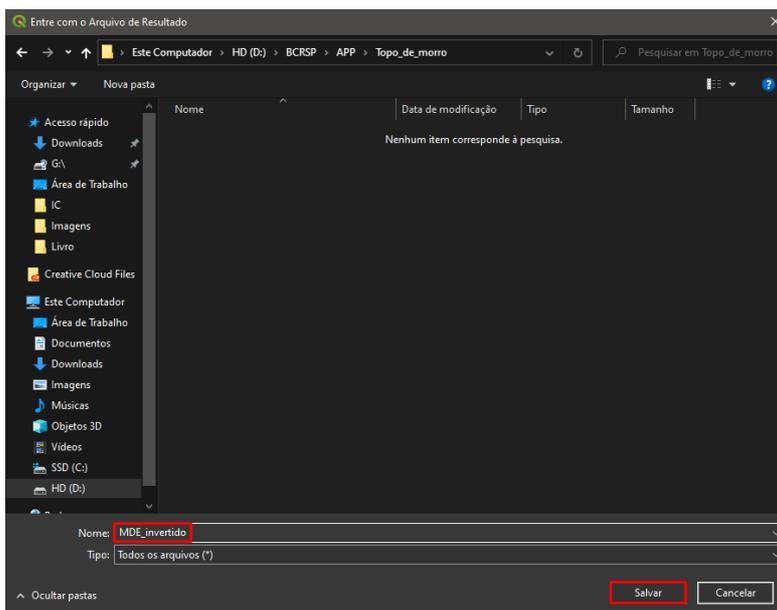
Dentro da calculadora *raster*, em 'Camada de saída' clicaremos no ícone dos três pontos e indicaremos o local de salvamento e o nome "MDE_invertido". Já em "Calculadora de expressão *raster*", digitaremos a fórmula $5000 - \text{"BCRSP_MDE@1"}$ e clicaremos em "OK" (Figuras 206 e 207).

Figura 206 - Configuração da calculadora



Fonte: NAGEA (2022).

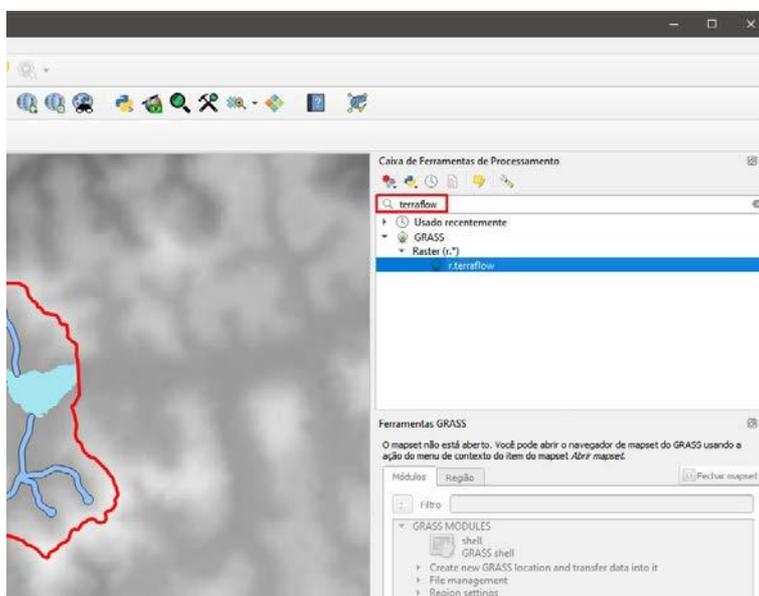
Figura 207 - Salvando o MDE invertido



Fonte: NAGEA (2022).

Com o MDE invertido já gerado, delimitaremos as bases dos morros da nossa área de estudo. Para isso, digitaremos na caixa de ferramentas *terraflo* e abriremos a ferramenta dando um duplo clique com o botão esquerdo em cima da mesma (Figura 208).

Figura 208 - Buscando a ferramenta *terraflo* para delimitar as bases dos morros

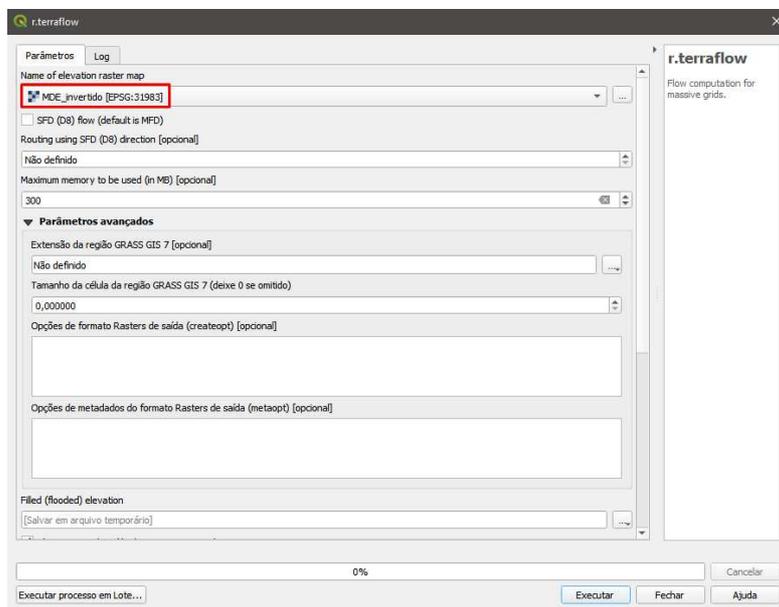


Fonte: NAGEA (2022).

Em “*Name of elevation raster map*” selecionaremos o raster “MDE_invertido”. Rolando para baixo, deixaremos marcado apenas “sink-watershed” onde clicaremos

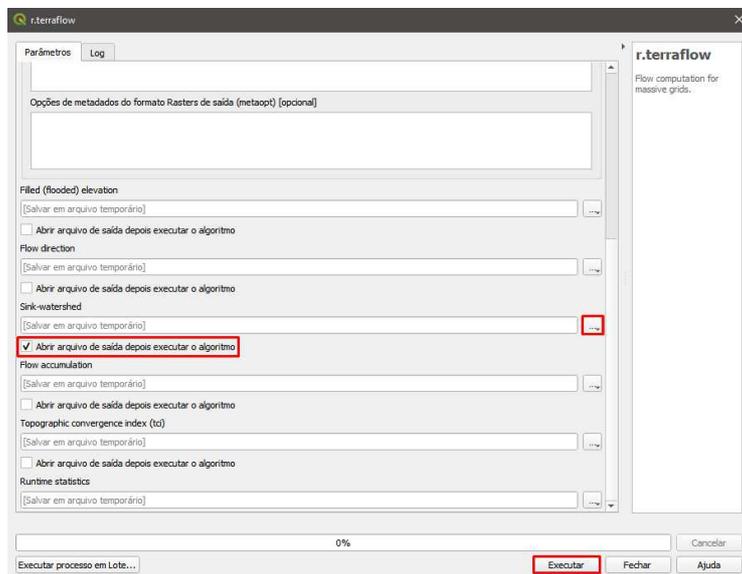
no ícone dos três pontos e selecionaremos "Salvar no arquivo", indicando o local de salvamento e o nome "base_morros_raster". Após isso, clicaremos em "Executar".

Figura 209 - Parâmetros do *terraflow*



Fonte: NAGEA (2022).

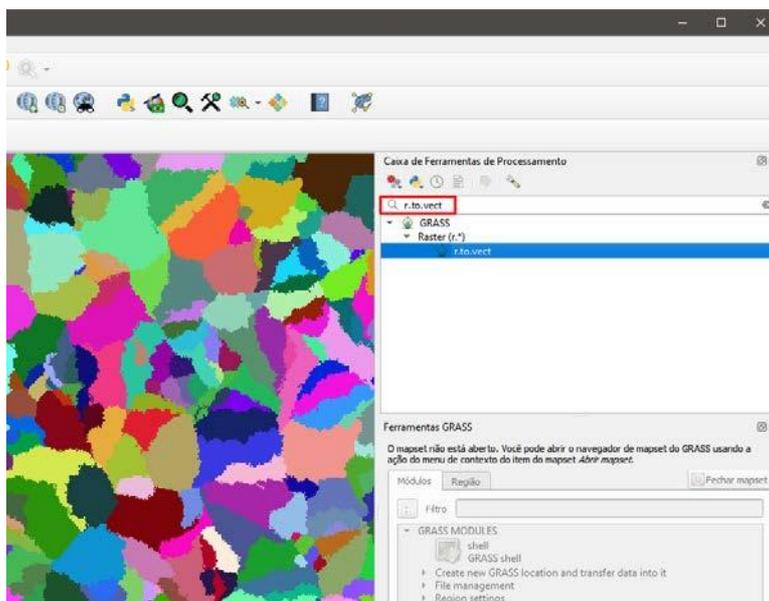
Figura 210 - Geração da base dos morros



Fonte: NAGEA (2022).

Com a base dos morros gerada, converteremos o seu *raster* para *shapefile*. Para isso, digitaremos novamente na caixa de ferramentas "r.to.vect" e abriremos a ferramenta dando um duplo clique com o botão esquerdo em cima da mesma (Figura 211).

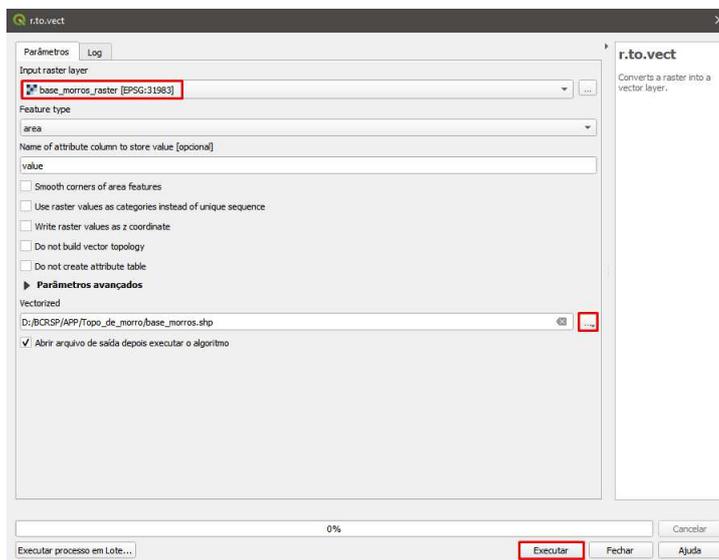
Figura 211 - Convertendo as bases de morro para *shapefile*



Fonte: NAGEA (2022).

Em "Camada *raster* de entrada" selecionaremos a camada "base_morros_raster". Em seguida, em "Vetorizado" clicaremos no ícone de três pontos e selecionaremos "Salvar no arquivo", indicando o local de salvamento e o nome "base_morros". Após isso, clicaremos em "Executar" (Figura 212).

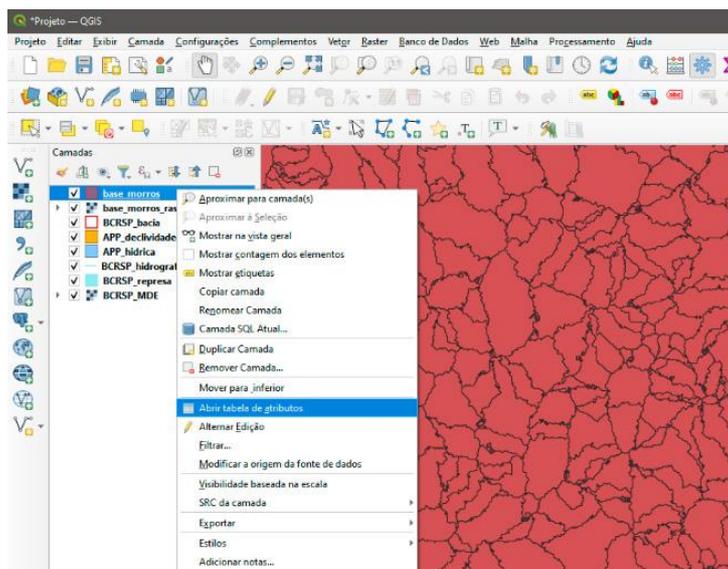
Figura 212 - Parâmetros da vetorização das bases de morro



Fonte: NAGEA (2022).

Agora, clicaremos com o botão direito em cima da camada gerada "base_morros" e selecionaremos a opção "Abrir tabela de atributos". Dentro da tabela, clicaremos no ícone "Alternar modo de edição" no canto superior esquerdo da janela (Figuras 213 e 214).

Figura 213 - Tabela de atributos



Fonte: NAGEA (2022).

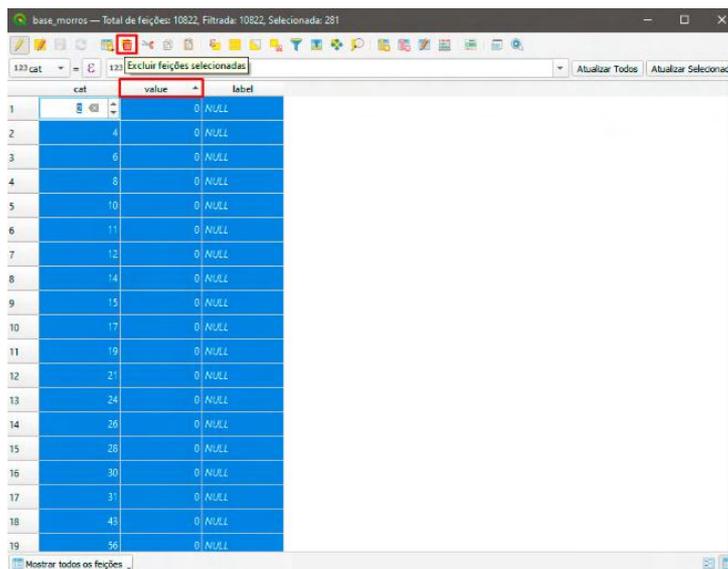
Figura 214 - Alternar modo de edição

	value	label
1	2	0 NULL
2	3	7 NULL
3	4	0 NULL
4	5	7 NULL
5	6	0 NULL
6	7	27 NULL
7	8	0 NULL
8	9	8 NULL
9	10	0 NULL
10	11	0 NULL
11	12	0 NULL
12	13	9 NULL
13	14	0 NULL
14	15	0 NULL
15	16	9 NULL
16	17	0 NULL
17	18	9 NULL
18	19	0 NULL
19	20	2 NULL
20	21	0 NULL

Fonte: NAGEA (2022).

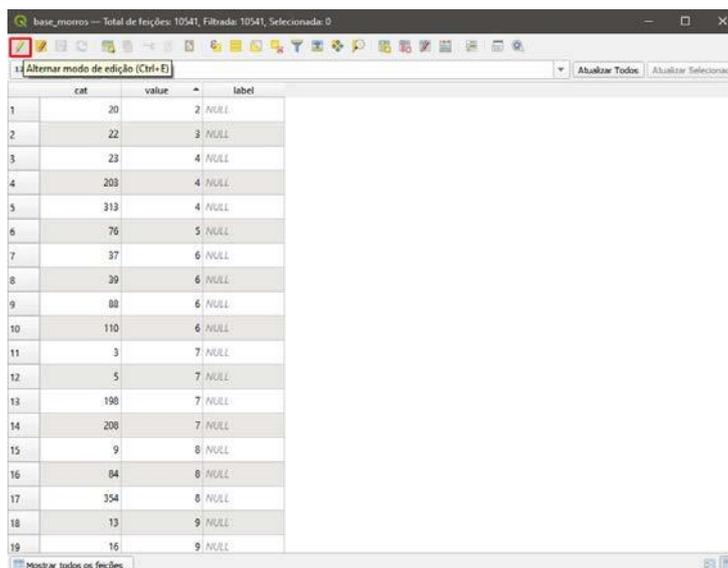
Na tabela, clicaremos agora em “value” para que seja organizado com os valores de forma crescente. Selecionaremos todas as linhas que possuem o campo value igual a 0 e, posteriormente, clicaremos no ícone “Excluir feições selecionadas”. Mais uma vez, clicaremos no ícone “Alternar modo de edição” para finalizarmos a edição da camada (Figuras 215 e 216).

Figura 215 - Excluir feições



Fonte: NAGEA (2022).

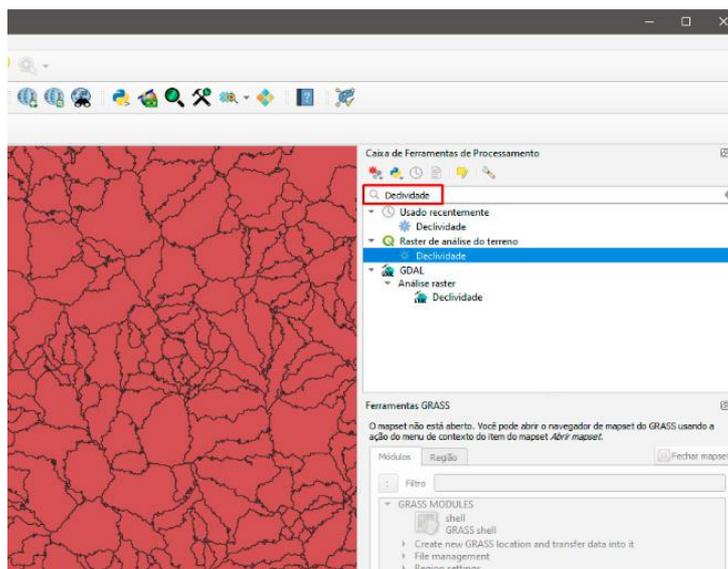
Figura 216 - Finalizar com alternar modo de edição



Fonte: NAGEA (2022).

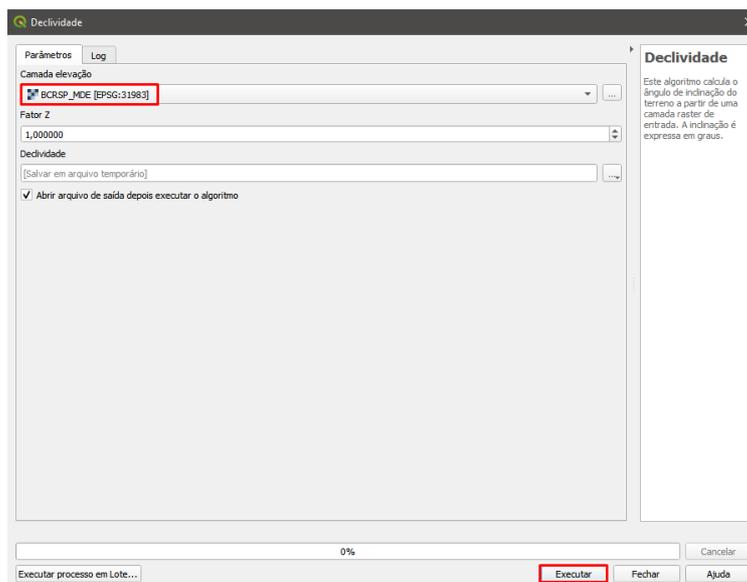
Agora, geraremos outra carta de declividade. Para isso, digitaremos na caixa de ferramentas "Declividade" e abriremos a ferramenta dando um duplo clique com o botão esquerdo em cima da mesma. Em "Camada de entrada" selecionaremos o MDE da área e clicaremos em "Executar" (Figuras 217 e 218).

Figura 217 - Acionando a função declividade



Fonte: NAGEA (2022).

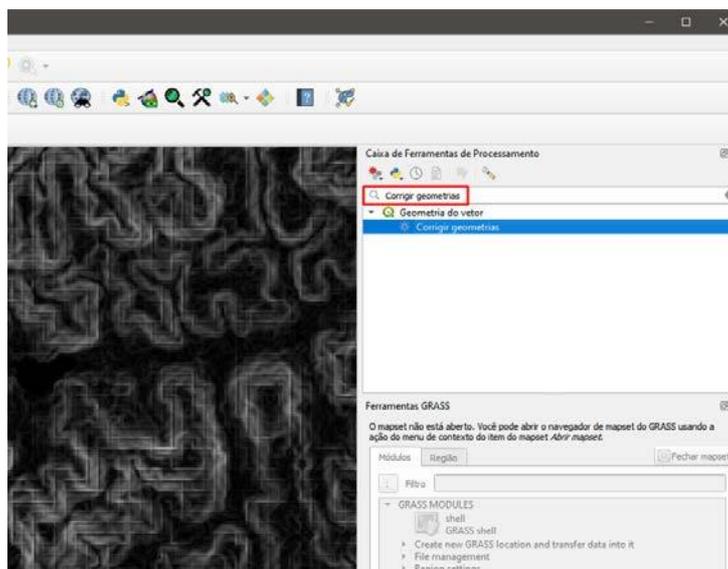
Figura 218 - Gerando a declividade



Fonte: NAGEA (2022).

Mais uma vez, digitaremos na caixa de ferramentas “Corrigir geometrias” e abriremos a ferramenta dando um duplo clique com o botão esquerdo em cima da mesma conforme Figura 219.

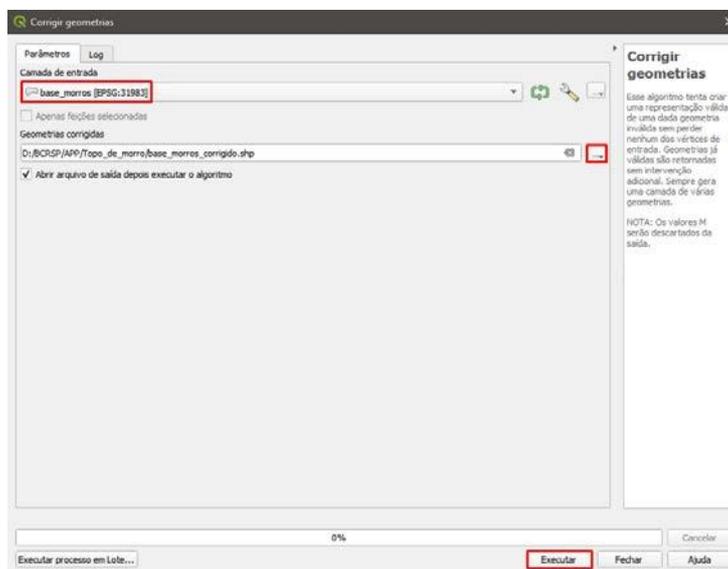
Figura 219 – Corrigindo geometrias



Fonte: NAGEA (2022).

Em “Camada de entrada” selecionaremos a camada “base_morros” e em “Geometrias corrigidas” clicaremos no ícone dos três pontos e selecionaremos “Salvar no arquivo”, indicando o local de salvamento e o nome “base_morros_corrigido”. Após isso, clicaremos em “Executar” (Figura 220).

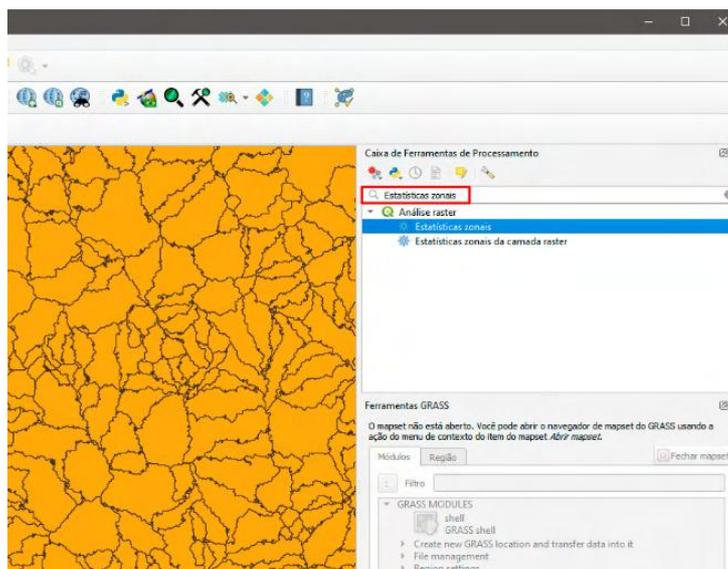
Figura 220 - Parâmetros de correção das geometrias



Fonte: NAGEA (2022).

Novamente, digitaremos na caixa de ferramentas “Estatísticas zonais” e abriremos a ferramenta dando um duplo clique com o botão esquerdo em cima da mesma (Figura 221).

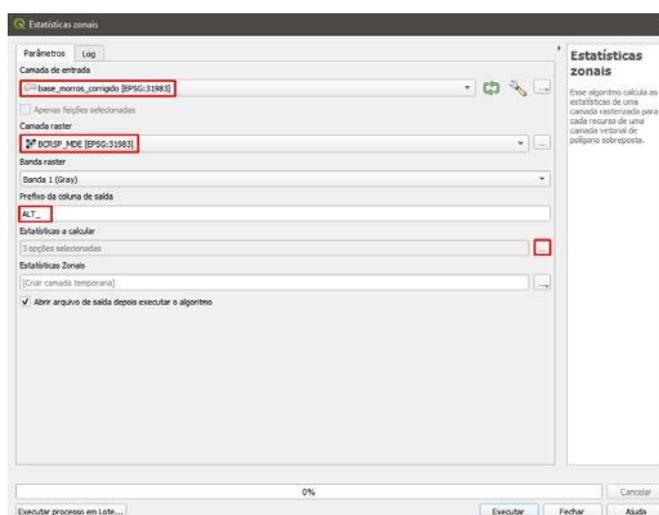
Figura 221 - Estatísticas zonais



Fonte: NAGEA (2022).

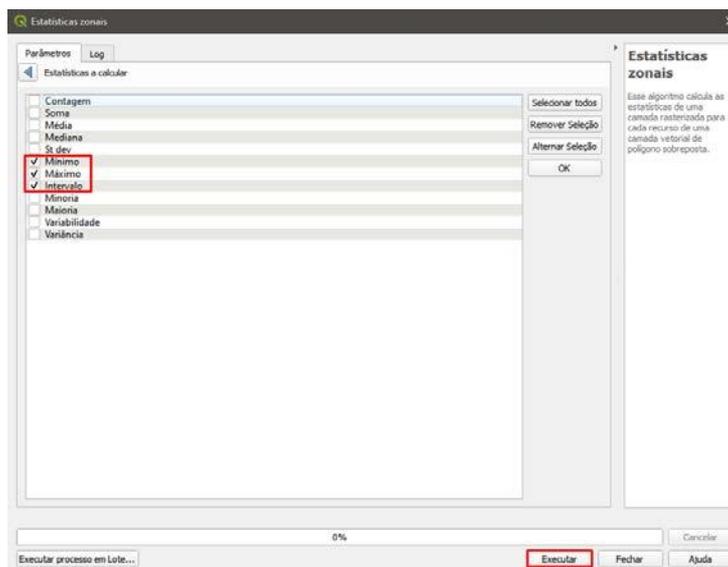
Essa ferramenta terá a função de capturar os valores dos *rasters* e incluir na tabela de atributos da camada. Assim, primeiramente capturaremos as informações de altimetria e posteriormente as de declividade. Para capturarmos as informações de altimetria, em "Camada de entrada" selecionaremos "base_morros_corrigido" e em "Camada raster" selecionaremos o MDE da área. No campo "Prefixo de coluna de saída" preencheremos com o prefixo "ALT_". Em "Estatísticas a calcular" clicaremos no ícone dos três pontos e, na nova janela, marcaremos "Mínimo", "Máximo" e "Intervalo". Após esses ajustes, clicaremos em "Executar" (Figuras 222 e 223).

Figura 222 - Parâmetros das estatísticas zonais



Fonte: NAGEA (2022).

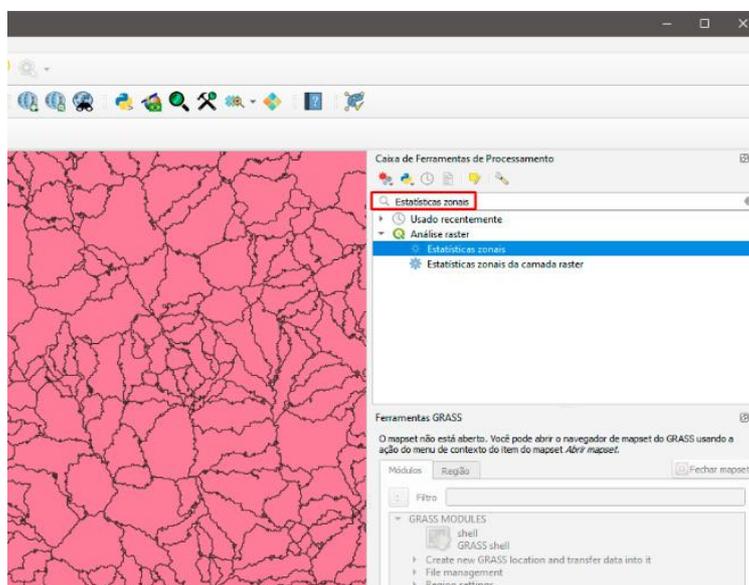
Figura 223 - Estatísticas a calcular



Fonte: NAGEA (2022).

Para inserirmos também as informações de declividade na camada gerada, digitaremos novamente na caixa de ferramentas "Estatísticas zonais" e abriremos a ferramenta dando um duplo clique com o botão esquerdo em cima da mesma (Figura 224).

Figura 224 - Retornando a função

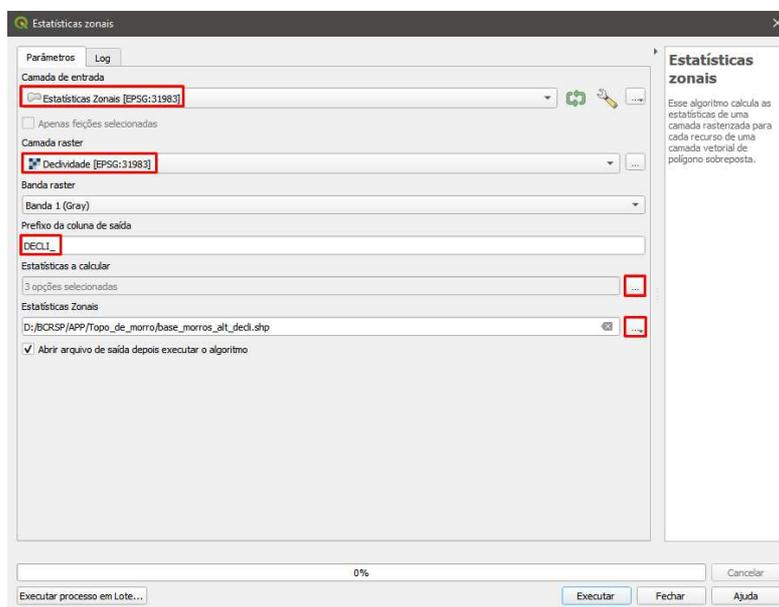


Fonte: NAGEA (2022).

Em "Camada de entrada" selecionaremos "Estatísticas Zonais" e em "Camada raster" selecionaremos "Declividade". No campo "Prefixo de coluna de saída" preencheremos com o prefixo "DECLI_". Em "Estatísticas zonais" clicaremos no ícone dos três pontos e selecionaremos "Salvar no arquivo", indicando o local de salvamento e o nome "base_

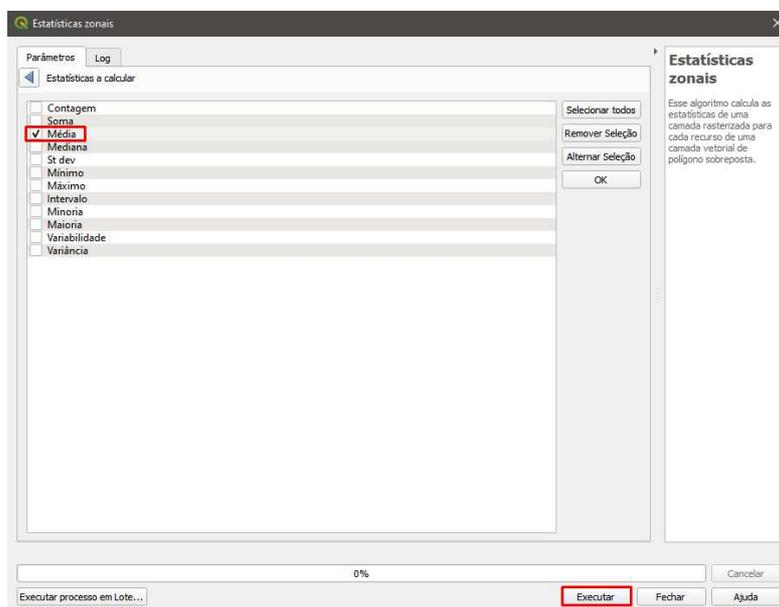
morros_alt_decli". Em "Estatísticas a calcular" clicaremos no ícone dos três pontos e, na nova janela, marcaremos "Média". Após esses ajustes, clicaremos em "Executar" (Figuras 225 e 226).

Figura 225 - Parâmetros de entrada das estatísticas



Fonte: NAGEA (2022).

Figura 226 - Selecionando a média

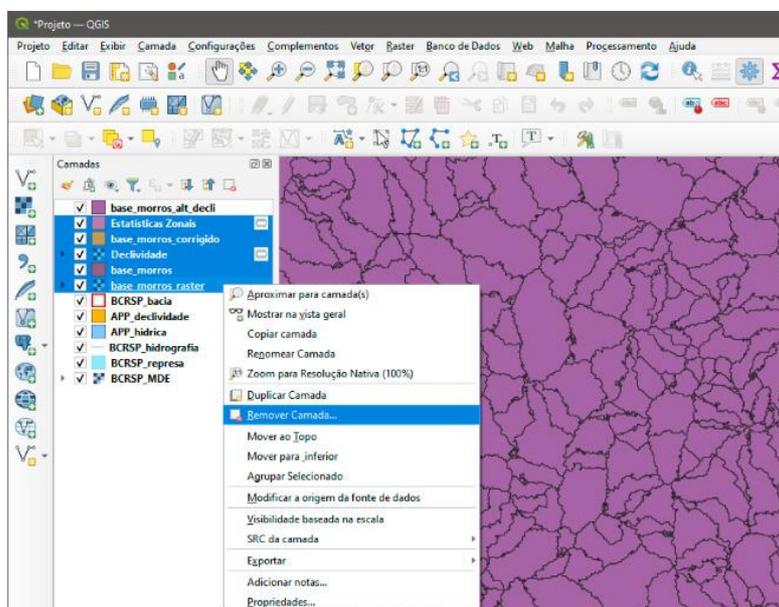


Fonte: NAGEA (2022).

Os demais arquivos gerados durante esse procedimento podem ser removidos, clicando com o botão direito em cima deles e selecionando a opção "Remover camada"

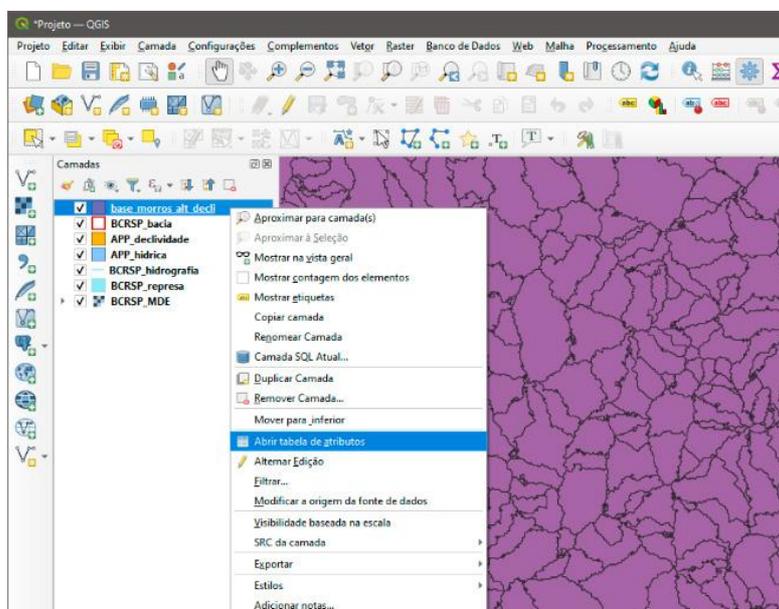
(Figura 227). Em seguida, clicaremos com o botão direito em cima da camada gerada "base_morros_shape_alt_decli" e selecionaremos a opção "Abrir tabela de atributos" (Figura 228).

Figura 227 - Removendo camadas auxiliares



Fonte: NAGEA (2022).

Figura 228 - Abrindo tabela de atributos

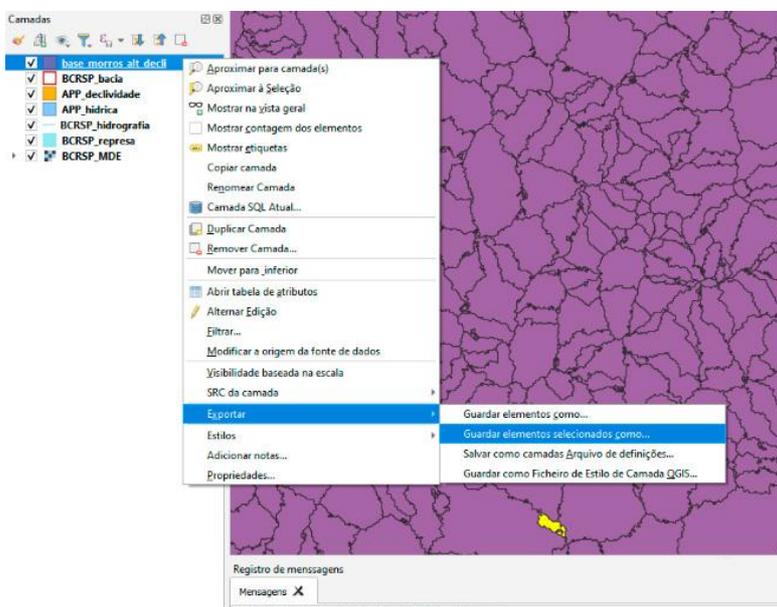


Fonte: NAGEA (2022).

Dois são os critérios básicos das APP de Topo de Morro: morros com amplitude maior que 100m e com declividade média maior que 25° (47%). Assim, precisamos filtrar

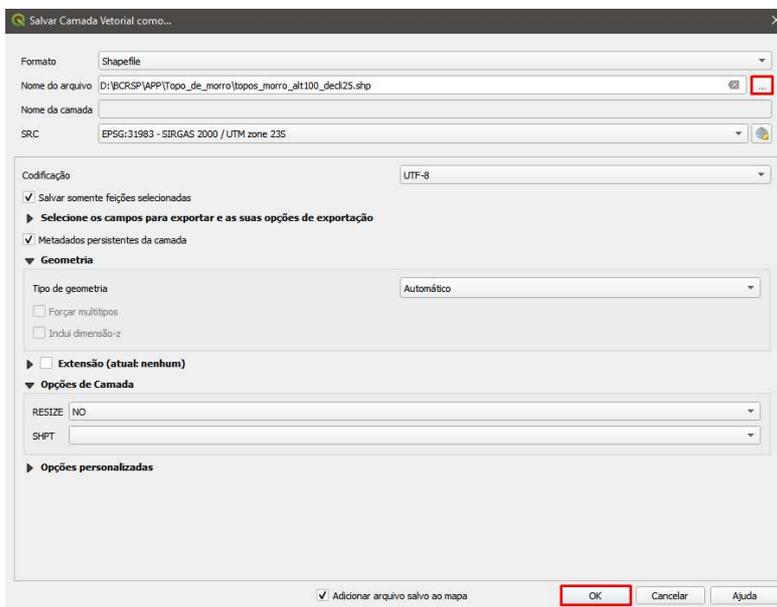
como..." (Figura 231). Em "Nome do arquivo", clicaremos no ícone dos três pontos, indicando o local de salvamento e o nome "topos_morro_alt100_decli25". Assim, clicaremos em "OK" (Figura 232).

Figura 231 - Exportando a seleção



Fonte: NAGEA (2022).

Figura 232 - Salvando o *shape* com os topos

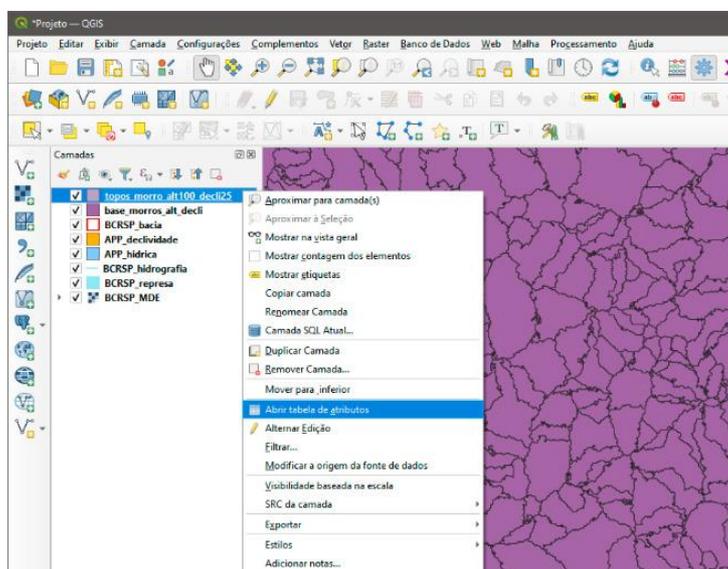


Fonte: NAGEA (2022).

Outra regra básica existente é que apenas o terço superior dos morros com amplitude maior que 100m e declividade média maior que 25° são consideradas APP de

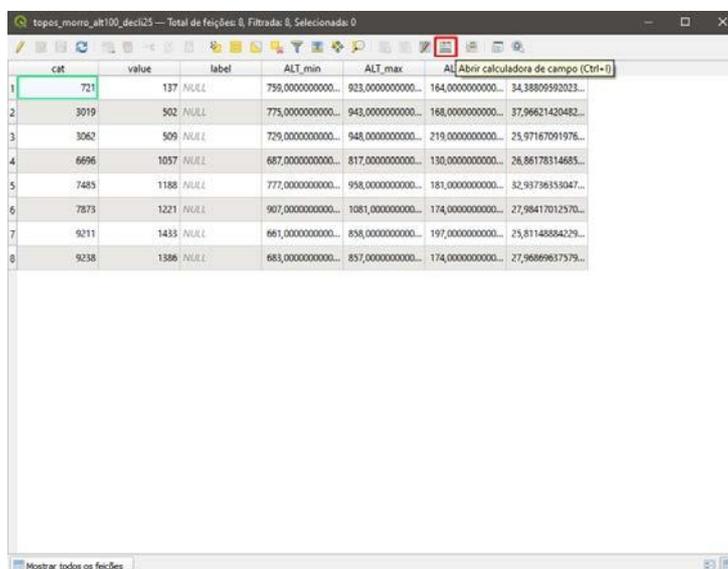
Topo de Morro. Para delimitarmos esse terço, clicaremos com o botão direito sobre o *shapefile* gerado e iremos selecionar a opção “Tabela de atributos” (Figura 233). Dentro da tabela de atributos, clicaremos no ícone “Abrir calculadora de campo” (Figura 234).

Figura 233 - Abrir tabela de atributos



Fonte: NAGEA (2022).

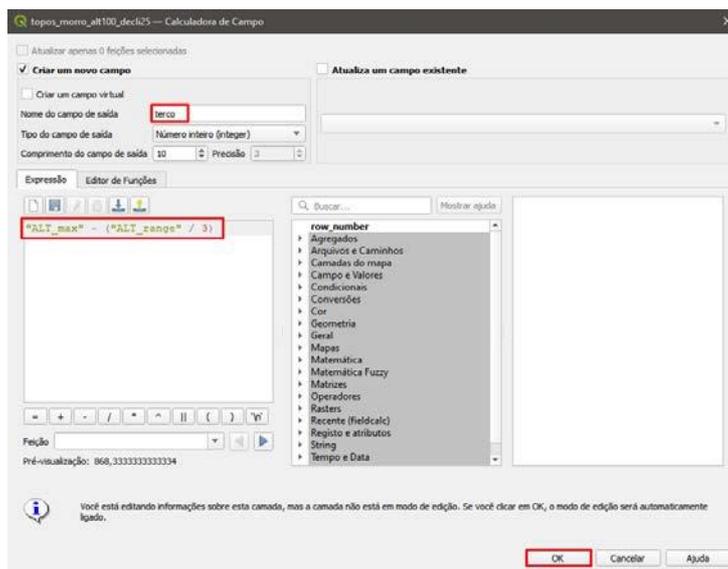
Figura 234 - Abrir calculado de campo



Fonte: NAGEA (2022).

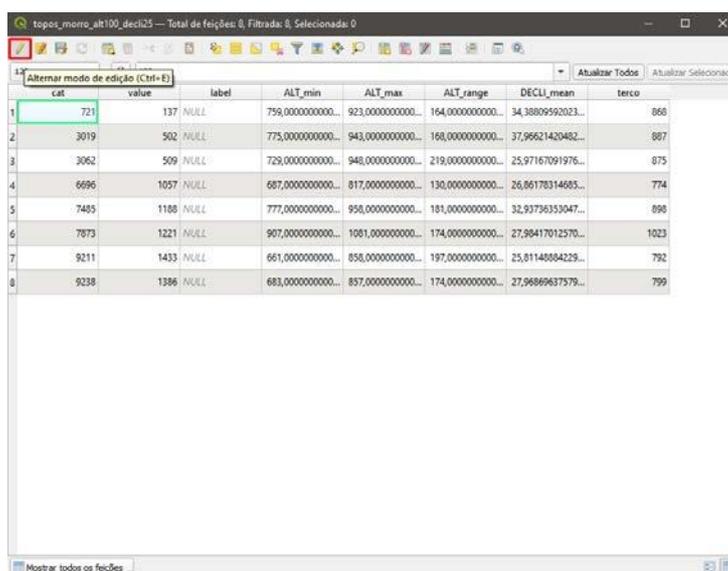
Na janela da calculadora de campo, em “Nome do campo de saída” colocaremos o nome de “terço” e no campo “Expressão” adicionaremos a fórmula “ALT_max” - (“ALT_range”/3) e clicaremos em “OK” (Figura 235). Após isso, clicaremos no ícone “Alternar modo de edição” para finalizarmos a edição da camada (Figura 236).

Figura 235 - Inserido a expressão na calculadora



Fonte: NAGEA (2022).

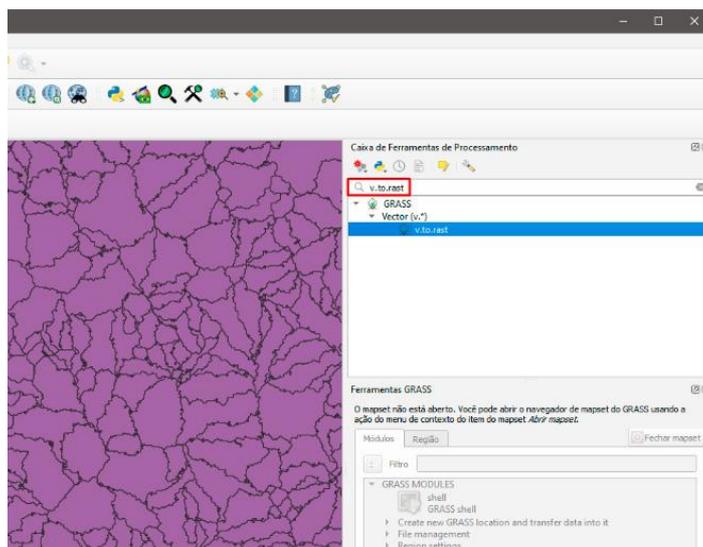
Figura 236 - Alternar edição



Fonte: NAGEA (2022).

Realizado isso, devemos converter o *shapefile* para o formato *raster*. Para isso, digitaremos na caixa de ferramentas "v.to.rast" e abriremos a ferramenta dando um duplo clique com o botão esquerdo em cima da mesma (Figura 237).

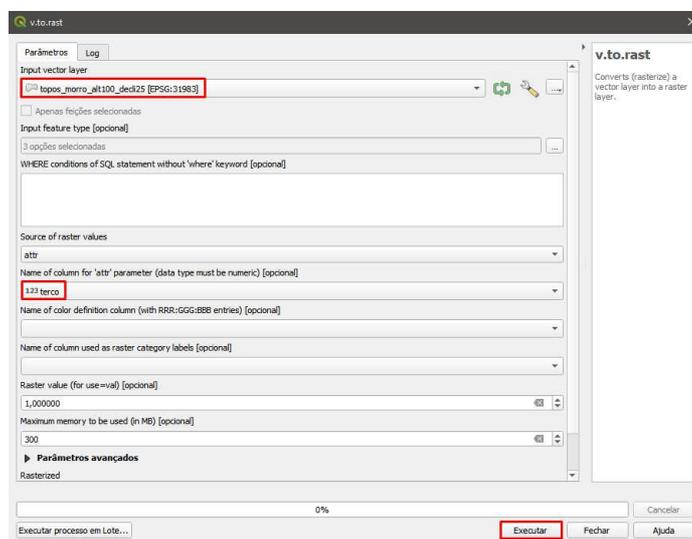
Figura 237 - Convertendo os topos de morro parciais para *raster*



Fonte: NAGEA (2022).

Em "Camada de entrada" selecionaremos a camada "topos_morro_alt100_decli25" e em "Name of column 'attr' parameter" selecionaremos o "terco". Após isso, clicaremos em "Executar" (Figura 238).

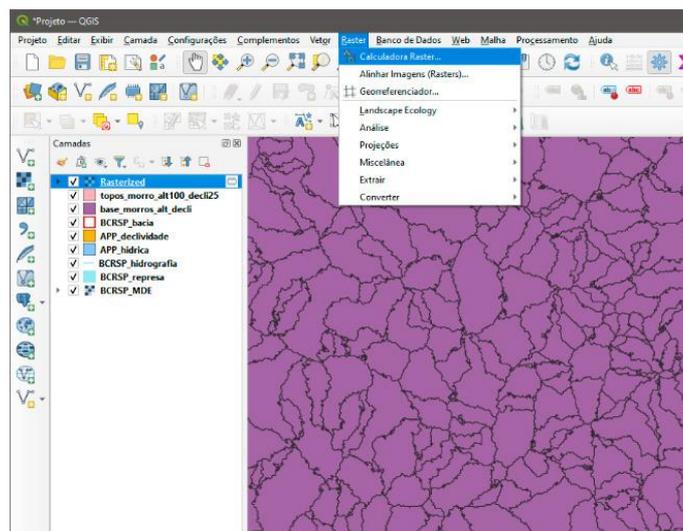
Figura 238 - Aplicando o parâmetro 1/3 superior



Fonte: NAGEA (2022).

Com a nova camada *raster* criada, vamos em "*Raster*" > "*Calculadora raster*" (Figura 239).

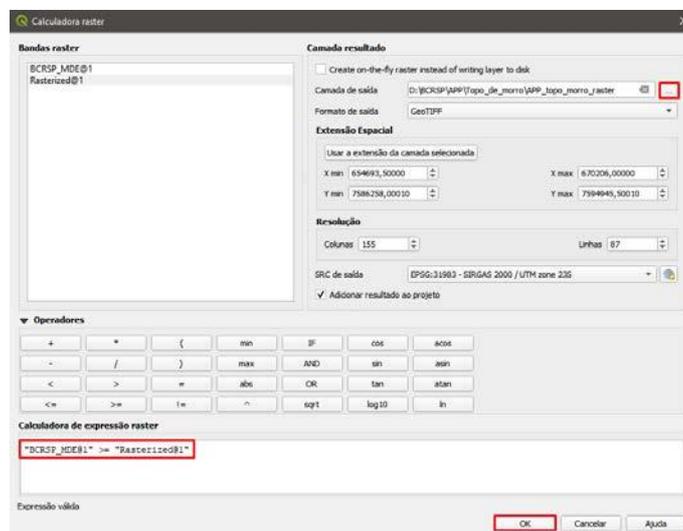
Figura 239 - Reabrindo a calculadora *raster*



Fonte: NAGEA (2022).

Em “Camada de saída” clicaremos no ícone dos três pontos e selecionaremos “Salvar no arquivo”, indicando o local de salvamento e o nome “APP_topo_morro_raster”. Em “Calculadora de expressão *raster*” digitaremos a fórmula “BCRSP_MDE@1” => “Rasterized@1”. Posteriormente, clicaremos em “OK” (Figura 240).

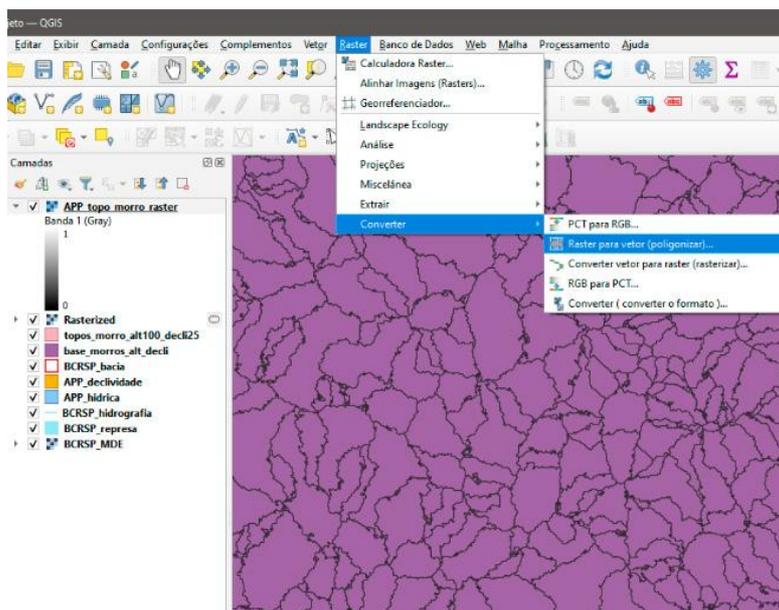
Figura 240 - Inserindo expressão na calculadora *raster*



Fonte: NAGEA (2022).

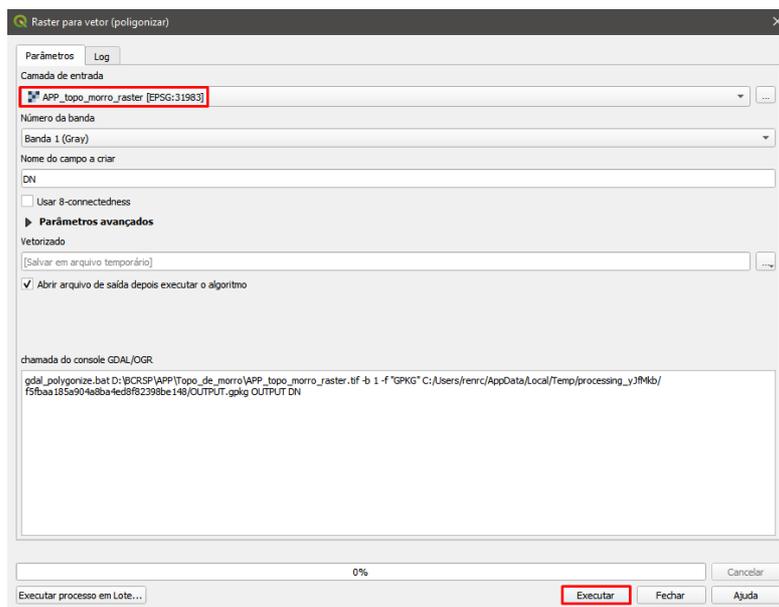
Com o novo *raster* criado, realizaremos a sua conversão para o formato de *shapefile* em "*Raster*" > "Converter" > "*Raster para vetor (poligonzinar)*" (Figura 241). Em "Camada de entrada" selecionaremos "APP_topo_morro_raster" e clicaremos em "Executar" (Figura 242).

Figura 24.1 - Convertendo para vetor



Fonte: NAGEA (2022).

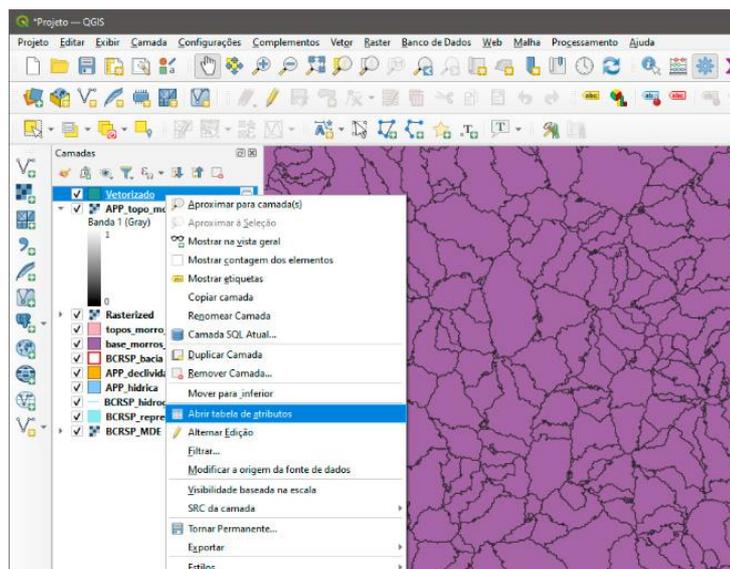
Figura 24.2 - Gerando o *shape* Topo de Morro



Fonte: NAGEA (2022).

Em seguida, clicaremos com o botão direito em cima da camada gerada “Vetorizado” e selecionaremos a opção “Abrir tabela de atributos” (Figura 24.3).

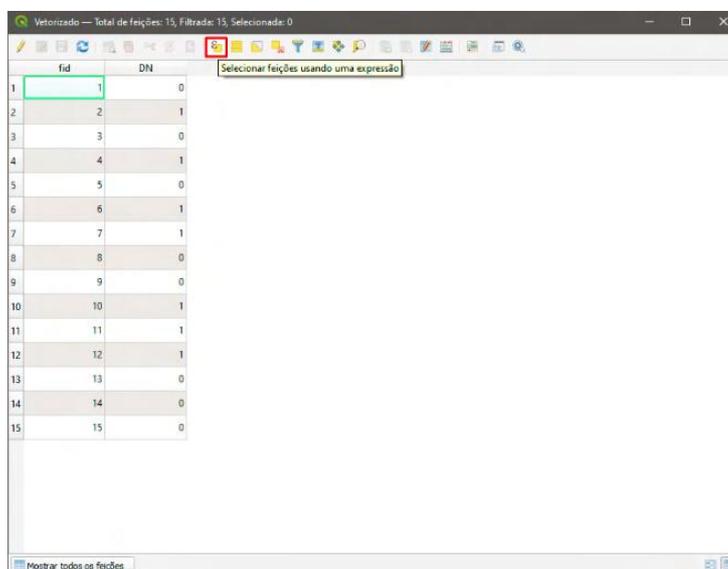
Figura 243 - Abrindo tabela de atributos do *shape* de Topo de Morro



Fonte: NAGEA (2022).

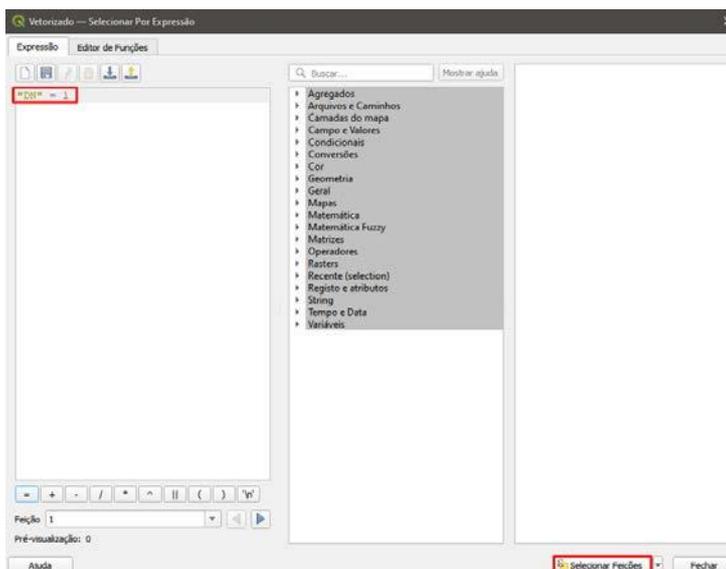
Ainda na tabela, clicaremos no ícone “Selecionar feições usando uma expressão” (Figura 244). Na nova janela, iremos digitar a fórmula “DN” = 1 e, posteriormente, clicaremos em “Selecionar Feições” (Figura 245).

Figura 244 - Selecionar feições expressão



Fonte: NAGEA (2022).

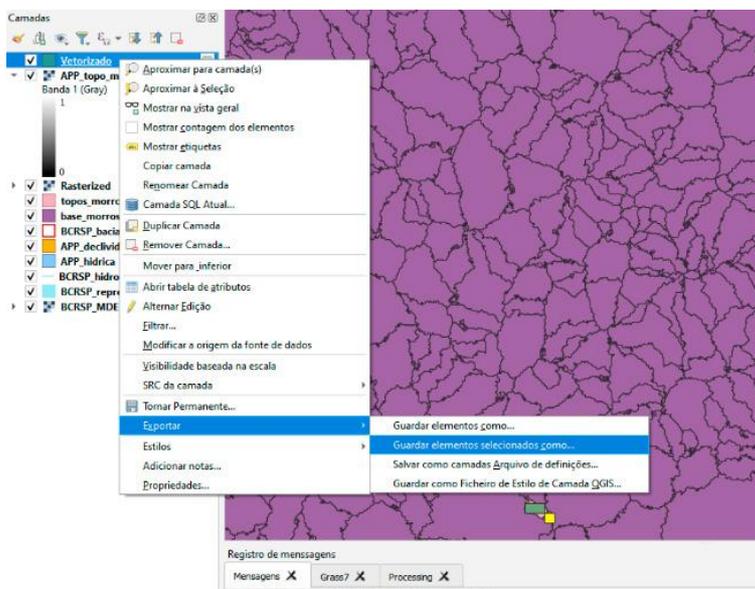
Figura 245 - Inserir expressão e selecionar



Fonte: NAGEA (2022).

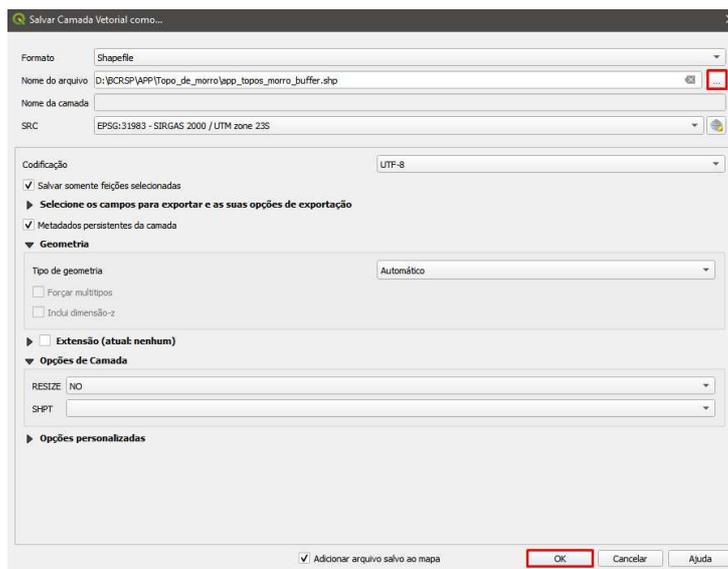
Após isso, fora da tabela de atributos, clicaremos com o botão direito sobre o *shapefile* "Vetorizado" e iremos selecionar as opções "Exportar > "Guardar elementos selecionados como..." (Figura 246). Em "Nome do arquivo" clicaremos no ícone dos três pontos, indicando o local de salvamento e o nome "app_topos_morro_buffer". Após isso, clicaremos em "OK" (Figura 247).

Figura 246 - Exportando a seleção



Fonte: NAGEA (2022).

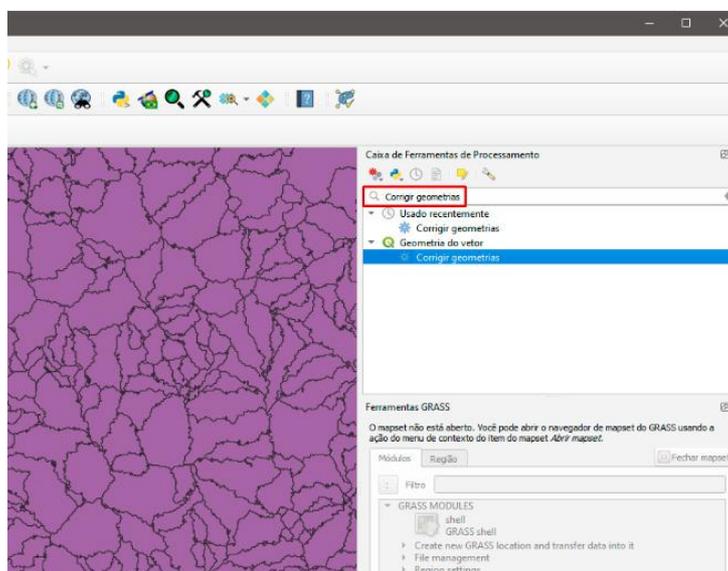
Figura 247 - Salvando *shapefile* Topo de Morro *Buffer*



Fonte: NAGEA (2022).

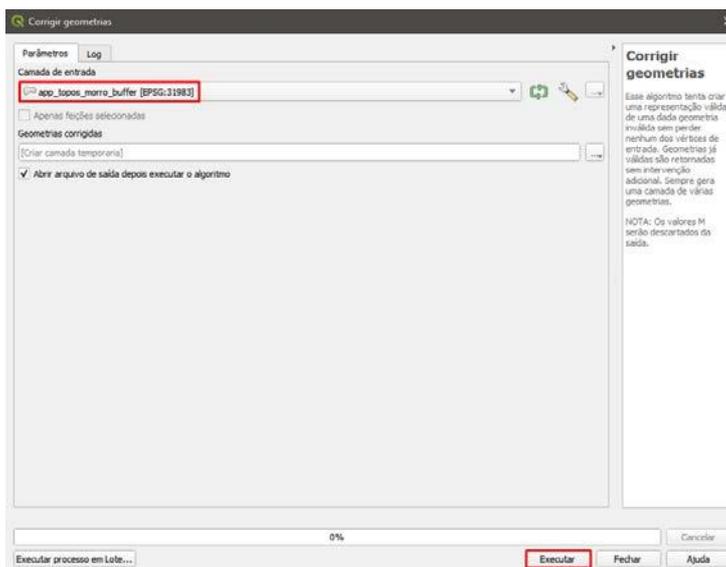
Agora, digitaremos na caixa de ferramentas “Corrigir geometrias” e abriremos a ferramenta dando um duplo clique com o botão esquerdo em cima da mesma (Figura 248). Dentro da ferramenta, em “Camada de entrada” selecionaremos a camada “app_topos_morro_buffer” e clicaremos em “Executar”.

Figura 248 - Corrigindo geometrias



Fonte: NAGEA (2022).

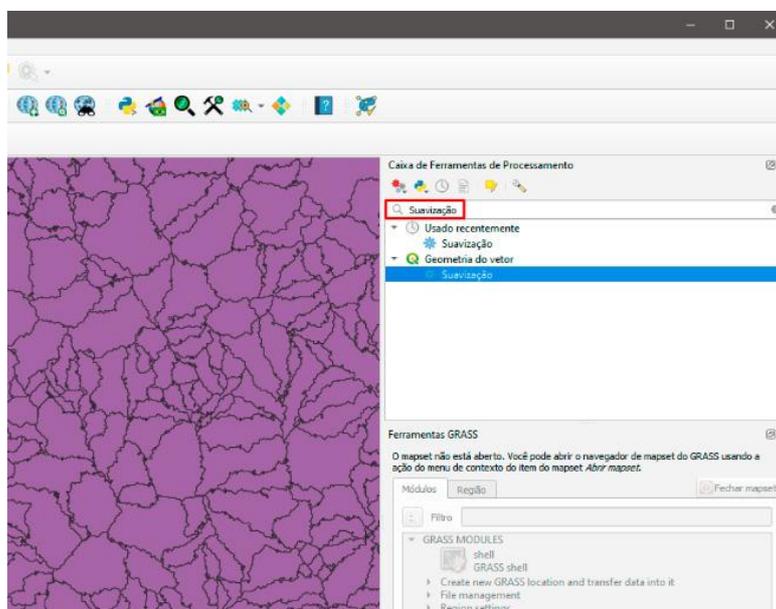
Figura 249 - Selecionar a camada a corrigir



Fonte: NAGEA (2022).

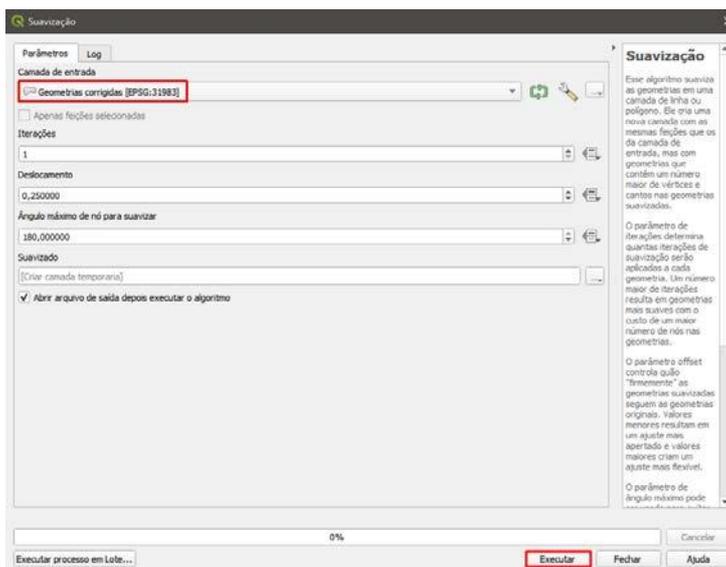
Novamente, digitaremos na caixa de ferramentas “Suavização” e abriremos a ferramenta dando um duplo clique com o botão esquerdo em cima da mesma (Figura 250). Dentro da ferramenta, em “Camada de entrada” selecionaremos a camada “Geometrias corrigidas” e clicaremos em “Executar” (Figura 251).

Figura 250 - Suavização da geometria



Fonte: NAGEA (2022).

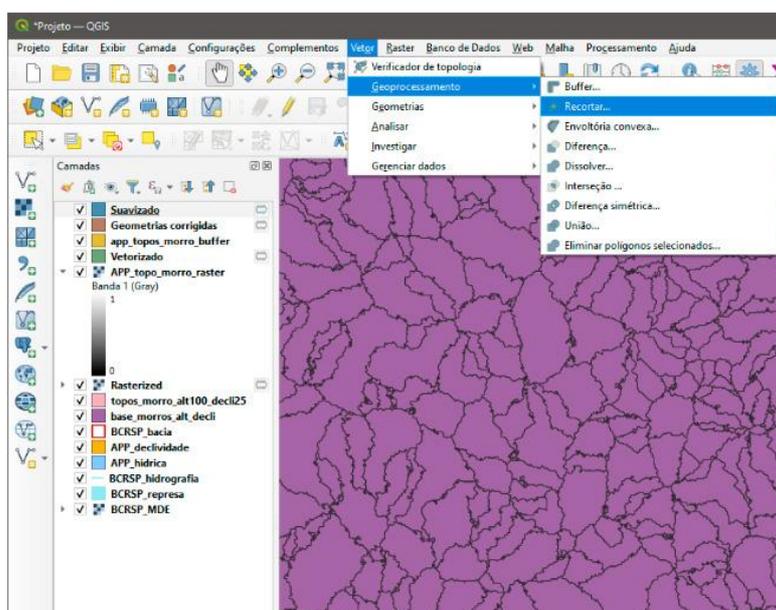
Figura 251 - Parâmetros da suavização



Fonte: NAGEA (2022).

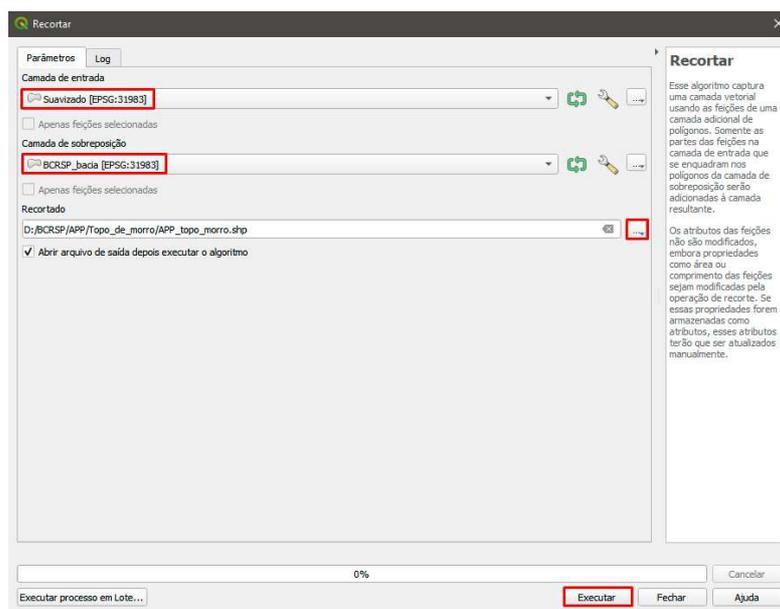
Com a nova camada gerada, iremos em "Vetor" > "Geoprocessamento" > "Recortar" (Figura 252). Dentro da janela, em "Camada de entrada" selecionaremos a camada "Suavizado" e em "Camada de sobreposição" selecionaremos o limite da área de estudo. Em "Recortado" clicaremos no ícone dos três pontos e selecionaremos "Salvar no arquivo", indicando o local de salvamento e o nome "APP_topo_morro". Após isso, clicaremos em "Executar" (Figura 253).

Figura 252 - Recortando arquivo suavizado



Fonte: NAGEA (2022).

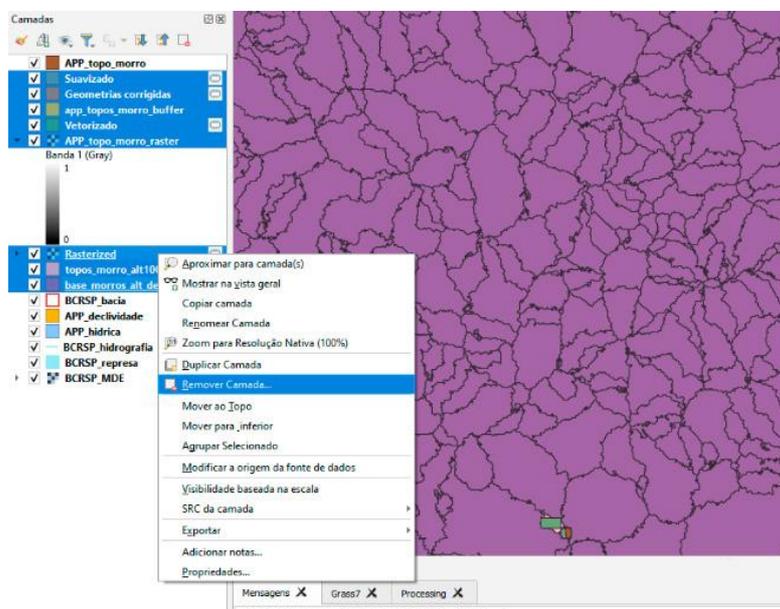
Figura 253 - Gerando a APP Topo de Morro



Fonte: NAGEA (2022).

Os demais arquivos gerados durante esse procedimento podem ser removidos, clicando com o botão direito em cima deles e selecionando a opção “Remover camada” (Figura 254).

Figura 254 - Removendo camadas geradas no decorrer do processo

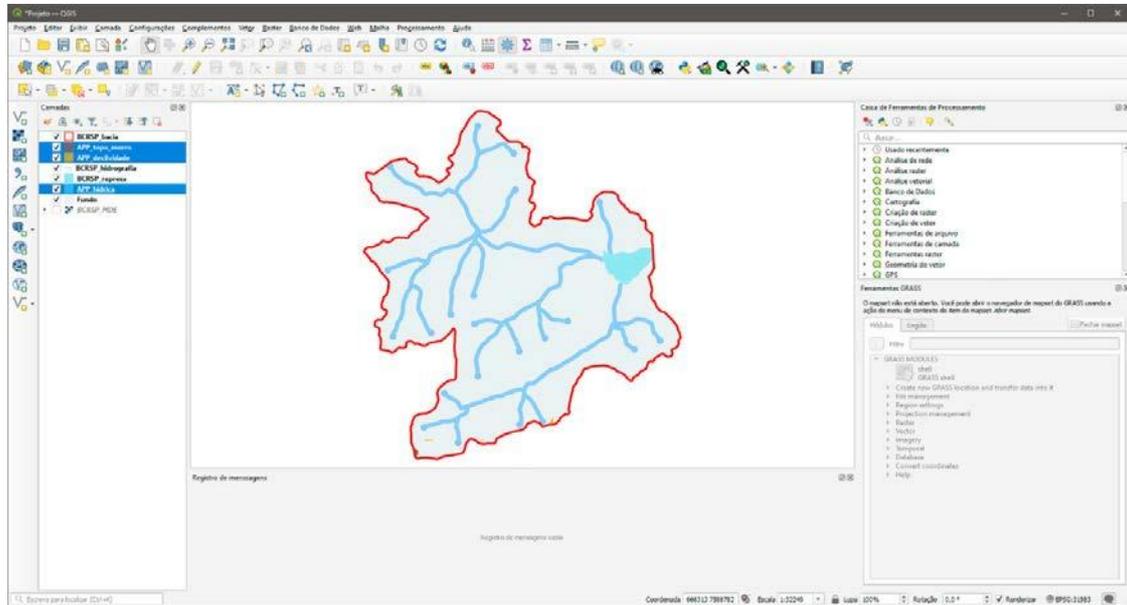


Fonte: NAGEA (2022).

Como resultado final, teremos todas as áreas propostas de APP da nossa área de estudo com destaque para as APP Hídricas e alguns fragmentos das APP de Encostas em laranja (Figura 255). Não foram encontradas APP Topo de Morro nesta Bacia. Essa

alteração no Código Florestal viabilizou vários empreendimentos que se instalaram nos antigos topos de morros e até nas encostas desta Bacia. Vale salientar que é uma bacia de manancial de abastecimento ainda ativo, a Represa de São Pedro.

Figura 255 - Resultado final com as APP Hídricas e de Encosta

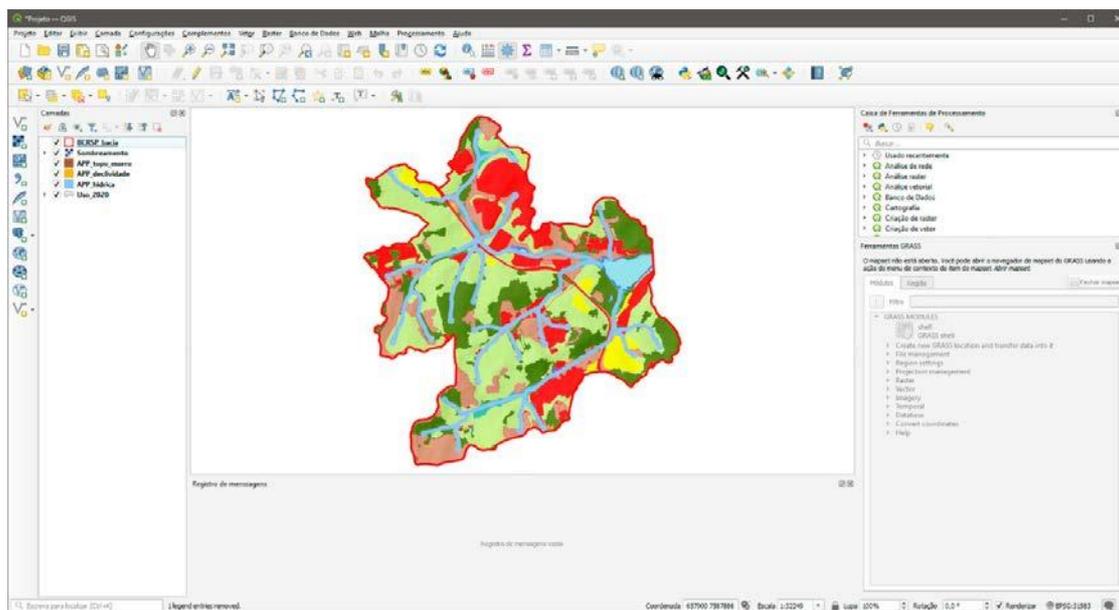


Fonte: NAGEA (2022).

5.5 CONFLITOS DE USO E COBERTURA DA TERRA NAS APP

É possível identificar se os tipos de uso nas APP estão de acordo com a legislação ambiental, especificamente a Lei nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012). Isso é importante para analisarmos se existe um avanço da urbanização, desmatamento ou agricultura sobre essas áreas. Para executarmos essa análise, precisaremos do mapa produzido no Capítulo 4 (Figura 256) e as áreas das APP produzidas neste Capítulo 5.

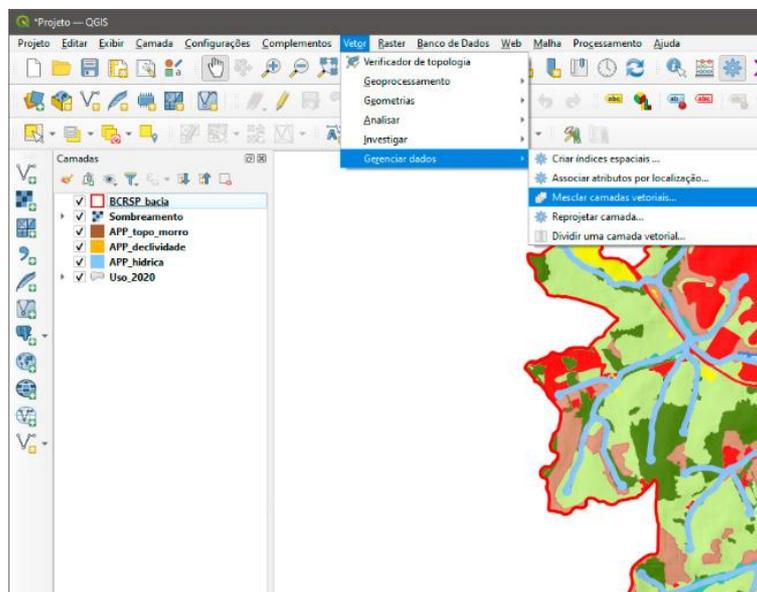
Figura 256 - Carta de uso da Terra da Represa de São Pedro



Fonte: ROCHA (2022).

Com todos os arquivos já inclusos no projeto, vamos em "Vetor" > "Gerenciar dados" > "Mesclar camadas vetoriais" (Figura 257).

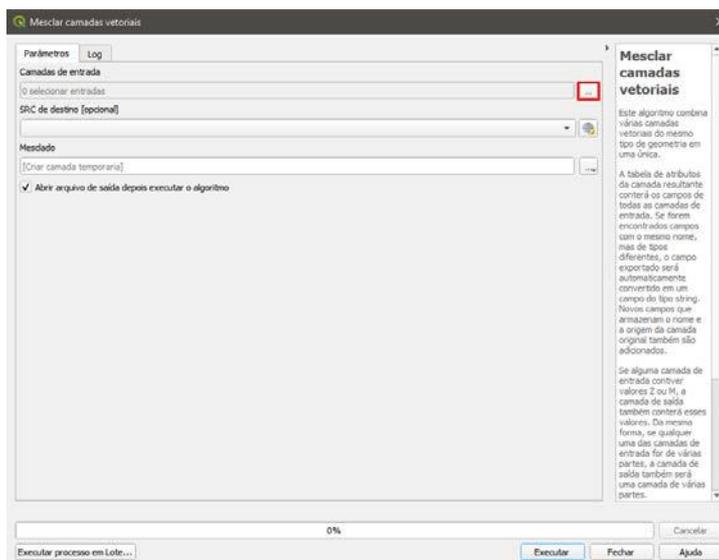
Figura 257 - Mesclando as camadas uso da terra e APP



Fonte: NAGEA (2022).

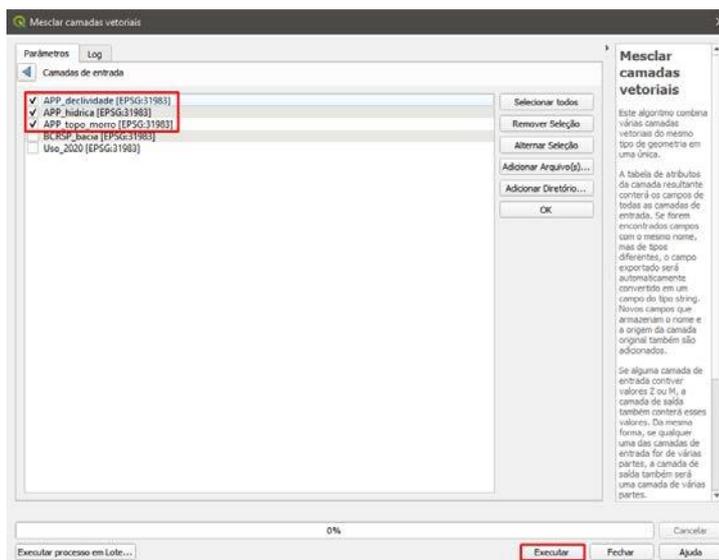
Dentro da ferramenta, em "Camada de entrada" clicaremos no ícone dos três pontos (Figura 258). Na nova janela, selecionaremos todos os *shapefile* referentes as APP e, após isso, clicaremos em "Executar" (Figura 259). As APP Topo de Morro foram inseridas aqui para fins didáticos, pois não foi encontrada nesta Bacia.

Figura 258 - Parâmetros para mesclar camadas



Fonte: NAGEA (2022).

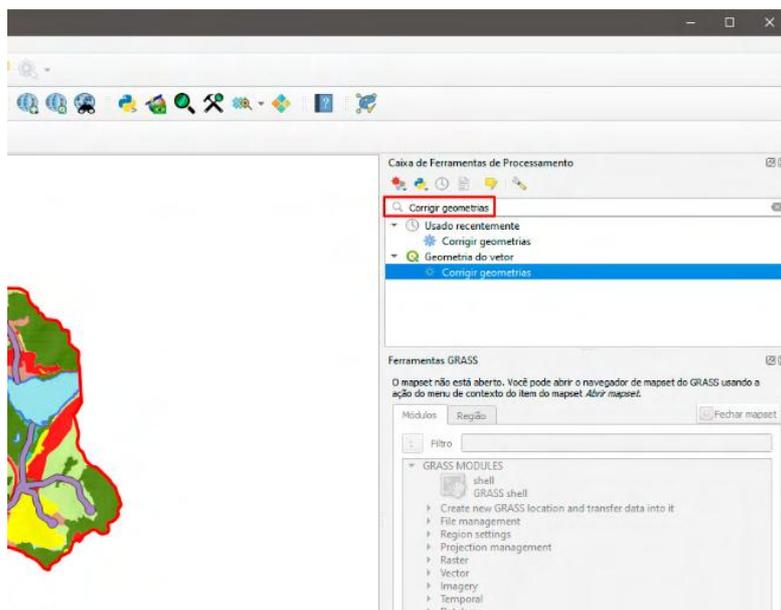
Figura 259 - Selecionar camadas



Fonte: NAGEA (2022).

Posteriormente, digitaremos na caixa de ferramentas “Corrigir geometrias” e abriremos a ferramenta dando um duplo clique com o botão esquerdo em cima da mesma (Figura 260).

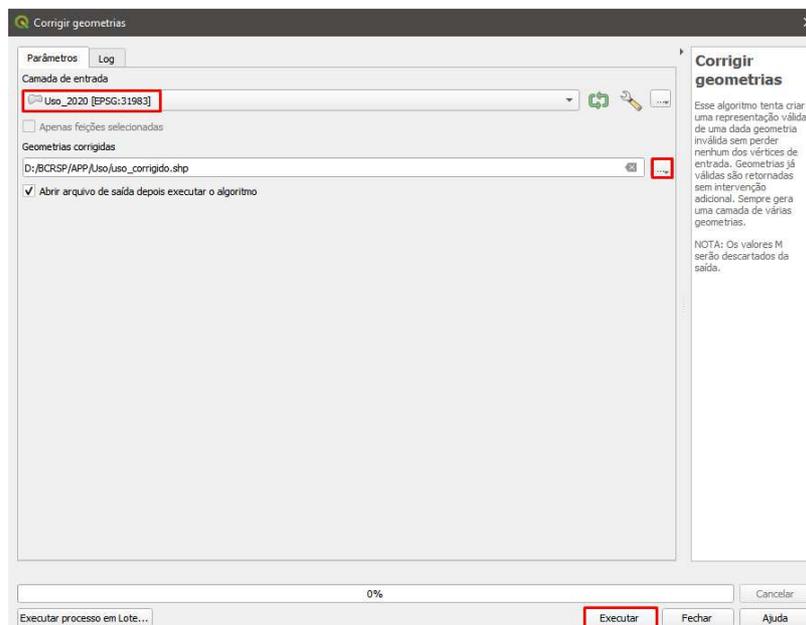
Figura 260 - Corrigindo as geometrias dos arquivos mesclados



Fonte: NAGEA (2022).

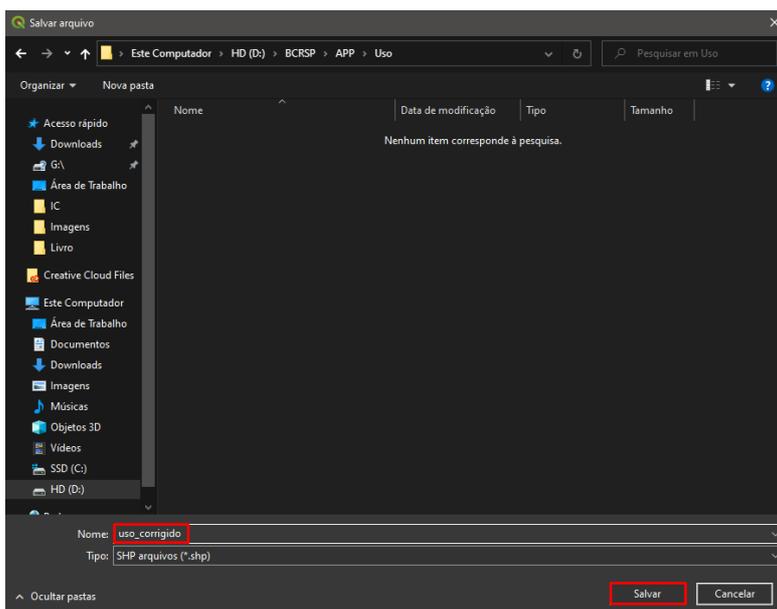
Em “Camada de entrada” selecionaremos a camada de uso e ocupação e em “Geometrias corrigidas” clicaremos no ícone dos três pontos e selecionaremos “Salvar no arquivo”, indicando o local de salvamento e o nome “uso_corrigido”. Após isso, clicaremos em “Executar” (Figuras 261 e 262).

Figura 261 - Parâmetros corrigir geometrias



Fonte: NAGEA (2022).

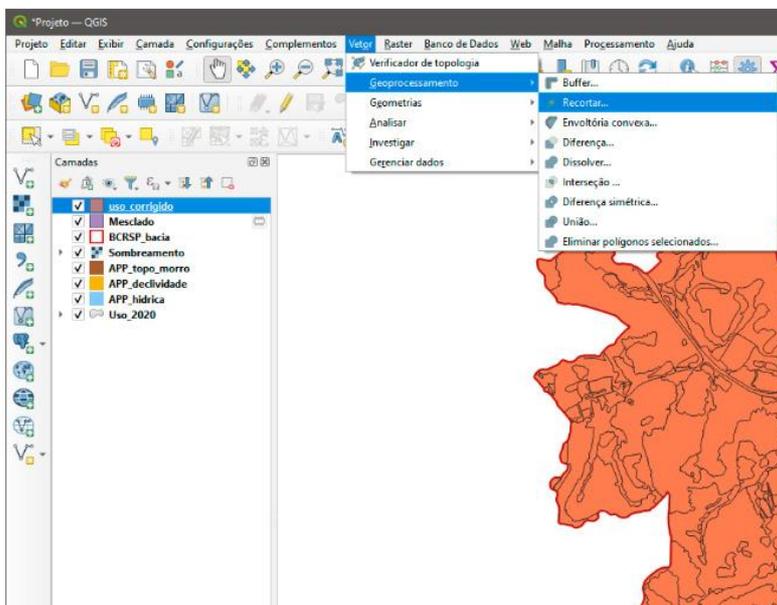
Figura 262 - Salvar arquivo corrigido



Fonte: NAGEA (2022).

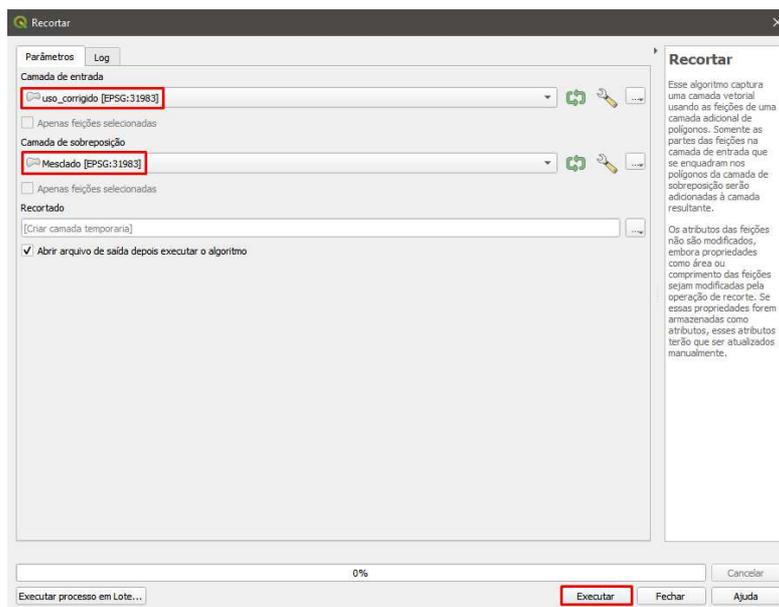
Posteriormente, iremos em "Vetor" > "Geoprocessamento" > "Recortar" (Figura 263). Dentro da janela, em "Camada de entrada" selecionaremos a camada "uso_corrigido" e em "Camada de sobreposição" selecionaremos a camada "Mesclado". Após isso, clicaremos em "Executar" (Figura 264).

Figura 263 - Recortar arquivo gerado



Fonte: NAGEA (2022).

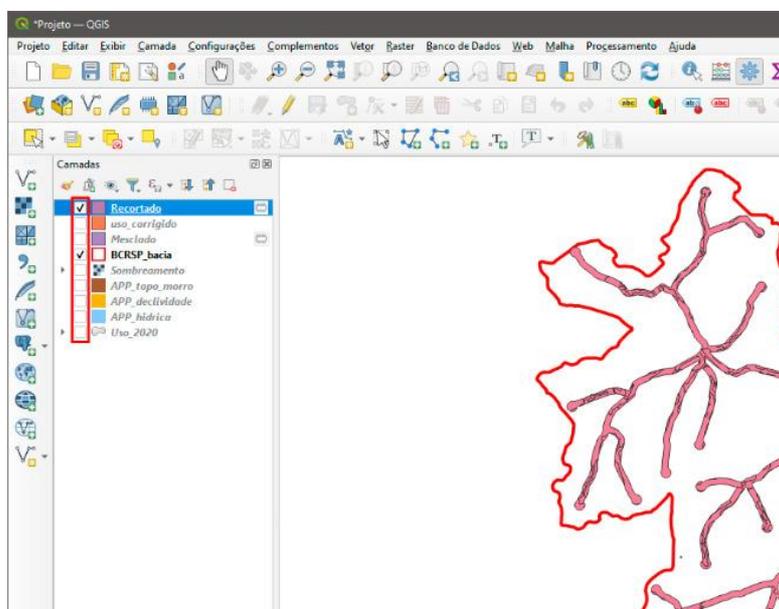
Figura 264 - Mesclando uso corrigido com APP



Fonte: NAGEA (2022).

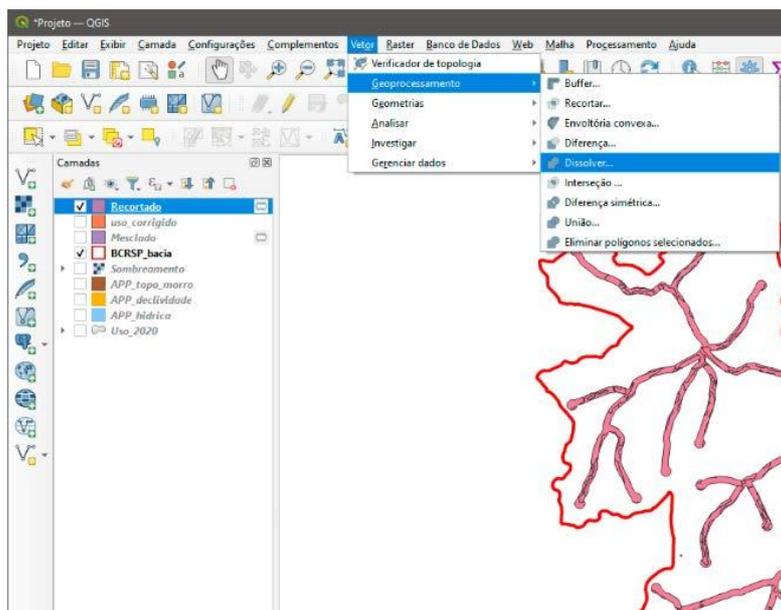
A título de organização, desmarcaremos todas as camadas deixando apenas a camada que acabamos de gerar. Em seguida, vamos em "Vetor" > "Geoprocessamento" > "Dissolver" (Figuras 265 e 266).

Figura 265 - Removendo camadas



Fonte: NAGEA (2022).

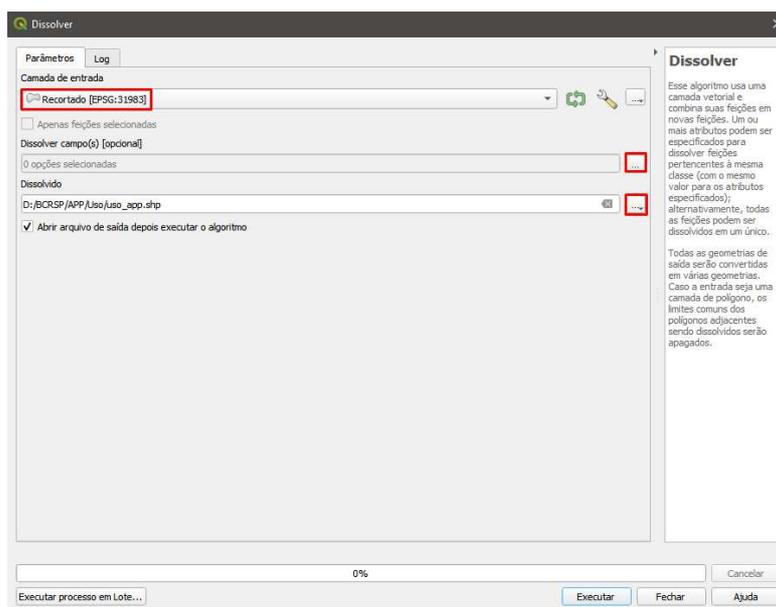
Figura 266 - Ferramenta dissolver no arquivo gerado



Fonte: NAGEA (2022).

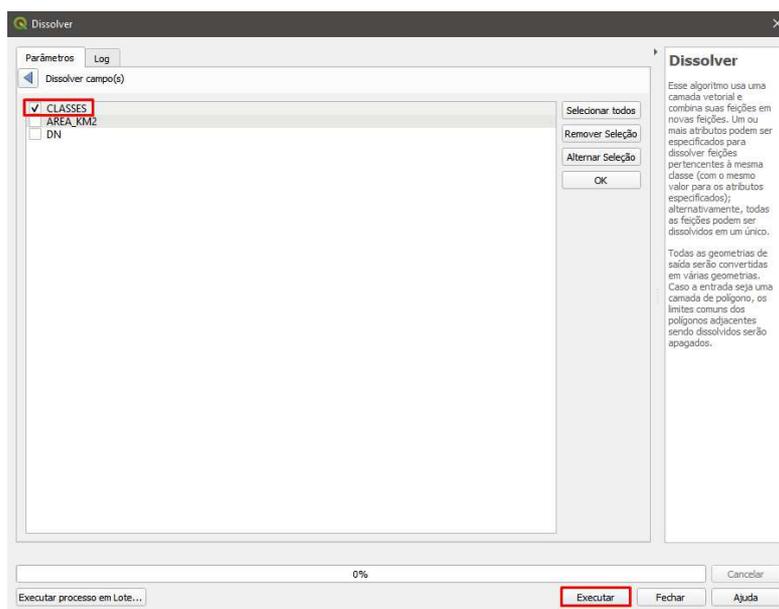
Em “Camada de entrada” selecionaremos o *shapefile* “Recortado” e em “Dissolvido” clicaremos no ícone dos três pontos e selecionaremos “Salvar no arquivo”, indicando o local de salvamento e o nome “uso_app” (Figura 267). Em “Dissolver campo(s)” clicaremos no ícone dos três pontos e, na nova janela, marcaremos a opção “classes”. Após isso, clicaremos em “Executar” (Figura 268).

Figura 267 - Parâmetros para dissolver



Fonte: NAGEA (2022).

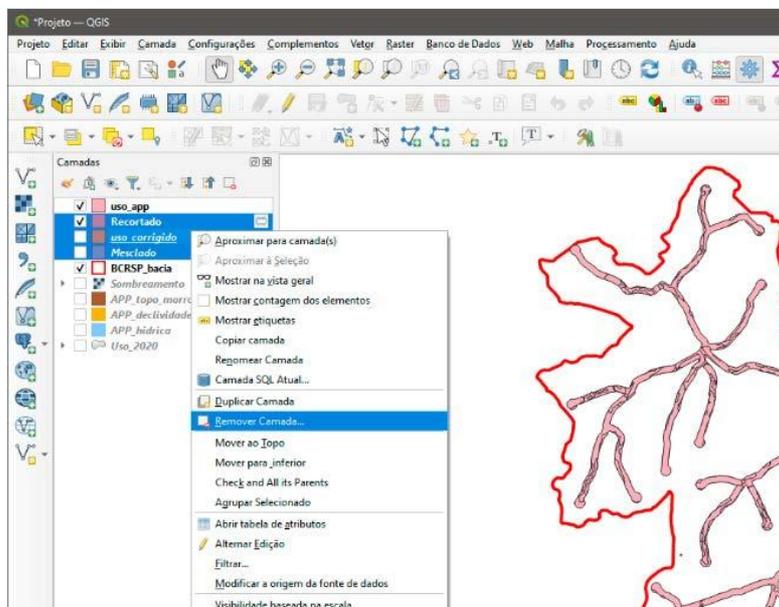
Figura 268 - Dissolver pelas classes



Fonte: NAGEA (2022).

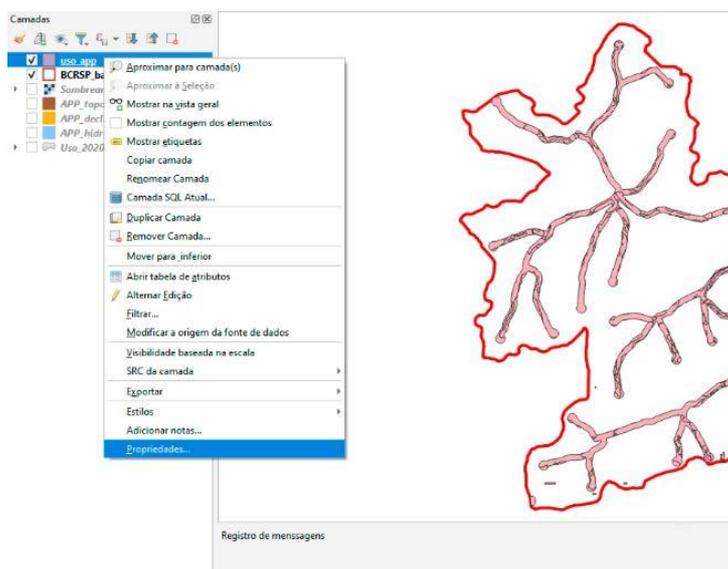
Os demais arquivos gerados durante esse procedimento podem ser removidos, clicando com o botão direito em cima deles e selecionando a opção “Remover camada”. (Figura 269). Após isso, clicaremos com o botão direito sobre a camada gerada “uso_app” e iremos selecionar a opção “Propriedades” (Figura 270).

Figura 269 - Removendo camadas não utilizadas



Fonte: NAGEA (2022).

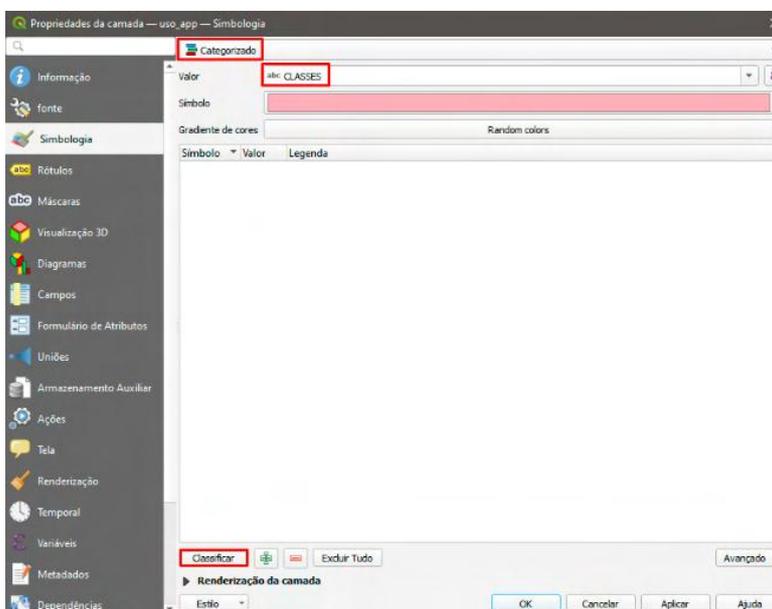
Figura 270 - Propriedades do uso_app



Fonte: NAGEA (2022).

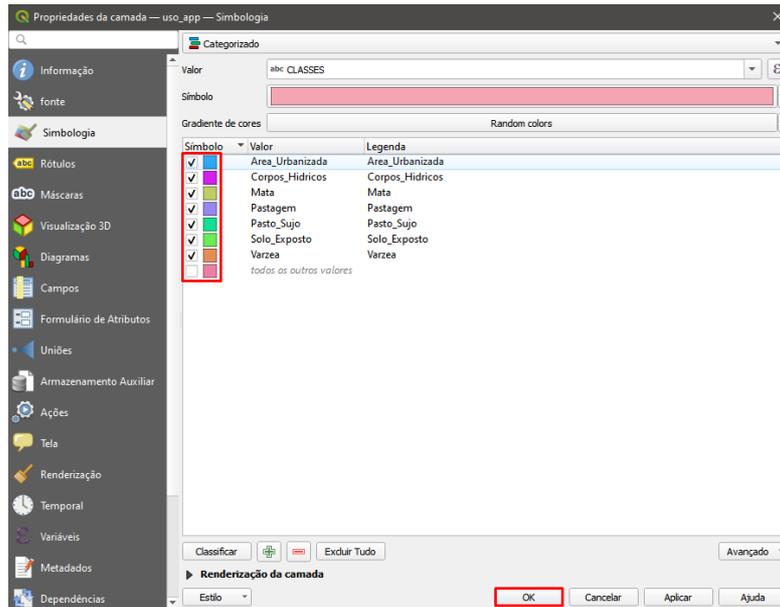
Dentro de propriedades, iremos na aba “Simbologia” e em “Tipo de classificação” selecionaremos “Categorizado” (Figura 271). Posteriormente, em “Valor” selecionaremos a opção “classes”. Assim, clicaremos em “Classificar” e, logo após, desmarcaremos a opção “todos os outros valores”. Por fim, clicaremos em “OK” (Figura 272).

Figura 271 - Classificação “Categorizado”



Fonte: NAGEA (2022).

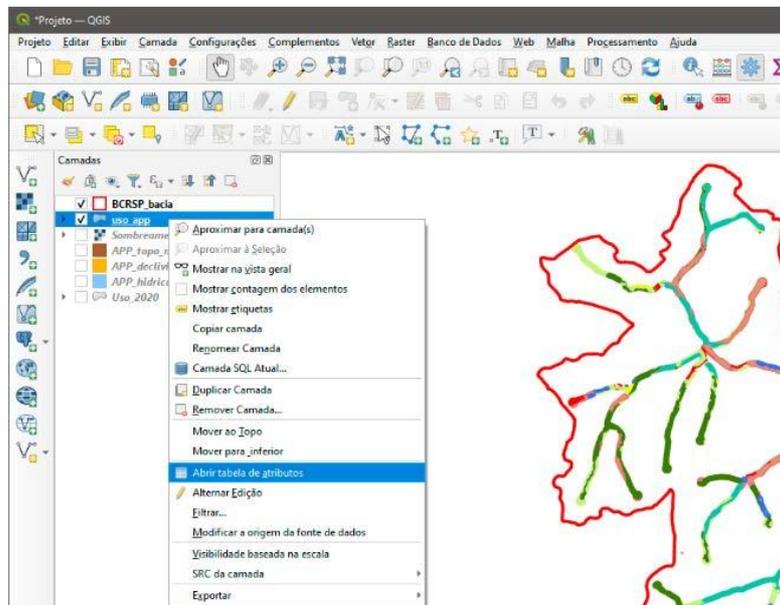
Figura 272 - Valor "Classes" – Classificar



Fonte: NAGEA (2022).

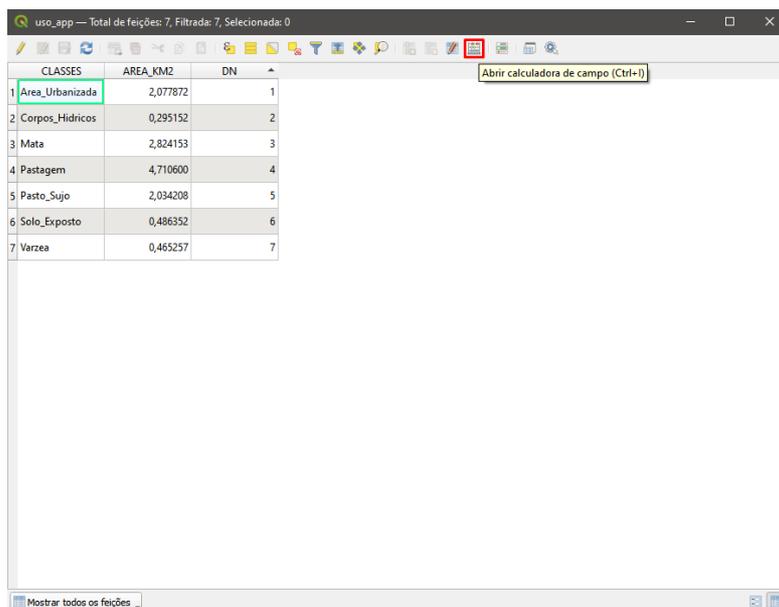
Agora, clicaremos com o botão direito em cima da camada gerada "uso_app" e selecionaremos a opção "Abrir tabela de atributos" (Figura 273). Dentro da tabela, clicaremos no ícone "Abrir calculadora de campo" no canto superior direito da janela (Figura 274).

Figura 273 - Atributos da camada uso_app



Fonte: NAGEA (2022).

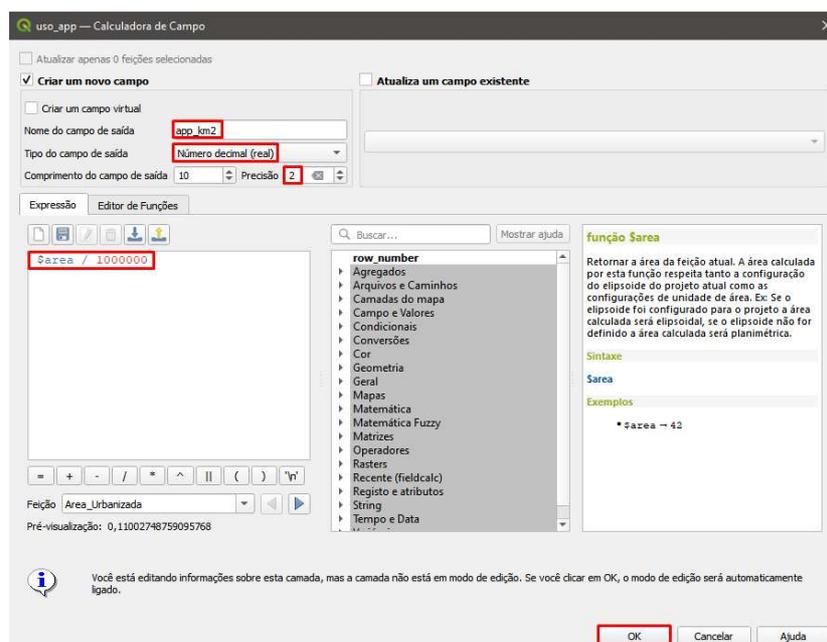
Figura 274 - Abrindo calculadora de campo



Fonte: NAGEA (2022).

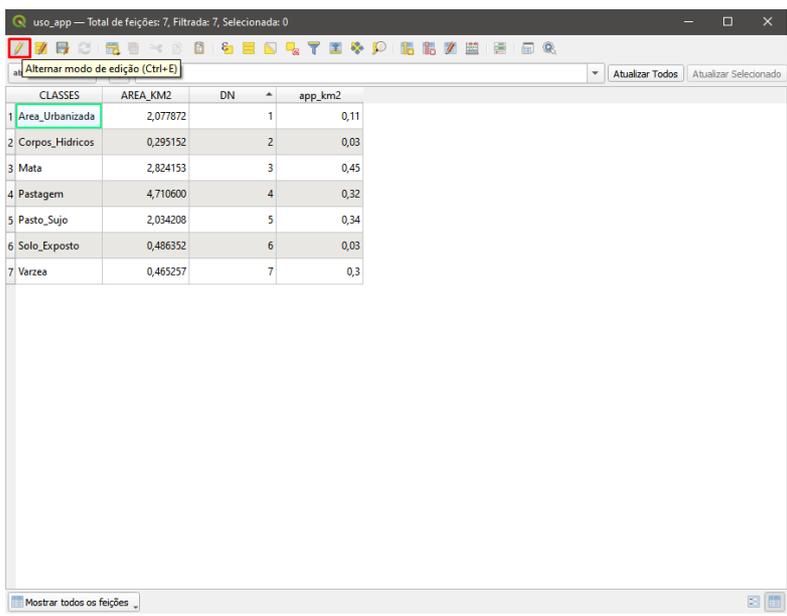
Em "Nome do campo de saída" colocaremos o nome de "app_km2", em "Tipo de campo de saída" selecionaremos "Número decimal (real)" e em "Precisão" colocaremos "2". No campo "Expressão" adicionaremos a fórmula $@area / 1000000$ e clicaremos em "OK" (Figura 275). Após isso, clicaremos no ícone "Alternar modo de edição" para finalizarmos a edição da camada (Figura 276).

Figura 275 - Dados e expressão para calculadora



Fonte: NAGEA (2022).

Figura 276 - Alternar modo de edição

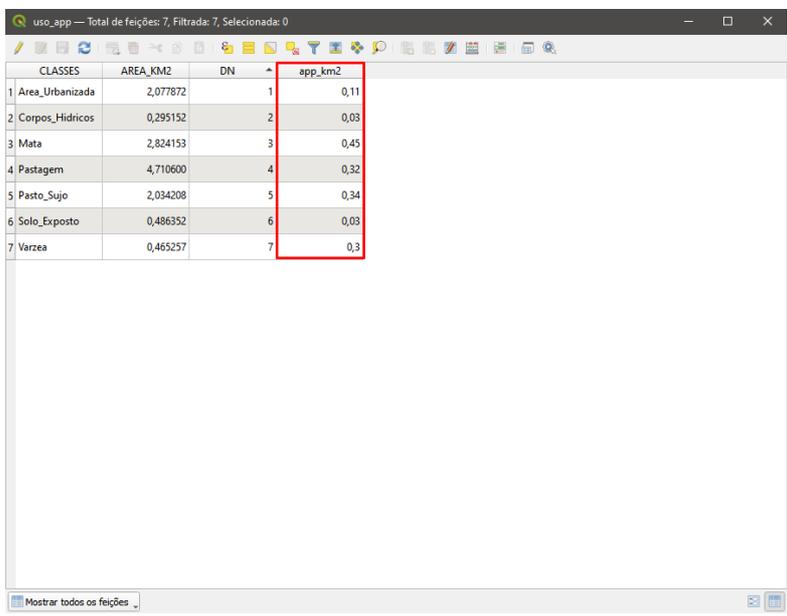


CLASSES	AREA_KM2	DN	app_km2
1 Área_Urbanizada	2,077872	1	0,11
2 Corpos_Hidricos	0,295152	2	0,03
3 Mata	2,824153	3	0,45
4 Pastagem	4,710600	4	0,32
5 Pasto_Sujo	2,034208	5	0,34
6 Solo_Exposto	0,486352	6	0,03
7 Varzea	0,465257	7	0,3

Fonte: NAGEA (2022).

Assim, podemos analisar as áreas de cada um dos tipos de uso que estão presentes nas APP da nossa área de estudo (Figura 277).

Figura 277 - Áreas calculadas em km²



CLASSES	AREA_KM2	DN	app_km2
1 Área_Urbanizada	2,077872	1	0,11
2 Corpos_Hidricos	0,295152	2	0,03
3 Mata	2,824153	3	0,45
4 Pastagem	4,710600	4	0,32
5 Pasto_Sujo	2,034208	5	0,34
6 Solo_Exposto	0,486352	6	0,03
7 Varzea	0,465257	7	0,3

Fonte: NAGEA (2022).

Com essas informações de uso é possível extrair o percentual de cada um dos tipos, verificando possíveis irregularidades. Nesta área de estudo, temos cerca de 22% de Pasto sujo; 20% de Pastagem; 7% de Área Urbanizada; e 2% de Solo Exposto que seriam áreas em conflito com a legislação, somando 51% de usos desconformes. Os 19% de

Várzea devem coincidir com áreas de recarga dos córregos ou da Represa de São Pedro que ocupa 2% com seu espelho d'água. Apenas 28% das APP contidas nesta área estão cobertas por Mata. Como se trata de uma Bacia de manancial de abastecimento público em operação, percebe-se que a fiscalização não funciona e que a cultura ambiental das pessoas que ocupam essas áreas inexistente. Apesar desse livro ser técnico, há uma pergunta que deve ser feita aos tomadores de decisão e usuários desta área: como reverter esse quadro da Figura 278?

Figura 278 - Conflitos de uso da terra nas APP da Bacia da Represa de São Pedro

Classe	Área (km ²)	Área (%)
Mata	0,45	28%
Pasto Sujo	0,34	22%
Pastagem	0,32	20%
Várzea	0,30	19%
Área Urbanizada	0,11	7%
Solo Exposto	0,03	2%
Corpo Hídrico	0,03	2%
Total	1,58	100%

Fonte: NAGEA (2022).

CAPÍTULO 6

MÉTRICAS ECOLÓGICAS DA PAISAGEM NO QGIS

Diogo Parreira Lapa¹⁴
Cézar Henrique Barra Rocha¹⁵
Francisco Carlos Moreira Gomes¹⁶

Os estudos sobre a ecologia das paisagens, buscam compreender como a forma e distribuição de um determinado fragmento influencia a dinâmica de troca e manutenção dos processos ecológicos (PEREIRA et.al, 2001). Uma das maneiras de mensurar e analisar esses fragmentos sobre a ótica da ecologia das paisagens é a aplicação do que se chama: Métricas Ecológicas da Paisagem. Essas métricas são uma forma de análise quantitativa do comportamento da paisagem e associadas às mudanças no Uso e Cobertura do Solo.

Essas métricas são divididas em quatro grandes grupos: métricas de área e borda; métricas de forma; métricas de interior; e métricas de agregação (Tabela 3). As Métricas de Área e Borda se preocupam em retratar a área dos fragmentos, juntamente com seu perímetro e sua borda, relacionando assim, as proporções de cada fragmento da classe com suas medidas exteriores, por outro lado as Métricas de Forma são responsáveis por demonstrar como esses fragmentos se apresentam, se são mais circulares ou mais amorfos, isso se relacionando a noções de ecologia, afinal, fragmentos circulares conseguem ter uma zona nuclear maior, podendo nutrir/proteger mais espécimes da fauna e flora.

Já as Métricas de Interior são capazes de possibilitar análises precisas a respeito do núcleo dos fragmentos, de como esses núcleos se comportam e como que essas áreas centrais conversam entre si, enquanto que por fim as Métricas de Agregação se ocupam em trazer noções da proximidade entre os fragmentos, que muitas das vezes resulta em sua união, possibilitando mais troca entre as espécies de fauna e flora presentes em cada conjunto de fragmentos, essa métrica pode ser aliada em estudos a respeito de corredores ecológicos.

Tabela 3 - Métricas da paisagem empregadas com seus respectivos significados e categorias

14 Diogo Parreira Lapa – Graduando em Geografia pela UFJF. E-mail: diogoparreira13@gmail.com

15 Cézar Henrique Barra Rocha - Professor Titular da UFJF. E-mail: cesar.barra@ufjf.br

16 Francisco Carlos Moreira Gomes – Geógrafo, Mestre em Geografia e Doutorando em Geografia. E-mail: franciscocarlosmoreiragomes@gmail.com

Métricas de Área e Borda	
Área da Classe	Soma da área de todos os fragmentos (ha);
Área do Fragmento	Área (m ²) do fragmento;
Perímetro do Fragmento	Perímetro (m) do fragmento, incluindo quaisquer buracos internos, independentemente de o perímetro representar a borda “verdadeira” ou não;
Borda Total	Soma dos comprimentos (m) de todos os segmentos de borda na paisagem;
Densidade de Borda	Representa a razão entre o comprimento das bordas (m) e a área (ha) das classes/paisagem;
Coeficiente de Variação do Tamanho dos Fragmentos	Medida de variação do tamanho dos fragmentos de uma classe ou paisagem.
Métricas de Forma	
Índice de Forma Médio Ponderado pela Área	Relaciona a forma do fragmento a uma forma padrão circular ou quadrada. Valores próximos a 1 representam fragmentos de forma circular, se tornando mais irregulares conforme maior o valor obtido;
Dimensão Fractal Média Ponderada pela Área	Representa a complexidade da forma da borda do fragmento, sendo expresso em valores entre 1 e 2, sendo valores próximos a 1 formas mais simples aumentando de complexidade até 2;
Métricas de Interior	
Área de Núcleo Total	Soma da área de núcleo de cada fragmento (ha);
Número de Áreas de Núcleo	É igual ao número de áreas centrais disjuntas contidas na classe ou paisagem;
Índice de Área de Núcleo	Porcentagem de uma classe ou paisagem que é representada por área de núcleo;
Métricas de Agregação	
Número de Fragmentos	Representa a simples contagem no número de fragmentos presentes em uma classe ou paisagem;
Distância do Vizinho mais próximo	Distância da borda de um fragmento à borda de seu vizinho da mesma classe mais próximo;
Índice de Separação	Indica o quanto os fragmentos de uma classe ou paisagem são separados entre si.

Fonte: Adaptado de Batista, 2014; Leite e Rocha, 2020; e McGarical, 2015.

Cada um desses testes é aplicado a fim de apontar o grau de fragmentação da paisagem em um determinado local, resultando em uma compreensão mais holística de quais fragmentos possuem maior viabilidade para receber investimento no intuito de serem convertidas em áreas protegidas (Parques, APA, RPPN, etc) ou para criação de corredores ecológicos.

De maneira mais prática, imagine que durante a aplicação das métricas de paisagem em vários fragmentos de uma área, um dos fragmentos de vegetação preservada apresente como resultado um efeito borda pequeno associado com uma área nuclear grande. Em teoria, esse cenário expresso por meio das métricas nesse fragmento, indicaria que o mesmo possui maiores condições de abrigar uma fauna mais diversificada ao mesmo

tempo que poderia prestar um serviço ambiental de maior impacto, como uma melhora da qualidade do ar, maior “produção” de água, amenização do microclima local, etc.

Idealmente, seria interessante promover uma ampliação de todos os fragmentos de vegetação ou formação florestal remanescentes. Todavia, como a questão ambiental é complexa e com conflitos pautados pelo interesse de agentes diversos, assim, é preciso determinar quais são os fragmentos que possuem um maior impacto seja na sua preservação e/ou recuperação, como demonstrado no cenário hipotético levantado. Neste escopo, a aplicação das Métricas Ecológicas da Paisagem, por meio de uma perspectiva fundamentada em princípios da ecologia da paisagem, tem a capacidade de auxiliar nesse processo de escolha.

Da mesma maneira, se dois fragmentos com ótimos indicativos em meio as métricas de paisagem, se encontram separados em meio a um terceiro fragmento remanescente menor e com índices de qualidade um pouco mais modestos, seria possível promover uma intervenção neste terceiro fragmento, a fim de promover uma integração geral melhor em toda a área. Demonstrando que a aplicabilidade das Métricas Ecológicas da Paisagem, também tem a capacidade de auxiliar no planejamento ambiental nas tomadas de decisão e intervenção.

Por fim, é possível ainda usar as métricas de paisagem a fim de verificar como se deu a transformação na qualidade dos fragmentos de uma área, entre dois anos distintos. De maneira que se os indicadores apresentaram uma piora dentro de uma série temporal, é possível indicar como se deu essa transformação (na área, forma, interior ou agregação) nos fragmentos e subsidiar as escolhas de intervenção possíveis para a área.

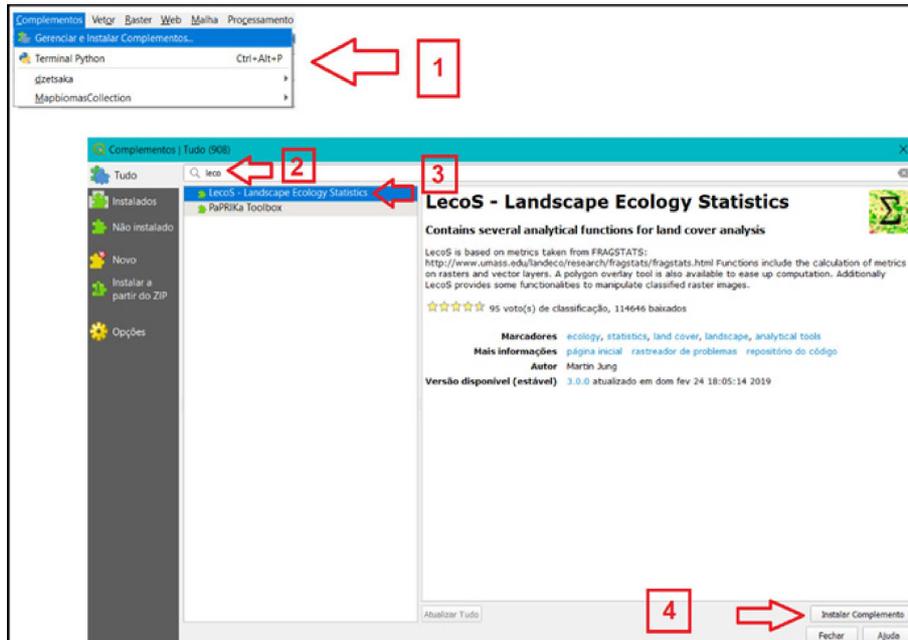
Logo, votando a aplicação de técnicas de análise espacial no QGIS, esse capítulo final tem o objetivo de apresentar a aplicação das Métricas Ecológicas da Paisagem no intervalo dos anos de 2000 e 2020, a fim de analisar como ocorreu a evolução dos fragmentos florestais da área. Para tal análise, assim como nos capítulos anteriores, será usado a bacia hidrográfica da represa do São Pedro, localizada na cidade de Juiz de Fora-MG, utilizando cartas de uso do projeto MapBiomas coleção 6 que também já foram apresentadas nos capítulos anteriores. A aplicação das métricas de paisagem no QGIS, será realizada por meio do uso do *plugin* LecoS desenvolvido por Martin Jung¹⁷

6.1 INSTALANDO E APLICANDO O PLUGIN LECOS

Nos capítulos anteriores, já foi explicado como ocorre a instalação de *plugins* dentro do QGIS. Dessa maneira, o primeiro passo para a aplicação das Métricas Ecológicas da Paisagem é a aquisição da ferramenta LecoS (Figura 279), capaz de realizar toda a parte analítica de forma totalmente automática, no repositório do QGIS.

17 Para mais informações sobre o autor e o processo de desenvolvimento da ferramenta LecoS, visite a página do desenvolvedor em: <https://conservationecology.wordpress.com/qgis-plugins-and-scripts/lecos-land-cover-statistics/>

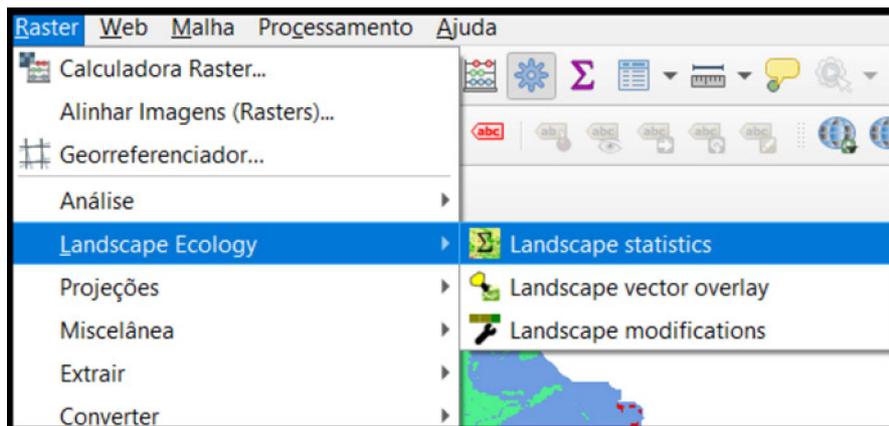
Figura 279 - Instalação o *plugin* Landscape Ecology Statistics – LecoS



Fonte: NAGEA (2022).

Após a instalação do *plugin*, as ferramentas serão incluídas na barra de ferramentas superior do QGIS chamada *raster*, com o nome “Landscape Ecology”. Dentro do submenu que irá aparecer, onde devemos selecionar a opção “Landscape Statistics” para acessar o módulo das métricas de paisagem do *plugin* LecoS (Figura 280).

Figura 280 - Acessando o *plugin* LecoS no Qgis

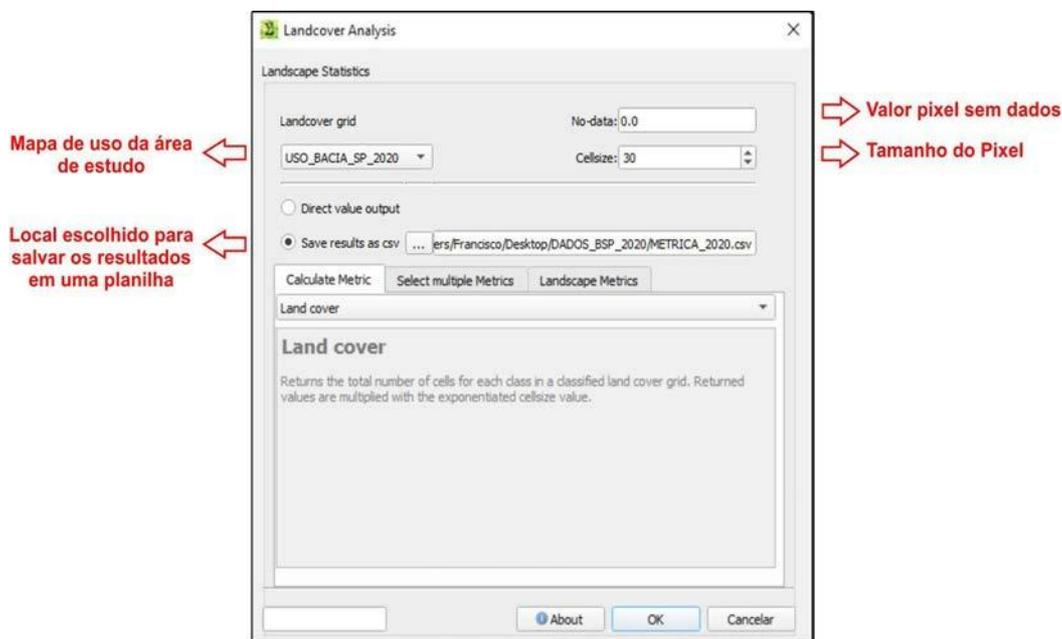


Fonte: NAGEA (2022).

Ao clicar em “Landscape Statistics”, teremos acesso a um menu inicial (Figura 281) em que é necessário ajustar as configurações para a aplicação das Métricas Ecológicas da Paisagem. Inicialmente, na primeira aba é preciso indicar o *raster* com as informações de uso e cobertura da área a ser analisada, o tamanho dos pixels do *raster* usado e o valor

de pixel sem dados. Porém, ao indicar a camada de uso e cobertura, normalmente as demais informações já são incluídas automaticamente (Figura 281). Ainda nessa aba, é preciso definir local para ser salvo os resultados das análises das Métricas Ecológicas da Paisagem em um arquivo de planilha.

Figura 281 - Menu inicial do *plugin* com listagem das 20 métricas disponíveis para uso

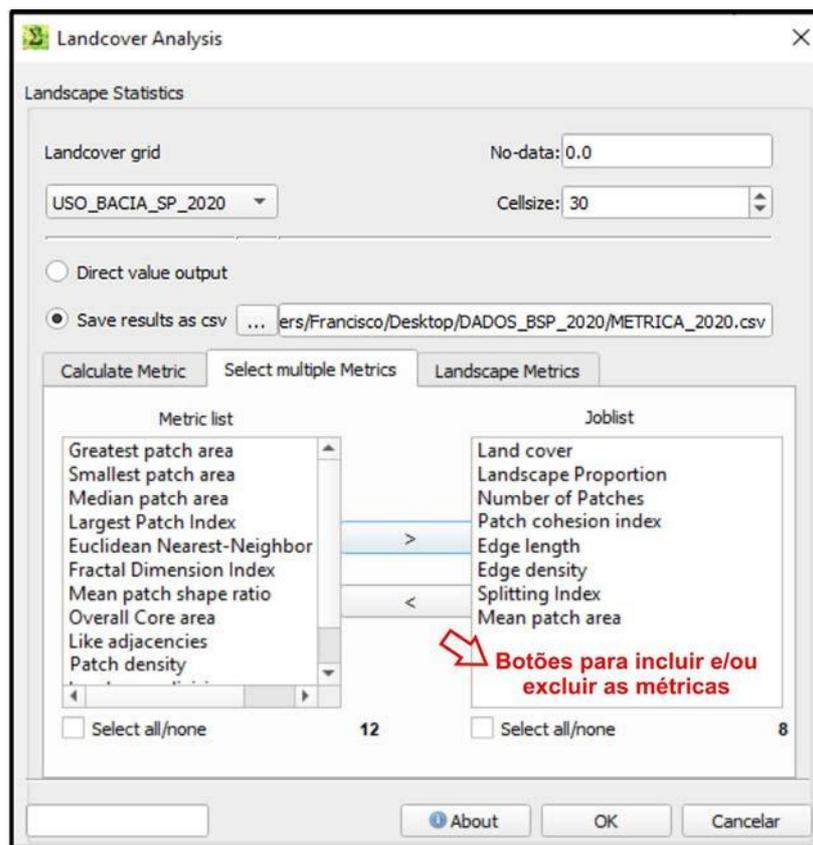


Fonte: NAGEA (2022).

Posteriormente, com o mapa de uso da área já indicado no *plugin* e o local para salvar a planilha com os resultados definidos, na segunda aba do menu chamada “Select multiple Metrics” estará disponível diversas Métricas Ecológicas da Paisagem, que devem ser escolhidas para a aplicação na área de interesse (Figura 282). Cada uma das métricas presentes no LecoS, é responsável por gerar um tipo de informação que variam dos tamanhos dos fragmentos de vegetação dentro da sua área de estudo, até a distância entre os fragmentos analisados de área urbana mais próxima. Todavia, cabe salientar que a seleção das métricas sempre é de responsabilidade do pesquisador frente aos objetivos e características da área a ser trabalhada.¹⁸

18 O princípio conceitual de cada uma das Métricas Ecológicas da Paisagem pode ser visto no artigo original de McGarigal & Marks (1995). Outros trabalhos que discutem a aplicação destas métricas e podem ajudar no entendimento do alcance dessas pesquisas são Veronese, Rocha e Silva (2019), Leite e Rocha (2020) e Lapa, Gomes e Rocha (2022).

Figura 282 - Seleção das métricas a serem utilizadas



Fonte: NAGEA (2022).

Assim, a escolha das métricas a serem aplicadas é feita por meio de dois conjuntos de botões, capazes de incluir ou excluir as métricas selecionadas para a análise (Figura 282). Para o estudo de caso proposto neste capítulo em questão, foram definidas apenas 8 métricas: Land Cover, Landscape Proportion, Number of Patches, Patch Cohesion Index, Edge Length, Edge Density, Splitting Index e Mean Patch Area. A métrica Land Cover é usada para indicar a área de cada uma das classes de uso presentes na carta de uso e cobertura usada. A métrica Landscape Proportion vai definir o valor percentual de cada uma das classes em relação à área total analisada. O Number of Patches vai buscar discutir o número de fragmentos encontrados em uma determinada área de acordo com cada uma das classes. Patch Cohesion Index indica se os fragmentos possuem um formato mais circular ou mais amorfo. Edge Length trabalha com a área total da borda do fragmento, relacionando seu comprimento com sua largura. Edge Density traz a densidade média da borda dos fragmentos. Splitting Index indica o índice de separação entre os fragmentos. Por fim, Mean Patch Area traz o tamanho médio dos fragmentos de cada classe presente na carta de uso e ocupação do solo.

Com as métricas já selecionadas, é preciso iniciar a execução do algoritmo pressionando o botão "OK". Ao final dos cálculos feitos pelo LecoS, é gerado um arquivo

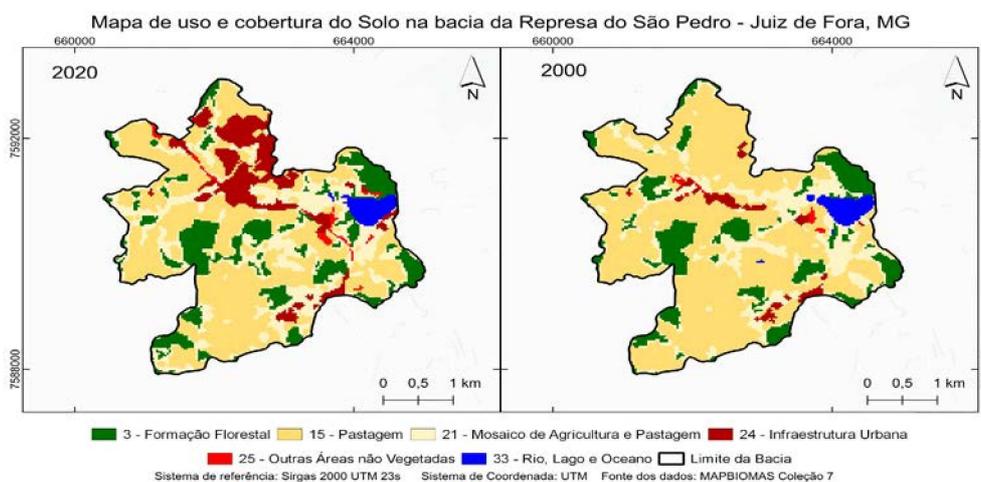
de planilha com os resultados para cada uma das classes do mapa de uso e cobertura do solo usado.

6.2 INTERPRETAÇÃO DAS MÉTRICAS DE PAISAGEM NA BACIA DA REPRESA DE SÃO PEDRO NOS FRAGMENTOS FLORESTAIS ENTRE 2000 E 2020

Foram usados mapas de uso e cobertura do solo da área para o ano de 2000 e 2020 do projeto MapBiomias. Para a área em questão persistiu a ocorrência de 7 classes de uso: 0 = pixel no data; 3 = Formação Florestal; 15 = Pastagem; 21 = Mosaico de Agricultura e Pastagem; 24 = Infraestrutura Urbana; 25 = Outras Áreas não Vegetadas; 33 = Rio, Lago e Oceano. Como demonstra a Figura 282, no período analisado foi observado uma alteração relativamente considerável nas classes de Formação Florestal.

Em um intervalo de 20 anos, essas áreas passaram por um aumento de 19,26 ha (o processo de realização do cálculo das áreas dos mapas de uso e cobertura do solo foi abordado no capítulo 4 do presente livro). E essa relação é possível de ser observada nos mapas (Figura 283), onde ocorre um aumento do número de pequenos fragmentos florestais, e a redução de alguma das áreas maiores e contínuas de formação florestal dentro da bacia. Tal comportamento também se reflete nos resultados comparativos das Métricas Ecológicas da Paisagem de ambos os anos, como veremos mais a seguir.

Figura 283 - Mapa com as áreas do Uso e Cobertura da área entre 2000 e 2020

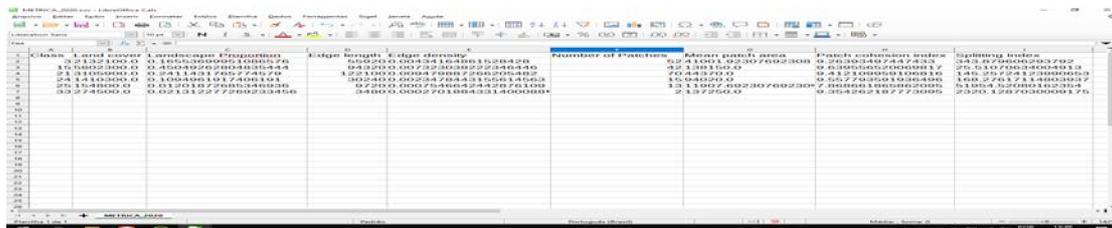


Fonte: NAGEA (2022).

Após a execução das Métricas Ecológicas da Paisagem pelo LecoS, foram geradas planilhas com os resultados dos testes escolhidos para cada uma das classes de uso e cobertura como demonstrado na figura 284. Onde, a primeira coluna da planilha é composta pelo campo "Class" que é o número que representa o código da classe de uso de cobertura analisada de acordo com o MapBiomias (0 = pixel no data; 3 = Formação

Florestal; 15 = Pastagem; 21 = Mosaico de Agricultura e Pastagem; 24 = Infraestrutura Urbana; 25 = Outras Áreas não Vegetadas; 33 = Rio, Lago e Oceano).

Figura 284 - Resultados das métricas geradas pelo *plugin* LecoS



Fonte: NAGEA (2022).

O segundo campo "Land Cover" vai apresentar os resultados da área de cada classe em metros quadrados, o terceiro campo "Landscape Proportion" demonstra o percentual daquela classe em relação a área total, o quarto campo "Edge Length" trabalha com a borda total dos fragmentos, sendo um valor em km², o quinto campo "Edge Density" aponta a densidade da borda calculada, o quinto campo "Number of Patches" teremos os valores do número de fragmentos encontrados para cada classe que foi mapeada, o sexto campo "Mean Patch Area" apresenta o tamanho médio de cada fragmento encontrado, o sétimo campo "Patch Cohesion Index" vai indicar se os fragmentos daquela classe estão mais próximos de um formato circular, sendo que, quanto mais próximo de 1, são fragmentos mais circulares, e o oitavo campo "Splitting Index" mostra o índice de separação dos fragmentos encontrados.

Todavia, é necessário realizar alguns ajustes no arquivo de planilha gerado pelo LecoS a fim de viabilizar uma melhor análise e interpretação dos dados. No arquivo de planilha gerada, o delimitador decimal é "." todavia a maioria dos programas de planilha definem "," como delimitador. Assim é necessário substituir em todas as células o "." pela vírgula em todas as células. Esse processo pode ser facilmente realizado no Microsoft Office Excel pela rotina "Localizar e selecionar" > "Substituir" > "Substituir tudo" e, no Libre Office Calc, pela rotina "Localizar e substituir" > "Substituir todos", dois dos mais populares programas de manipulação de planilha do mercado.

No campo "Class", é indicado que sejam substituídos os valores de referência de cada classe, pelos nomes literais de cada um dos tipos de uso e cobertura mapeados. Essa alteração auxilia na geração de gráficos e quadros a fim de fundamentar melhor as análises dos dados. Logo, executando todas essas alterações, a aparência geral dos arquivos de planilha gerado pelo LecoS com os resultados das métricas para cada ano analisado, fica com uma aparência geral como apresentado na figura 285.

Figura 285 - Arquivo de planilha das métricas de paisagem gerado pelo LecoS após a formatação

Class	Land cover	Landscape Proportion	Edge length	Edge density	Number of Patches	Mean patch area	Patch cohesion index	Splitting Index
Formação Florestal	2132100,0	0,16554	55920,00	0,00434	52,00	41001,92	9,264	343,88
Pastagem	5802300,0	0,45049	94320,00	0,00732	42,00	138150,00	9,640	25,51
Mosaico de Agricultura e Pastagem	3105900,0	0,24114	122100,00	0,00948	70,00	44370,00	9,412	145,26
Infraestrutura Urbana	1410300,0	0,10950	30240,00	0,00235	15,00	94020,00	9,558	168,28
Outras Áreas não Vegetadas	154800,0	0,01202	9720,00	0,00075	13,00	11907,69	7,869	51954,52
Rio, Lago e Oceano	274500,0	0,02131	3480,00	0,00027	2,00	137250,00	9,354	2320,13

Fonte: NAGEA (2022).

Após essa formatação, é possível realizar uma análise comparativa entre os resultados apresentados nos dois anos para cada uma das métricas aplicadas. Esse tipo de análise auxilia na interpretação visual entre os dois mapas de uso e cobertura do solo, estabelecendo conclusões mais bem fundamentadas. A Tabela 4 traz um exemplo de como pode ser realizada essa comparação de todas as métricas aplicadas, focado apenas nas alterações na classe de formação florestal entre os anos de 2000 e 2020, que são também os fragmentos florestais da área foco de interesse de análise desse capítulo.

Tabela 4 – Comparação entre os resultados das métricas para as formações florestais entre 2000 e 2020

VARIAÇÃO DAS METRICAS APLICADAS NA CLASSE DE FORMAÇÃO FLORESTAL		
Métricas de Área e Borda	2020	2000
Área da Classe (ha) <small>LAND COVER</small>	213,21	193,95
Proporção da Classe (%) <small>LANDSCAPE PROPORTION</small>	16,55	15,05
Densidade de Borda (m/m ²) <small>EDGE DENSITY</small>	0,0043	0,0036
Borda Total (ha) <small>EDGE LENGTH</small>	55,92	46,14
Métricas de Agregação	2020	2000
Número de Fragmentos <small>NUMBER OF PATCHES</small>	52	37
Índice de Separação <small>SPLITTING INDEX</small>	34,39	50,50
Métrica de Forma do Fragmento	2020	2000
Índice de Forma Média <small>PATCH COHESION INDEX</small>	9,26	9,18
Métrica de Área Interior	2020	2000
Tamanho Médio dos Fragmentos (ha) <small>MEAN PATCH AREA</small>	410,02	524,19

Fonte: NAGEA (2022).

Nesta Tabela 4 é possível compreender que houve um aumento dos valores absolutos da área total da classe de Formação Florestal como é possível de ser observada nos mapas (Figura 282). Todavia, esse aumento de área de formações florestais se deu

em conjunto com o surgimento de um maior número de fragmentos. Para o ano de 2000 havia 37 fragmentos de formação florestal, que passaram para mais de 50 em 2020.

Esse número maior de fragmentos, acaba propiciando também uma ampliação da borda total, que passou de 46,14 ha para 55,92 ha respectivamente entre 2000 e 2020. Fator que não é possível de ser observado a olho nu nos mapas, mas é mensurado pelas métricas de paisagem aplicadas. Esses dois fatores em conjunto, ampliação dos valores de borda total e número de fragmentos, indicam uma tendência de maior fragilidade ambiental para as áreas remanescentes de formação florestal na bacia analisada.

Pois, esse aumento dos valores de área de borda total e menor tamanho médio dos fragmentos, indica que existe uma maior exposição desses remanescentes florestais a mudanças microclimáticas devido a sua pouca dimensão, a ventos fortes, ao acesso a animais domésticos (como equinos, bovinos, aves de corte etc.) que competem com a fauna local. Fatores que, ao final tendem a resultar em uma perda de espécies (animais e vegetais) dentro dos fragmentos, diminuindo a sua diversidade biótica (PEREIRA et al., 2001).

Assim, por mais que seja positivo um aumento dos valores absolutos da área de formação florestal, esses vários fragmentos pequenos surgiram, não são capazes de compensar a qualidade ambiental perdida no processo de supressão das áreas maiores observadas nos mapas de uso e cobertura do solo. Pois tem dificuldade de propiciar um ambiente de bom abrigo e proteção para a manutenção de uma biodiversidade mais complexa local. Constatação que só pode ser feita, aplicando em conjunto os índices extraídos por meio das Métricas Ecológicas da Paisagem e a análise dos mapas de uso e cobertura do solo.

Essas nuances que são observadas quando se integra às Métricas Ecológicas da Paisagem com uma leitura crítica do mapa, são capazes de aprimorar as análises da transformação do uso e cobertura do solo. Todavia, essa análise deixa de ser apenas aplicada em torno de um aumento ou diminuição das áreas, em direção a uma mensuração da qualidade ambiental que essas modificações geraram na região como um todo de maneira mais holística.

6.3 CONCLUSÕES

Ao longo deste capítulo, o objetivo foi despertar o interesse dos usuários por essa forma de analisar a paisagem. Na primeira parte, foi apresentado breves reflexões teóricas sobre as Métricas Ecológicas da Paisagem destacando seu potencial para a análise e o planejamento ambiental. No segundo momento, foi discutido o processo de execução dessas métricas no QGIS utilizando o *plugin* LecoS, tomando como um estudo de caso a Bacia da Represa de São Pedro – Juiz de Fora (MG) e os mapas de Uso e Cobertura do Solo disponíveis no projeto MapBiomass. Por fim ocorreu uma demonstração do processo de tratamento e análise dos resultados gerados pelo LecoS a fim de apresentar ao leitor uma maneira de analisar os índices gerados pelas métricas.

Desta forma, foi possível considerar que definir apenas o aumento ou supressão das formações florestais (ou de qualquer outro tipo de classe de uso e cobertura do solo), como indicativo de melhora ou piora na condição ambiental é válido parcialmente. Esse tipo de abordagem possui limitações e generalizações, que podem em parte serem reduzidas por meio da aplicação das Métricas Ecológicas da Paisagem, com o objetivo de auxiliar no diagnóstico ambiental.

Assim, com a aplicação das Métricas Ecológicas da Paisagem, o número de trabalhos e análises que podem ser feitos beira o infinito, devido a mescla de métricas que podem ser calculadas e integradas na geração de novos resultados e interpretações que variam conforme os interesses dos usuários (as), bases de dados usadas e períodos analisados.

Um exemplo prático é que foi usado neste capítulo, as cartas de uso e cobertura do MapBiomas abordadas no Capítulo 1 para os anos de 2000 e 2020, mas o projeto disponibiliza dados com uma escala temporal de mais 35 anos. Fato que possibilitaria a aplicação das métricas como maneira de analisar a transformação da área ano a ano. Ainda seria possível realizar a mesma análise por meio da elaboração de cartas de uso do solo, geradas através de técnicas de classificação supervisionada entre duas imagens CBERS 4A ou Sentinel 2. Conforme foi ensinado no Capítulo 4, dados que possuem menor escala temporal quando comparados ao MapBiomas, porém tem maiores resoluções espaciais.

Os vídeos de um Curso de SIG para estudos de biodiversidade e conservação de Bruno Vilela utilizaram imagens do Sentinel 2: <https://www.youtube.com/watch?v=IE5HU1oT34&list=PLloKvxNJqhiclZgZmvi8aCVoD1iO pNZxc&index=20>.

Logo, o uso das Métricas Ecológicas da Paisagem se coloca como mais uma aplicação prática com relativa complexidade, mas extremamente viável de ser executada por meio do geoprocessamento utilizando o QGIS. Uma vez que o programa é de acesso livre e gratuito, assim como também são as fontes de dados e a ferramenta utilizadas. E quando empregadas de forma correta, geram resultados interessantes para os esforços de diagnóstico, análise e monitoramento ambiental.

CONSIDERAÇÕES FINAIS, RECOMENDAÇÕES E OUTRAS DICAS

Cézar Henrique Barra Rocha¹⁹

Esse e-book está seguindo a onda das iniciativas gratuitas de transmissão de conhecimentos por meio de *softwares* e dados livres. Não teria sentido fazer esta obra por editoras comerciais e/ou até mesmo imprimir. Considerando experiências anteriores com outros *softwares* como MicroStation e ArcGIS, podemos assegurar que o usuário está muito bem servido com o QGIS e sua comunidade de colaboradores.

O cardápio de sites apresentado em seguida foi testado em disciplinas ministradas nos cursos de graduação e pós-graduação da UFJF. Ele também poderá ser acessado para baixar temas não encontrados na INDE, nos *plugin* do QGIS ou funcionar como um segundo caminho para montar uma base de dados de uma área de interesse, se houver problemas nos capítulos anteriores, o que achamos difícil!

IMAGENS DO SATÉLITE CBERS, SENTINEL 2 E LANDSAT

Disponível em: <http://sentinel-pds.s3-website.eu-central-1.amazonaws.com/imagebrowser/#lat=41.901765978963454&lng=12.49969482421875&zoom=10> ou SENTINEL 2, LANDSAT 5 e 8, acesse em: <https://earthexplorer.usgs.gov>

Acesso às imagens CBERS – locais distintos: CBERS-2 e 2B disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>; e CBERS-4, acesse em: <http://www.dgi.inpe.br/catalogo/>; e <https://registry.opendata.aws/cbers/> (processamento/consumo em nuvem).

CBERS-4A disponível em: <http://www2.dgi.inpe.br/catalogo/explore>.

OUTRAS AGÊNCIAS, INSTITUIÇÕES E PROJETOS

Estações da ANA e IGAM, acesso em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>; <https://portal.inmet.gov.br/> e <http://www.cemaden.gov.br>.

Relevo: <https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/relevobr/download/>; www.cnpm.embrapa.br.

Geologia e Pedologia/Solo, disponível em: <http://www.portalgeologia.com.br/index.php/mapa/>; <http://geobank.cprm.gov.br/>; http://www.dps.ufv.br/?page_id=742.

19 Cézar Henrique Barra Rocha – Professor Titular da UFJF, Engenheiro Civil pela UFJF, Especialista em Geoprocessamento pela UFRJ, M.Sc. Transportes pela USP/EESC e Dr. Em Geografia pela UFRJ. E-mail: cezar.barra@ufff.br

Florestas, acesse <http://forest-gis.com>.

Minas Gerais, disponível em: <http://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/>; <http://www.institutopristino.org.br/atlas/municipios-de-minas-gerais/baixar-os-arquivos-shp-e-kml>; <http://www.feam.br/-qualidade-do-solo-e-areas-contaminadas/mapa-de-solos>; www.zee.mg.gov.br/; www.codegeo.com.br/; <http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/downloads/3222-mapoteca>.

Bacia do rio Paraíba do Sul, acesse <http://sigaceivap.org.br/map#metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home>.

Município de São Paulo em <http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/>.

Etc...

Vários tipos de análises podem ser feitas sobre as bases de dados montadas ao longo deste livro. Nas disciplinas foram sugeridas algumas listadas abaixo que já podem ser executadas simplesmente por quem seguiu a sequência do livro como no caso dos capítulos 4 e 5 listada em primeiro lugar abaixo.

- Conflito de uso da terra nas APP;
- Susceptibilidade a inundações, alagamentos e enchentes;
- Susceptibilidade a Movimentos de Massa/Deslizamentos, entre outros;
- Monitoria da alteração no uso da terra ao longo dos anos;
- Métricas Ecológicas de Paisagem;
- Etc...

A susceptibilidade a inundações tem sido feita por meio da calculadora *raster* combinando temas como declividade, hipsometria, fluxo acumulado, pluviometria e uso da terra. Existem pesquisas que sugerem pesos e notas para cada tema e classe (FERRAZ et al., 2018; KORAH & LÓPEZ, 2015). Esse vídeo também ilustra o processo: <https://www.youtube.com/watch?v=a6T1amqATXg>.

A susceptibilidade a movimentos de massa deve trabalhar com declividade, pluviometria, uso da terra e algum tema ligado a geologia ou pedologia / solos.

As análises de susceptibilidade matematicamente constituem uma média ponderada onde os pesos de cada mapa precisam somar 100% e as notas das classes de cada mapa ter uma variação ordinal de 1 a 4; 1 a 5; 1 a 10; ou até 1 a 100. Xavier-da Silva (2001) chamava esse procedimento de VAIL – Varredura Analítica e Integração Locacional. O Módulo Avaliação do Sistema de Análise Geo-ambiental - SAGA realizava essa operação. Trata-se em converter cartas em escala nominal como uso da terra, geologia, geomorfologia ou solos ou cartas em escalas de intervalo como hipsometria ou declividade, tudo para uma escala única de análise que é a ordinal. A hierarquia dos resultados mostrará o grau maior ou menor de probabilidade de ocorrência daquele fenômeno. Se for conveniente, pode-se retornar a escala nominal como, por exemplo, "Muito Alto", "Alto", "Médio", "Baixo" ou "Muito Baixo" (se fosse uma variação de 5 a 1). É necessário um procedimento lógico para atribuir os pesos pertinentes a cada mapa. A consulta a especialistas através

do Método Delphi ou o uso da AHP – Analytic Hierarchy Process, podem evitar valores que prejudicariam o resultado final das avaliações.

A monitoria da alteração no uso da terra pode utilizar do MapBiomias. Aconselha-se baixar as imagens do ano de interesse direto no site oficial devido ao detalhamento melhor do que as obtidas no *plugin* do QGIS). Por exemplo:

https://storage.googleapis.com/mapbiomas-public/brasil/collection-7/lclu/coverage/brasil_coverage_1985.tif

https://storage.googleapis.com/mapbiomas-public/brasil/collection-7/lclu/coverage/brasil_coverage_2023.tif

Trocando o ano no final, tem-se acesso ao Mapa do Brasil com mais de 43 classes de uso e cobertura da terra. É necessário cortar a sua área de interesse e aplicar a pallette de cores mais recente para recuperar as cores originais do MapBiomias. Outra possibilidade seria classificar dois conjuntos de imagens obtidos em anos diferentes por intermédio de sistemas como Sentinel 2 ou CBERS 4A. Existem algumas referências publicadas sobre as métricas no final deste livro que complementariam essa análise da mudança espaço-temporal da paisagem.

É desejável que esses trabalhos sejam convertidos em artigos a serem apresentados em eventos (congressos, simpósios, seminários) e/ou submetidos a revistas científicas. Neste caso, procurar revistas de acesso aberto (open access) nas bibliotecas do Scopus, Elsevier, Journal Finder, entre outras. As revistas pagas são opção quando se tem fontes de financiamento ou mais autores para dividir os custos.

No caso dos trabalhos feitos para atender prefeituras, comitês de bacias, ONGs, entre outros órgãos, é importante registrar em forma de relatórios que precisam ser atualizados ano a ano. Os desafios são grandes, mas a rede de apoio cresce a cada curso dado, cada participação em evento, cada dica de um colega, cada palavra e mensagem de carinho. Precisamos entender que fazemos parte de uma rede de vida. Portanto, vamos fazer a nossa parte. Obrigado!

REFERÊNCIAS

BATISTA, M. T. F. Modelação Geográfica Em Processos de Caracterização e Avaliação Da Paisagem Numa Perspectiva Transfronteiriça. Universidade de Évora, 2014.

BEDÊ, Júlio Cadaval. Cartilha sobre nova lei florestal de Minas Gerais: orientações aos produtores rurais: lei nº 20.922, de 16 de outubro de 2013: dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade. 2013. Disponível em: https://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/images/abook/pdf/set_14_69.pdf. Acesso em: 17 ago. 2022.

BIELENKI JÚNIOR, C.; BARBASSA, A. P. Geoprocessamento e Recursos Hídricos: aplicações práticas. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2012.

BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, 16 set. 1965. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4771.htm. Acesso em: 08 out. 2016.

_____. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, 28 mai. 2012a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Atos2011-2014/2012/Lei/L12651.htm. Acesso em: 08 out. 2017.

_____. Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, 17 out. 2012b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/atos2011-2014/2012/lei/l12727.htm. Acesso em: 08 out. 2017.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. In: Reunião Técnica de Levantamento de Solos, 10, Rio de Janeiro. Súmula...Rio de Janeiro, 83p., 1979.

FERRAZ, C. M. L.; VALADÃO, R. C.; HENRIQUES, R. J.; TRINDADE, B. C. Uso de geotecnologias para mapeamento da suscetibilidade a inundações e escorregamentos em Teófilo Otoni, Minas Gerais: potencialidades e limitações. Revista Vozes dos Vales, v. 1, p. 1-31, 2018.

HAWKER, L., UHE, P., PAULO, L., SOSA, J., SAVAGE, J., SAMPSON, C., & NEAL, J. A 30 m global map of elevation with forests and buildings removed. Environmental Research Letters, 17, 2022. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac4d4f>

INDE. Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais. Disponível em: <https://www.inde.gov.br/>. Acesso em: 21 set. 2020.

JENSEN, J. R. Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres. São José dos Campos - SP: Parêntese, 2009. ISBN: 856050706X.

KORAH, PI; LÓPEZ, FMJ. Mapeamento de áreas vulneráveis a inundações em Quetzaltenango, Guatemala usando GIS. J. Ambiente. Earth Sci, v. 5, nº 6, p. 132-143, 2015.

LANG, S.; BLASCHKE, T. Análise da Paisagem com SIG. Editora Oficina de Textos, 2017.

LAPA, D. P.; GOMES, F. C. M.; ROCHA, C. H. B. A evolução do uso e cobertura do solo no município de Três Rios (RJ): uma singularidade entre a expansão urbana e a ampliação

da vegetação arbórea nas últimas duas décadas no município. *Revista Geografias*, v. 18, nº 1, p. 21-39, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/geografias/article/view/38211/30919>. Acesso em: 27 jul. 2022.

LEITE, L. C. O. F.; ROCHA, C. H. B. Monitoramento da alteração da paisagem florestal entre 2004 e 2018 no município de Juiz de Fora, MG - BRASIL. *GEOFRONTER*, v. 6, p. 1- 20, 2020. ISSN: 2447-9195.

MAPBIOMAS. MapBiomias. Disponível em: <https://mapbiomas.org/>. Acesso em: 21 set, 2020.

METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? *Biota Neotropica*, v. Volume 1, 2001. ISSN: BN00701122001.

MCGARIGAL, K. *Fragstats help*. Amherst: [s. n.], 2015. Disponível em: <https://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/documents/fragstats.help.4.2.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2019.

PEREIRA, J. L. G. et al. Métricas da paisagem na caracterização da evolução da ocupação da Amazônia. *Geografia*, p. 59-90, 2001. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/1907/5272>. Acesso em: 04 set. 2022.

RAMALHO-FILHO, A.; BEEK, K. J. *Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras*. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 65p., 1995.

RIBEIRO, Marina P.; MELLO, Kaline de; VALENTE, Roberta A. Avaliação da estrutura da paisagem visando à conservação da biodiversidade em paisagem urbanizada. *Ciência Florestal*, v. 30, p. 819-834, 2020.

ROCHA, C.H.B. *Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar*, 3ª Ed., Juiz de Fora, MG, 220p., 2007.

ROCHA, C. H. B. *Geomática na prática*. Editora CRV, 1ª Ed., Curitiba, PR, 294p., 2019.

ROCHA, C.H.B.; FREITAS, F. A.; CASQUIN, A. P. Conflitos de uso da terra nas APPs hídricas de manancial da Zona da Mata mineira, Brasil. *Boletim Goiano de Geografia*, v. 39, p. 1-22, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.5216/bgg.v39.50021>. Acesso em: 26 jul. 2022.

ROCHA, C. H. B.; DUARTE, R. L.; MATOSO, R. O. de C.; SOUZA, L. do V.; SILVEIRA, F. J.; MACHADO, M. M. de M. Socio-environmental vulnerabilities associated with the implementation of highways on the banks of the public supply reservoir of the São Pedro Dam, Juiz de Fora, Minas Gerais. *Rev. Gest. Ambient. e Sust. -GeAS.*, 11(1), p. 1-27, e19805, 2022. Disponível: <https://doi.org/10.5585/geas.v1i1.19805>. Acesso em: 26 jul. 2022.

ROCHA, C. H. B. (Org.). *Represas de abastecimento público de Juiz de Fora: mananciais de vida*. Juiz de Fora: Editora da UFJF, no prelo, 153p., 2022a.

SILVA, I.; SEGANTINE, P. C. L. *Topografia para engenharia: teoria e prática da Geomática*. 1ª Ed., Rio de Janeiro: Elsevier, 412p., 2015.

SILVA, J.L.G. et al. Delimitação de áreas de preservação permanente em topo de morro utilizando o QGIS. In: XVII Simposio Internacional en Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica. Puerto Iguazú. Anais... Luján: Editorial Universidad Nacional de Lujan. p. 2161-2172, 2017.

SOARES FILHO, B. S. Análise de paisagem: fragmentação e mudanças. Departamento de Cartografia, IGEO, UFMG, 1998, 87p., 1998.

SOS MATA ATLÂNTICA. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/>. Acesso em: 21 set. 2020.

TUNDISI, J. G. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. Biota Neotropica, v. 10, nº 4, 2010. ISSN: 1676-0611.

TURNER, M. G.; GARDNER, R. H.; O'NEILL, R. V. Landscape ecology in theory and practice. Springer, 2001.

VERONESE, J. V.; ROCHA, César H. B.; SILVA, M. D. Análise de índices de ecologia da paisagem do Núcleo Atalaia-Dama Branca - PECSol, RJ, BRASIL. GEOGRAPHIA MERIDIONALIS, v. 5, p. 68-86, I, 2019.

XAVIER-DA-SILVA, J. Geoprocessamento para Análise Ambiental, Edição do Autor, Rio de Janeiro, 2001, 228 p.