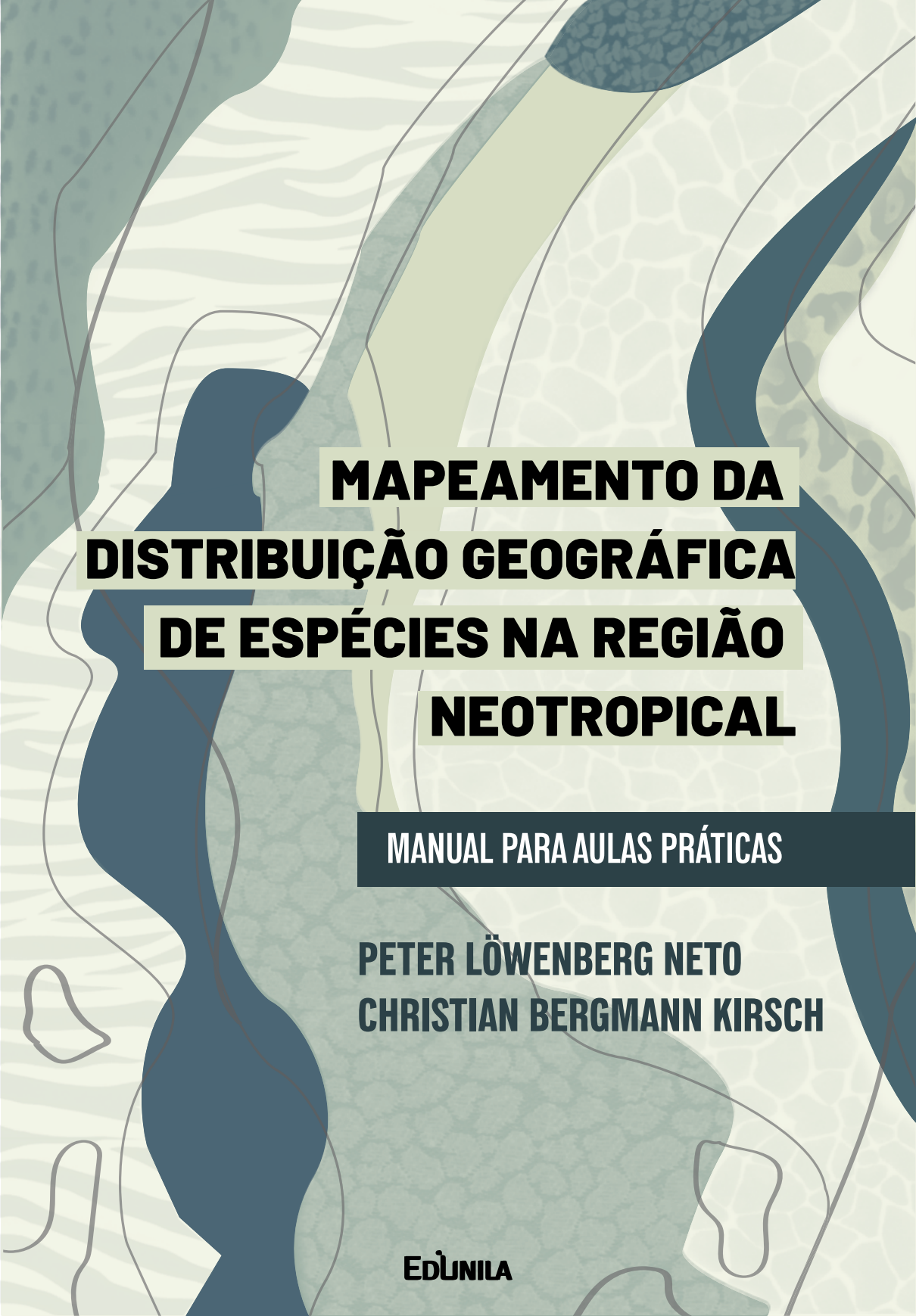


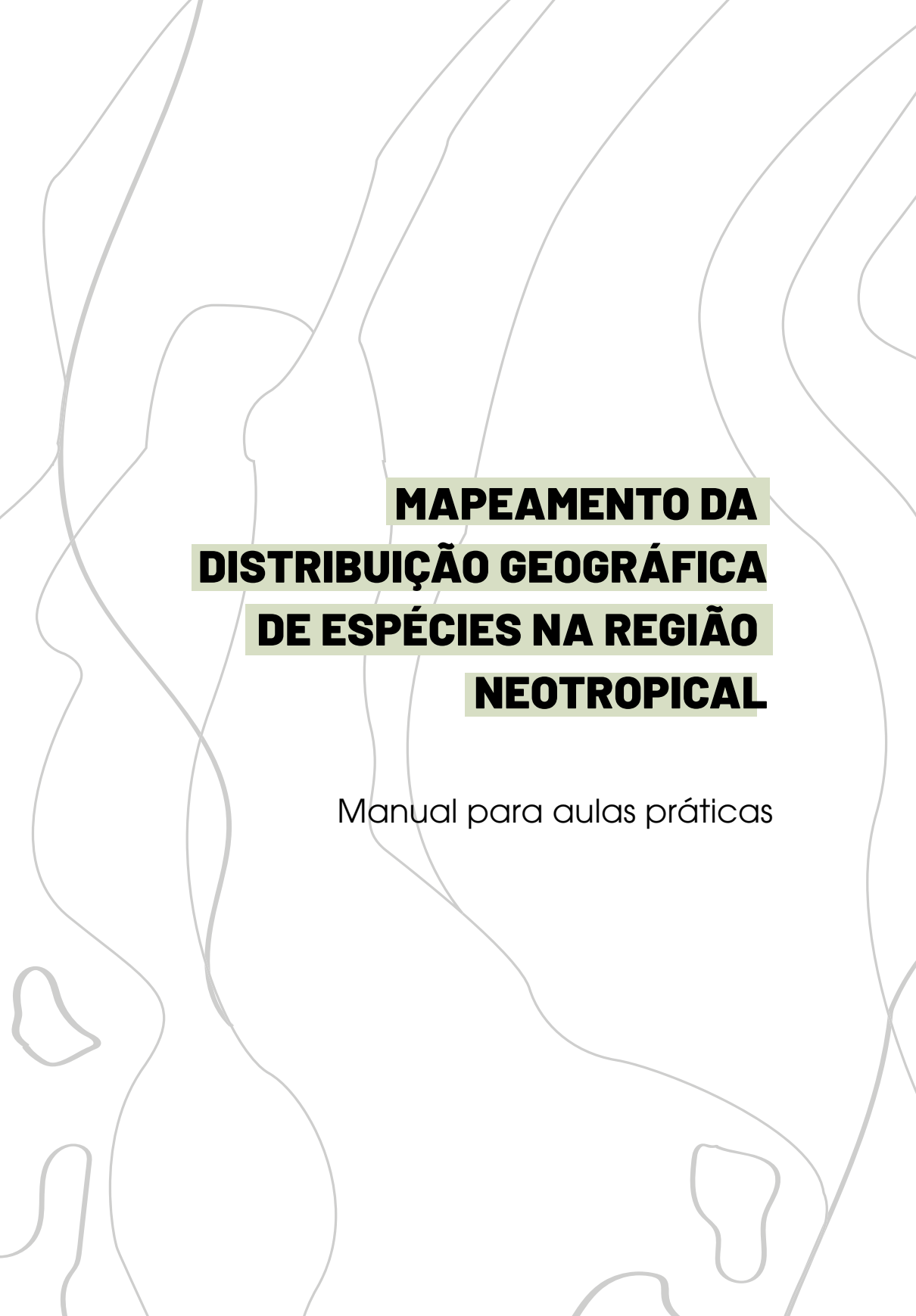


MAPEAMENTO DA DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DE ESPÉCIES NA REGIÃO NEOTROPICAL

MANUAL PARA AULAS PRÁTICAS

**PETER LÖWENBERG NETO
CHRISTIAN BERGMANN KIRSCH**

EDUNILA



MAPEAMENTO DA DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DE ESPÉCIES NA REGIÃO NEOTROPICAL

Manual para aulas práticas

UNIVERSIDADE FEDERAL DA INTEGRAÇÃO LATINO-AMERICANA

Diana Araujo Pereira *Reitora*
Rodne de Oliveira Lima *Vice-reitor*

EDUNILA – EDITORA UNIVERSITÁRIA

Andréia Moassab *Chefa da EDUNILA*
Ailda Santos dos Prazeres *Assistente em administração*
Claudinéia Pires *Assistente em administração*
Francieli Padilha Bras Costa *Programadora visual*
Leonel Gandi dos Santos *Bibliotecário-documentalista*
Ricardo Fernando da Silva Ramos *Assistente em administração*
Wladimir Geraldo Rodrigues Antunes *Tradutor e intérprete de língua espanhola*

CONSELHO EDITORIAL

Andréia Moassab *Presidenta do Conselho*
João Abner Santos Bezerra *Representante dos e das técnico-
-administrativos(as) em educação da
UNILA*
Mackenson Beauvais *Representante dos e das discentes de
graduação da UNILA*
Deny Sávia Martins da Silva *Representante dos e das discentes de pós-
-graduação da UNILA*
Diego Moraes Flores *Representante do Instituto Latino-
-Americano de Tecnologia, Infraestrutura e
Território (ILATIT – UNILA)*
Débora Cota *Representante do Instituto Latino-
Americano de Arte, Cultura e História
(ILAACH – UNILA)*
Luiz Roberto Ribeiro Faria Junior *Representante do Instituto Latino-
-Americano de Ciências da Vida e da
Natureza (ILACVN – UNILA)*
Patricia Nakayama *Representante do Instituto Latino-
-Americano de Economia, Sociedade e
Política (ILAESP – UNILA)*
Fabio Luis Barbosa dos Santos *Representante externo - Universidade
Federal de São Paulo (UNIFESP)*
Joice Berth *Representante externa - Arquiteta e
urbanista*
Alai García Diniz *Representante externa - Universidade
Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)*
Neide Jallageas de Lima *Representante externa - Curadora, ensaísta
e produtora editorial*
Luis Eduardo Aragon Vaca *Representante externo - Universidade
Federal do Pará (UFPA)*

Peter Löwenberg Neto
Christian Bergmann Kirsch

MAPEAMENTO DA DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DE ESPÉCIES NA REGIÃO NEOTROPICAL

Manual para aulas práticas

Foz do Iguaçu, PR

EDUNILA

Editora da
Universidade Federal da
Integração Latino-Americana

2024

EQUIPE EDITORIAL

Francieli Padilha Bras Costa *Projeto gráfico, capa e diagramação*
Leonel Gandi dos Santos *Normalização bibliográfica*
Natalia de Almeida Velozo *Preparação e revisão textual*
Cibelle Burdulis da Motta *Revisão textual*

Catálogo na Publicação (CIP)

L917m Löwenberg Neto, Peter.
Mapeamento da distribuição geográfica de espécies
na região neotropical: manual para aulas práticas / Peter
Löwenberg Neto, Christian Bergmann Kirsch. Foz do
Iguaçu: EDUNILA, 2024.
PDF (195 p.) : il.

ISBN: 978-65-86342-50-5
DOI: 10.5281/zenodo.10644285

1. Biogeografia. 2. Sistema de informações geográficas -
SIG. 3. Softwares. 4. Manual. I. Löwenberg Neto, Peter. II.
Kirsch, Christian Bergmann. III. Título.

CDU 574.9:004.4

Ficha Catalográfica elaborada por Leonel Gandi dos Santos CRB11/753

Todos os direitos reservados e protegidos pela Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998. É proibida a reprodução total ou parcial por quaisquer meios sem autorização prévia, por escrito, da editora. Direitos adquiridos pela EDUNILA – Editora Universitária.

Agradecimentos

À Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA) que, por meio do apoio acadêmico e científico (Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza – ILACVN, Instituto Latino-Americano de Tecnologia, Infraestrutura e Território – ILATIT e Secretaria de Apoio Científico e Tecnológico – SACT), do suporte técnico ao usuário (Coordenadoria de Tecnologia da Informação – CTIC) e do programa de bolsas de monitoria (Pró-Reitoria de Graduação – PROGRAD), possibilitou a boa condução das aulas práticas.

A todos os discentes dos cursos de bacharelado em Ciências Biológicas: Ecologia e Biodiversidade e do bacharelado em Geografia da UNILA que cursaram a disciplina de “Fundamentos de Biogeografia” entre 2012 até 2022, agradecemos a participação nas aulas práticas, a elaboração de críticas e as sugestões que levaram ao aperfeiçoamento deste material didático.

A todos os discentes de graduação que participaram como monitores da disciplina, de forma voluntária ou remunerada – Fares Restrepo Guarín (2016), Jhonatan de Almeida (2017), Marina de la Barrera Cardozo (2018 e 2019), Lina Lizeth Leal Ospina (2018) e Marlon Royer de Moraes (2019) – agradecemos a parceria nas atividades em classe e extraclasse e a busca pelo aperfeiçoamento deste material didático.

Lista de figuras

Figura 1: Indicação do painel “Navegador”	36
Figura 2: Adicionar pasta como favorita	36
Figura 3: Adicionar camada à janela de visualização do mapa	37
Figura 4: Adicionar camada pela barra de menu	37
Figura 5: Indicar arquivo da camada	38
Figura 6: Indicar arquivo com a extensão .shp	38
Figura 7: Adicionar o <i>shapefile</i> selecionado à visualização do mapa	39
Figura 8: Adicionar a tabela	39
Figura 9: Abrir tabela de atributos da tabela	40
Figura 10: Inspeccionar a tabela de atributos	40
Figura 11: Salvar tabela em formato de valores separados por vírgula (.csv)	41
Figura 12: Salvar tabela como CSV	41
Figura 13: Salvar tabela na pasta de trabalho	42
Figura 14: Indicar sistema de referência de coordenadas da tabela	42
Figura 15: Definir tipo de geometria	42
Figura 16: Salvar tabela como CSV sem adicionar o arquivo ao mapa	43
Figura 17: Adicionar a tabela CSV ao painel de camadas	44
Figura 18: Indicar o arquivo da tabela CSV	44
Figura 19: Indicar e abrir o arquivo .csv	45
Figura 20: Indicar os campos da tabela que correspondem às coordenadas	45
Figura 21: Inspeccionar a amostra de dados e adicionar a camada	46

Figura 22: Guardar a tabela plotada como <i>shapefile</i> de pontos	46
Figura 23: Salvar camada vetorial como <i>shapefile</i> de pontos.....	47
Figura 24: Guardar o <i>shapefile</i> na sua pasta de trabalho	47
Figura 25: Configurar os parâmetros para guardar o <i>shapefile</i>	47
Figura 26: Adicionar o <i>shapefile</i> ao mapa e finalizar	48
Figura 27: Verificar as propriedades da camada	49
Figura 28: Nas propriedades do arquivo, verificar a sua extensão	49
Figura 29: Remover a camada do painel	49
Figura 30: Aproximar para camada de pontos	51
Figura 31: Navegar pela visualização, ferramenta de deslocar mapa	52
Figura 32: Identificar os atributos de uma camada ao clicar no mapa	52
Figura 33: Selecionar a camada e abrir o menu de opções da camada	53
Figura 34: Janela de propriedades da camada, aba simbologia	53
Figura 35: Mudar a simbologia da camada.....	54
Figura 36: Adicionar a camada a partir do painel de navegação de arquivos.....	54
Figura 37: Ligar ou desligar camadas para montar a visualização.....	55
Figura 38: Visualizar toda a extensão do mapa e guardar o projeto	56
Figura 39: No menu “Processar”, abrir a caixa de ferramentas.....	57
Figura 40: Em geometria do vetor, localizar “Limite mínimo da geometria”	57
Figura 41: Configurar os parâmetros da ferramenta	58
Figura 42: Visualização do polígono mínimo convexo	59

Figura 43: Configuração da ferramenta “Limites mínimo da geometria”	60
Figura 44: Mínimo círculo que contém todos os pontos	61
Figura 45: Abrir a ferramenta “Amortecedor”	62
Figura 46: Configurar a ferramenta “Amortecedor” para o raio de 1 grau.....	63
Figura 47: Abrir ferramenta “ <i>Buffer</i> multi-anel (distância constante)”	63
Figura 48: Configurar a ferramenta “ <i>Buffer</i> multi-anel”	64
Figura 49: Pontos de ocorrência da bromélia e áreas de distribuição multi-anel	64
Figura 50: Abrir tabela de atributos do <i>shapefile</i> world.shp	72
Figura 51: O nome das variáveis fica no cabeçalho da tabela de atributos	73
Figura 52: Ferramenta “selecionar feições por valor”	73
Figura 53: Configuração da seleção, valor e operador matemático	74
Figura 54: A seleção aparece na visualização do mapa	74
Figura 55: A seleção também aparece na tabela de atributos	75
Figura 56: Linhas selecionadas na tabela de atributos com a resposta	75
Figura 57: Selecionar a camada e abrir a ferramenta.....	76
Figura 58: Na aba “Expressão”, adicionar uma variável.....	76
Figura 59: Na aba “Expressão”, adicionar um operador matemático	76
Figura 60: Na aba “Expressão”, adicionar um valor numérico	77
Figura 61: Selecionar a camada selecionada e exportar as feições selecionadas.....	78
Figura 62: Configurar para salvar no formato de tabela (CSV)	78
Figura 63: Limpar a seleção com a ferramenta “desfazer seleção”	79

Figura 64: Ferramenta “Selecionar por localização”	81
Figura 65: Configuração dos parâmetros, alvo e fonte de seleção	82
Figura 66: Configuração dos parâmetros, regra de seleção	82
Figura 67: Criar uma grade de quadrículas de 2° de lado.....	85
Figura 68: Configurar parâmetros para criar grade de quadrículas de 2° x 2°	85
Figura 69: Guardar a grade em arquivo <i>shapefile</i>	86
Figura 70: Configurar simbologia da grade de quadrículas	87
Figura 71: Selecionar por localização	87
Figura 72: Inverter a seleção das quadrículas.....	88
Figura 73: Alternar para o modo edição	88
Figura 74: Excluir feições selecionadas	89
Figura 75: Sair do modo edição	89
Figura 76: Selecionar quadrículas por localização com os pontos da espécie	90
Figura 77: Adicionar um novo campo (coluna) na tabela	90
Figura 78: Valor = 1 para o campo de presença das feições selecionadas.....	91
Figura 79: Mudar simbologia para mostrar o campo de presença	91
Figura 80: Atribuir cor para os valores 1 de presença	92
Figura 81: Mudar a simbologia da camada <i>raster</i>	103
Figura 82: Inverter rampa de cores.....	104
Figura 83: Detalhe de um pixel na camada de temperatura	104
Figura 84: Identificar o valor de um pixel.....	105
Figura 85: Adicionar camadas de temperatura mensal	106
Figura 86: No menu <i>Raster</i> , abrir a ferramenta “Calculadora <i>Raster...</i> ”	107
Figura 87: Ferramenta “Calculadora <i>Raster</i> ” e seus parâmetros..	107

Figura 88: Expressão para gerar a camada.....	108
Figura 89: Expressão para gerar a camada.....	108
Figura 90: Selecionar os polígonos dos países da América do Sul	109
Figura 91: Exportar polígonos selecionados como <i>shapefile</i>	110
Figura 92: Configuração da exportação da seleção como <i>shapefile</i>	110
Figura 93: Ferramenta “Recortar <i>raster</i> pela camada de máscara”	111
Figura 94: Indicar o <i>shapefile</i> da América do Sul como camada máscara	111
Figura 95: <i>Raster</i> de temperatura média anual recortado pelo <i>shapefile</i>	112
Figura 96: Ferramenta “Contorno”	113
Figura 97: Configurando a ferramenta para criar contornos	114
Figura 98: Isotermas de 5 graus Celsius de temperatura média anual	114
Figura 99: Janela de propriedades da camada, aba simbologia	115
Figura 100: Mudança de parâmetros da simbologia.....	116
Figura 101: Temperatura média anual em categorias discretas de valores	116
Figura 102: Ferramenta “ <i>Raster</i> para vetor (poligonizar)”	117
Figura 103: Configuração da ferramenta “ <i>Raster</i> para vetor”	117
Figura 104: Categorias de temperaturas transformadas em polígonos	118
Figura 105: Ferramenta “Gerenciar e Instalar Complementos” ..	119
Figura 106: Janela de busca por repositórios de complementos ..	120
Figura 107: Buscar o complemento pelo nome ou parte do nome.....	120
Figura 108: Instalação do complemento	120

Figura 109: Preparação para o uso da ferramenta “ <i>Point sampling tool</i> ”	121
Figura 110: Configuração dos parâmetros da ferramenta	122
Figura 111: Abra a tabela de atributos do <i>shapefile</i> gerado pela ferramenta	122
Figura 112: Ferramenta “Gráfico de dispersão da camada vetorial”	123
Figura 113: Configuração dos parâmetros da ferramenta	123
Figura 114: Abrir o gráfico gerado pela ferramenta	124
Figura 115: Novo <i>layout</i> de impressão	125
Figura 116: Atribuir título único para <i>layout</i> de impressão.....	125
Figura 117: Abrir as propriedades da página de <i>layout</i>	126
Figura 118: Configurar o tamanho e orientação da página de <i>layout</i>	127
Figura 119: Adicionar mapa na página de <i>layout</i>	127
Figura 120: Enquadrar o mapa na página de <i>layout</i>	128
Figura 121: Nas propriedades do mapa, travar camadas e estilos.....	128
Figura 122: Adicionar segundo mapa à página de <i>layout</i>	129
Figura 123: Janela visualização do mapa, montar mapa de referência	129
Figura 124: Atualizar a página de <i>layout</i>	130
Figura 125: Travar camadas.....	130
Figura 126: Adicionar um rótulo para escrever o título do mapa.....	131
Figura 127: Escrever o título do mapa na caixa de texto do rótulo.....	131
Figura 128: Adicionar grade de coordenadas geográficas.....	132
Figura 129: Configurar as propriedades da grade de coordenadas geográficas	132

Figura 130: Configurar propriedades da grade para desenhar coordenadas.....	133
Figura 131: Adicionar legendas.....	133
Figura 132: Configurar os itens da legenda	133
Figura 133: Renomear itens da legenda, se necessário.....	134
Figura 134: Alterar configuração da fonte da legenda, se necessário.....	135
Figura 135: Adicionar barra de escala	135
Figura 136: Configurar propriedades da barra de escala	135
Figura 137: Adicionar seta Norte.....	136
Figura 138: Escolher imagem da seta Norte	137
Figura 139: Adicionar rótulo com informações do mapa.....	137
Figura 140: Inserir informações na caixa de texto do rótulo.....	137
Figura 141: Exportar o mapa.....	138
Figura 142: Critérios de avaliação para a correção do artigo	144
Figura 143: Nome da espécie e números de ocorrência do banco de dados	151
Figura 144: Distribuição geográfica de <i>Alouatta caraya</i>	156
Figura 145: Distribuição geográfica de <i>Caesalpinia spinosa</i>	157
Figura 146: Distribuição geográfica de <i>Dipteryx alata</i>	157
Figura 147: Distribuição geográfica de <i>Anodorhynchus hyacinthinus</i>	158

Palavras da editora

O livro “**Mapeamento da distribuição geográfica de espécies na região neotropical**” é fruto da experiência de uma década de sala de aula, mostrando que o ensino na graduação também produz conhecimento, lugar comumente atribuído à pós-graduação. **Peter Löwenberg Neto** e **Christian Bergmann Kirsch**, com base na disciplina “Fundamentos da Biogeografia”, ministrada nos bacharelados em Ciências Biológicas: Ecologia e Biodiversidade e em Geografia da Universidade Federal de Integração Latino-Americana (UNILA), organizaram um material voltado para aulas práticas, com o intuito de facilitar a compreensão da distribuição das espécies no território. Por meio dos exercícios propostos, usando dados da flora e da fauna da região neotropical - região biogeográfica correspondente à América Latina, que engloba desde a parte sul do México e da península da Baja California, América Central, todas as ilhas do Caribe, incluindo o sul da Flórida, nos EUA e a América do Sul - é possível alcançar resultados significativos, especialmente, quando sobrepostos aos limites administrativos dos países. O capítulo 6 apresenta alguns produtos possíveis, como: os mapas da distribuição geográfica na região neotropical do macaco bugio-preto, *Alouatta caraya*; da planta leguminosa tara, *Tara spinosa*; da árvore baru, *Dipteryx alata*; e da arara-azul-grande, *Anodorhynchus hyacinthinus*.

A centralidade do continente como espaço geográfico empírico preferencial insere o livro na coleção “**América Latina Una e Diversa**”, a qual reúne obras que debatem América Latina em conjunto, a partir de distintas áreas de conhecimento, neste caso, da biogeografia. Ao mesmo tempo, o caráter técnico-científico desta publicação é atestado pelo **selo Nandé**, que tem como leitor ou leitora prioritários o público acadêmico.

Finalmente, merece destaque a opção dos autores pelo uso de ferramentas computacionais livres, isto é, todos os exercícios utilizam programas gratuitos e de fácil acesso, garantindo que mesmo

em contextos de limitações econômicas, o alunado e profissionais consigam espacializar os mais diversos dados. Em outras palavras, esta obra democratiza a análise da distribuição geográfica de espécies, auxiliando para ampliar a compreensão das características mais essenciais de uma espécie, seu potencial de interação com demais espécies, com o meio físico, com o clima, com o bioma e a sua história evolutiva.

Boa leitura e bom proveito a todos e todas!

Sumário

Apresentação	21
---------------------------	-----------

1. Área de distribuição geográfica de uma espécie . 25

1.1 Fonte dos dados.....	26
1.2 Organização dos dados.....	29
1.3 Do ponto ao polígono.....	30
1.4 Aula prática 1	34
1.5 Considerações finais	65

2. Analisando dados tabulares e espaciais 67

2.1 Os arquivos <i>shapefile</i>	67
2.2 Dados categóricos	68
2.3 Explorando as informações de um <i>shapefile</i> (busca por atributos na tabela).....	69
2.4 Explorando relações espaciais entre <i>shapefiles</i> (busca espacial)	70
2.5 Aula prática 2	71
2.6 Considerações finais	92
2.7 Respostas e resolução das questões descritivas	93

3. Variáveis ambientais contínuas..... 99

3.1 Formato e parâmetros	99
3.2 Operações aritméticas	100
3.3 Valores contínuos em categorias	101
3.4 Extrair valores dos pixels para pontos	101
3.5 Aula prática 3	102

4. Atividade avaliativa: um artigo com mapas..... 141

4.1 Aula prática 4.....142

5. Atividades de execução do artigo 149

5.1 Aula prática 5.....149

6. Mapas de distribuição geográfica de espécies... 155

7. Bancos de dados espaciais 159

7.1 Distribuição geográfica de espécies159

7.2 Variáveis categóricas – *shapefiles*.....162

7.3 Variáveis contínuas – *rasterfiles*.....164

7.4 Agregadores de bancos de dados.....167

8. Roteiros e dados para as aulas práticas 169

Referências 191

Sobre os autores 195

Apresentação

Este livro, resultado de mais de uma década de sala de aula, se configura como um manual ou, melhor, um tutorial. Ele tem como público-alvo estudantes de graduação e de pós-graduação interessados em aprender ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) aplicadas ao estudo espacial da biodiversidade. O formato autodidático do conteúdo, todavia, não exclui a necessidade de um tutor ou docente. Pelo contrário, este livro - ou manual - surgiu para que o e a estudante possam executar as atividades práticas de modo mais autônomo, uma vez que apresenta detalhadamente um passo a passo ilustrado das atividades. Para cada etapa, há uma breve descrição e imagens que reproduzem os cliques na tela do programa.

Por permitir autonomia no processo de aprendizagem, o livro pode facilmente ser incorporado em disciplinas de Biogeografia, sejam elas presenciais, remotas (síncronas ou assíncronas) ou a distância, como exercícios ou como um módulo prático.

Na UNILA, essas atividades configuram um módulo prático da disciplina “Fundamentos de Biogeografia”, de 68 horas (4 créditos). O módulo foi estruturado em cinco aulas práticas que integralizam 17 horas (1 crédito) da disciplina. Ela foi ofertada para 20 turmas dos cursos de bacharelado em Ciências Biológicas: Ecologia e Biodiversidade e em Geografia ao longo de 12 anos. Durante o período de pandemia de Covid-19 (2020-2021), as aulas foram conduzidas remotamente de modo síncrono, resultando na organização do material ora apresentado, revisado, reformatado e atualizado.

Nas muitas ofertas da disciplina, o módulo prático foi abordado no início, no meio ou no final. A sugestão é que ele seja posicionado no início ou no meio da disciplina, pois o contato precoce com dados espaciais é positivo para o aprendizado dos conceitos teóricos, além de os e as estudantes terem mais tempo extraclasse para executarem a avaliação do módulo.

Neste livro, o ou a docente encontrará uma sequência didática na estrutura dos tópicos que pode ser adotada como um plano de ensino do módulo prático. Ele envolve cinco aulas práticas, incluindo a execução de uma atividade como avaliação. Para cada aula prática será apresentado um sucinto arcabouço teórico envolvendo aspectos conceituais e práticos das atividades. Na sequência, os exercícios práticos e o passo a passo ilustrado da resolução.

A atividade avaliativa envolve a confecção, por parte do alunado, de um artigo como forma de aplicar o aprendizado das ferramentas de SIG. A critério do ou da docente, a avaliação poderá ocorrer na primeira ou na quarta aula prática. No final do livro há uma lista de *sites* que contêm dados espaciais gratuitos, além dos roteiros das aulas práticas para impressão.

Os temas, os conceitos e as ferramentas aqui abordados buscam iniciar e desenvolver nos e nas estudantes as habilidades analíticas e espaciais desejáveis na formação em Biogeografia. De modo heurístico, as atividades contemplam as seguintes questões:

1. Como transformar pontos de ocorrência de uma espécie em área de distribuição?
2. Como associar atributos não geográficos à ocorrência de uma espécie?
3. Como descrever o nicho ecológico ou as condições ambientais de uma espécie?
4. Como elaborar um mapa de distribuição geográfica de uma espécie?

Essas atividades e habilidades capacitam os e as estudantes a desenvolverem, mesmo que de modo inicial, o pensamento analítico espacial tendo como unidade taxonômica operacional a espécie. Esse pensamento precisa de referências geográficas, posicionamentos espaciais, desenvolvimento de abstrações temporais e associação entre o biológico e o físico que o ambiente em SIG propicia.

Este manual incentiva a utilização dos mapas continentais com diferentes temáticas a fim de proporcionar ao a à discente a análise integrada da paisagem, fazendo com que este verifique e conecte as

relações existentes entre os aspectos geológicos, geomorfológicos, climáticos e hidrológicos com a Biogeografia. Para tanto, a América do Sul será detalhada, pois abriga a maior biodiversidade do mundo. Além disso, a alta frequência de contato com mapas continentais e suas feições geográficas propiciam o conhecimento da arena geográfica e do território que, neste caso, consiste na América do Sul e Região Neotropical. A expectativa é de que as atividades do módulo prático darão início ao desenvolvimento da lógica espacial e do pensar “biogeograficamente” que, de forma integral, busca interpretar as mudanças das formas biológicas ao longo do tempo e do espaço (Lomolino *et al.*, 2010).

Para a realização desta proposta, os autores se preocuparam com a gratuidade dos programas utilizados. Assim, o programa-base planejado para uso nas atividades é o QGIS (www.qgis.org), disponível em diversos idiomas e para os sistemas operacionais Windows e Linux. Para a criação deste manual de aulas práticas foi utilizada a versão QGIS 3.10.14 – A Coruña. O programa e as atividades podem ser executados em computadores pessoais, *desktops* ou *notebooks*, de configuração regular. Os dados utilizados nas atividades e com os roteiros editáveis para impressão estão disponíveis *on-line* em https://github.com/pelow22/sig_biogeografia.

Área de distribuição geográfica de uma espécie

Quando visitamos um zoológico ou um jardim botânico é comum encontrarmos perto dos recintos uma placa informativa contendo o nome científico da espécie, o seu nome vulgar e um mapa da sua distribuição geográfica. E para a espécie que está no recinto, um mapa com a área de distribuição geográfica, normalmente preenchida e colorida, desenhada sobre um mapa da região. Este mapa esquemático consiste em uma área ou polígono preenchido sobre os limites da América do Sul (ou outro continente) e nos fornece uma boa representação visual do tamanho, da forma e da posição espacial da disposição geográfica da espécie. A área de distribuição geográfica é uma das características mais essenciais de uma espécie: ela determina seu potencial para interação com outras espécies e com o ambiente físico, reflete sua história evolutiva e seu atual status ecológico (Rapoport, 1982). Ela é a unidade fundamental de análise em Biogeografia. Neste capítulo iremos conhecer a origem dos dados primários de ocorrência dos indivíduos da espécie, como os dados podem ser mais bem organizados para o seu mapeamento e algumas técnicas para a transformação dos pontos de ocorrência em polígonos de áreas de distribuição da espécie.

1.1 Fonte dos dados

O dado primário é a ocorrência do indivíduo da espécie no espaço geográfico em dado momento. Os indivíduos devem ser coletados em campo por um pesquisador ou colecionador. Na atividade em campo, o coletor, ao obter o indivíduo, anota as informações de local e data para a confecção da etiqueta de procedência. Na etiqueta irá constar a data de coleta (dia, mês e ano), o local de coleta (cidade, estado e país), as coordenadas geográficas (longitude, latitude, altitude) e o nome do coletor. O nome da espécie e o nome do ou da especialista que a identificou, normalmente, são colocados em uma segunda etiqueta. Antes do advento do *Global Positioning System* (GPS), o coletor anotava apenas o local de coleta. As localidades sem coordenadas podem ser geocodificadas consultando diretórios geográficos digitais (*gazetteers*) de maneira manual (por exemplo, <https://www.getty.edu/research/tools/vocabularies/tgn>) ou fazendo uso de ferramentas que automatizam a codificação (por exemplo, função ‘*geocode()*’ do pacote “*georeference*” do R). Após coletar e etiquetar, o indivíduo é preparado para ser armazenado em coleções biológicas. Isso vale também para os registros fósseis (Miller, 2020; Spellerberg; Sawyer, 1999).

Após o indivíduo ser guardado em coleções biológicas, o próprio espécime e suas informações de etiqueta ficam disponíveis para a comunidade científica. Se antigamente era necessário visitar os museus, herbários e outras coleções científicas para ter acesso às informações registradas nas etiquetas ou consultá-las em artigos de taxonomia que trazem a lista de material estudado ou catálogos taxonômicos, hoje as informações estão disponíveis em portais digitais na internet (Heberling *et al.*, 2021).

O maior portal de informação geográfica de espécies é o *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF) (www.gbif.org.br), uma rede internacional de infraestrutura de dados que provê acesso aos dados de espécimes de coleções biológicas do mundo todo. Nessa ferramenta, há mais de dois milhões de registros de ocorrência geográfica de espécies provenientes de 75 mil conjuntos de dados de 1891 institui-

ções internacionais. Uma iniciativa brasileira é o portal *SpeciesLink* (www.specieslink.net) que agrega informações de coleções biológicas brasileiras. Para dados paleontológicos é possível buscar e consultar registros georreferenciados no portal *The Paleobiology Database* (www.paleobiodb.org), mantido pela comunidade internacional de paleontólogos com registros fósseis do mundo inteiro. Em todos os portais o acesso é livre e aberto para fins educacionais ou científicos.

Para casos em que não é possível ter acesso ao indivíduo e a informação não está disponível em portais, é possível a obtenção da informação por meios indiretos. Existem técnicas que permitem assumir a ocorrência geográfica da espécie sem a necessidade de capturar o espécime. Algumas técnicas são: registro histórico e relatos de ocorrência, observação visual em campo, armadilhas fotográficas, gravação de vocalizações, sons e ruídos, observação e registro de pegadas, resíduos ou restos de animais (Rocha, 2011). Estas evidências indiretas da ocorrência geográfica da espécie configuram como dados secundários. O maior desafio para alguns grupos taxonômicos é o da identificação da espécie por meio do registro indireto.

Uma boa prática ao obter os dados disponibilizados por terceiros, ou seja, dados obtidos em portais digitais, é estar atento a possíveis erros (Soberón; Peterson, 2004; Erp *et al.*, 2015). Em um estudo recente observou-se que, para os dados do portal GBIF, 44% dos registros tinha potencial de erro e 4,2% dos registros estavam errados (Zizka *et al.*, 2020). De forma geral, há três tipos de erros: erro de identificação, erro de geolocalização e erro de processamento. O erro de identificação consiste em atribuir um nome errado ao indivíduo da espécie. Isto pode ocorrer quando o indivíduo é identificado por leigos ou quando o nome da espécie mudou. No geral, assume-se que a identificação foi realizada de forma correta e precisa por um especialista do grupo taxonômico. Este tipo de erro é impossível detectar se o analista não está com o espécime em mãos ou se não é especialista no grupo taxonômico. No segundo caso, o nome atribuído na identificação da espécie pode ser consultado em catálogos taxonômicos que trazem, entre outras informações, o histórico de nomes e qual nome é válido para a espécie. Os nomes podem ser consultados em portais como o *Catalogue of Life* (www.catalogueoflife.org/).

Os erros de geolocalização consistem em atribuir nome errado a uma localidade ou atribuir coordenada errada a uma localidade. No primeiro caso entram os nomes de localidades antigas em desuso, nomes extraoficiais ou de propriedades privadas pouco conhecidas e nomes com erro de ortografia. Nomes antigos podem ser consultados em *gazetteers* especializados em nomes históricos (por exemplo, www.whgazetteer.org) e nomes errados podem ser consultados em *gazetteers* que aceitam nomes com ortografia aproximada ou incorreta (<https://isodp.hof-university.de/fuzzyg/>).

No segundo caso entram: erro na atribuição de coordenadas geográficas para localidade sem referência de estado ou província, erro na conversão de coordenadas no formato grau, minuto e segundo para o formato decimal. Localidades sem o nome do estado ou província podem ser investigadas utilizando anotações de campo ou dados históricos dos coletores. Por exemplo, na Colômbia há, pelo menos, cinco localidades com o nome “Santa Marta”. Pelo registro histórico, em novembro de 1800, Humboldt desembarcou em Santa Marta. A única cidade portuária do caribe chamada Santa Marta fica na província de Magdalena. Na conversão de grau, minuto e segundo, dependendo do hemisfério da coordenada, o valor recebe sinal positivo ou negativo¹. Caso o analista troque o sinal do valor de longitude ou de latitude, o ponto irá ser plotado no hemisfério oposto, o que é relativamente fácil de detectar visualmente.

Os erros de processamento consistem em modificar acidentalmente o dado original ao processá-lo e organizá-lo. Por exemplo, ao compilar a informação de etiquetas em uma planilha é possível que o analista a registre de forma equivocada. Também, ao organizar os dados em planilhas é possível a troca do valor de longitude pelo valor de latitude nos campos da tabela. No caso de troca de valores, pode ser fácil ou não detectar ao plotar o mapa, dependendo da região de estudo. Para solucionar este erro deve-se conferir a coordenada atribuída com o nome da localidade da etiqueta nos *gazetteers*.

1 ver detalhes na seção “Organização dos dados”

1.2 Organização dos dados

A informação geográfica de uma espécie é organizada em uma tabela de, no mínimo, três colunas, sendo: nome da espécie, longitude e latitude. É recomendável inserir colunas com informações complementares, como código de identificação única, dados da localidade (município, estado, país), coleção ou museu de depósito, data de coleta, coletor ou referência bibliográfica. Em cada linha se inserem as informações de um indivíduo ou espécime – o conjunto de informações de uma linha se chama “registro”. Um registro da tabela, ao ser plotado em um mapa, originará um ponto de ocorrência geográfica.

Um detalhe importante das colunas de longitude e latitude é que os valores das coordenadas geográficas devem ser descritos pelo sistema decimal. Porém, é comum que nas etiquetas haja coordenadas geográficas no sistema sexagesimal. Nesse último, os pares de coordenadas são apresentados em graus, minutos e segundos, ao passo que o hemisfério é indicado pelas letras N, S, E e W². Por exemplo, as coordenadas geográficas de Foz do Iguaçu são 54° 35' 18" W e 25° 32' 49" S. No sistema decimal, os valores de minutos e segundos são convertidos para uma escala de zero a 100 e o hemisfério é indicado por um sinal positivo ou negativo antes do valor. O sinal positivo ou negativo segue o sinal do quadrante em um gráfico cartesiano, no caso, o eixo x representa a longitude (Linha do Equador), o eixo y representa a latitude (Meridiano de Greenwich), e a origem do gráfico na intersecção dos eixos (coordenada 0,0). Pontos no Hemisfério Leste recebem sinal positivo na longitude e no Hemisfério Oeste, sinal negativo na longitude; pontos no Hemisfério Norte recebem sinal positivo na latitude e no Hemisfério Sul, sinal negativo na latitude. Considerando isso, as coordenadas de Foz do Iguaçu seriam: -54,5882 de longitude e -25,5469 de latitude por estarem nos quadrantes Oeste e Sul. Os programas computacionais de SIG, em sua maioria, adotam o sistema decimal para a entrada dos dados tabulares.

2 N: North (Norte); S: South (Sul); E: East (Este); W: West (Oeste).

Para a conversão das coordenadas sexagesimais em decimais basta dividir o valor de minutos por 60 e dividir o valor de segundos por 3600 e somar tudo ao valor de graus. A fórmula é: graus + (minutos/60) + (segundos/3600). Usando as coordenadas de Foz do Iguaçu, a conversão seria: longitude decimal = $54 + (35/60) + (18/3600) = 54 + 0,5833 + 0,005$ e latitude decimal = $25 + (32/60) + (49/3600) = 25 + 0,5333 + 0,0136$. Para atribuir o sinal, basta imaginar o mapa-múndi como se fosse um gráfico cartesiano, no qual a Linha do Equador seria o eixo x e o Meridiano de Greenwich, o eixo y. A coordenada de longitude no Hemisfério Oeste recebe sinal negativo e a coordenada de latitude no Hemisfério Sul também recebe sinal negativo.

Uma vez que os registros da tabela apresentam os campos longitude e latitude, a tabela pode ser “mapeada” nos programas de SIG. Cada linha da tabela que contém um par de coordenadas, longitude e latitude, será representada como um ponto no mapa. Caso haja múltiplos registros com os mesmos pares de coordenadas, os pontos plotados irão coincidir no mapa e apenas será visualizado um ponto. Isso é relativamente comum ao plotar dados provenientes de inventários.

1.3 Do ponto ao polígono

Um mapa com os pontos de ocorrência geográfica de uma espécie consiste na representação mais precisa dos dados. Isso significa que um ponto no mapa representa a presença, em um dado momento, de um indivíduo da espécie naquela posição do espaço geográfico. No entanto, o mapa de pontos nem sempre é o mais adequado do ponto de vista analítico e interpretativo. Para nós, humanos, é muito mais simples e intuitivo analisar uma área (polígono) preenchido do que uma nuvem de pontos. Ademais, há motivos biológicos de interação intraespecífica (por exemplo, comportamento e reprodução) que promovem a movimentação e interação entre os indivíduos e isso

sustenta conceitualmente a representação bidimensional e preenchida. Veremos a seguir, algumas técnicas para transformar pontos em polígonos e estimar a área de distribuição das espécies (Cobos *et al.*, 2022).

Antes da popularização dos computadores pessoais na década de 1980, a principal forma de estimar a área de distribuição geográfica era a técnica manual (ou a olho). Aqui, como é possível supor, os pontos eram contornados manualmente pelo pesquisador para formar um polígono (Rapoport; Monjeau, 2001). As áreas obtidas por essa técnica são conhecidas como “mapa de esboço”. A vantagem é que a transformação dos pontos em áreas gera uma representação mais simples e intuitiva. Por outro lado, os contornos manuais, por conta da subjetividade inerente a analista, são difíceis de serem repetidos e há a necessidade de decidir arbitrariamente se o polígono será contínuo (compacto) ou disjunto (fragmentado). Esta técnica é a mais antiga nos estudos biogeográficos e é empregada até hoje. Quando a delimitação manual é feita por especialistas no grupo taxonômico, a área de distribuição geográfica da espécie fica bastante confiável. É o caso dos polígonos das espécies de mamíferos, anfíbios, répteis e outros grupos disponibilizado pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) (<https://www.iucnredlist.org/resources/spatial-data-download>).

A técnica de *buffer* ou zona tampão consiste em gerar, para cada ponto de ocorrência, uma área no entorno. No caso dos pontos, a área será circular e terá uma distância determinada de raio. O conjunto de círculos gerados para os pontos de ocorrência da espécie configura a sua área de distribuição. Nesta técnica, o parâmetro mais importante é o tamanho do raio. Não existe uma regra geral para definir o raio; no entanto, algumas abordagens podem ser adotadas. O raio do *buffer* pode ser a distância média de dispersão, que é a distância que os indivíduos, em média, movimentam-se de seu local de nascimento até os locais de forrageamento ou de reprodução; ou pode ser uma medida de autocorrelação dos valores das variáveis ambientais adequadas para a ocorrência da espécie; ou pode ser um valor arbitrário. A questão é que, para muitos grupos taxonômicos, o conhecimento sobre sua capacidade de mobilidade e área de vida é parcial ou inexistente.

Uma possibilidade é definir o raio de *buffer* utilizando um valor de distância orientado pelos próprios dados de ocorrência geográfica. A técnica da proximidade média utiliza a distância geográfica entre os pontos de entrada, assim como na teoria dos grafos, para obter uma medida de raio (Rapoport; Monjeau, 2001). A execução completa da técnica consiste em cinco passos: 1) obter uma árvore de distância mínima geográfica entre os pontos, que é a distância entre dois pontos vizinhos mais próximos; 2) medir as distâncias entre os pontos da árvore de distância mínima e calcular a distância média entre os pontos; 3) os pontos separados pela distância de duas médias ou mais são segregados (disjuntos); 4) utiliza-se o valor de distância média entre os pontos como o raio do *buffer*; 5) calcula-se a variância, desvio padrão ou erro padrão e complementa o contorno da área adotando uma das medidas estatísticas. As técnicas de *buffer* e de proximidade média tem a vantagem de serem reproduzíveis por qualquer analista. No entanto, elas não lidam com detalhes dos contornos e limites das áreas como efeitos de fragmentação de habitats, barreiras ou corredores.

Uma técnica amplamente conhecida e reproduzível é a técnica do mínimo polígono convexo. Um polígono convexo é uma forma caracterizada por possuir todos os ângulos externos dos vértices maiores do que os ângulos internos. A consequência disso é que a forma não apresenta reentrâncias, todos os vértices são voltados para fora e configura-se como a menor forma que contém os vértices. Esta técnica simples e objetiva é utilizada para obter a “extensão de ocorrência” das espécies nos livros vermelhos de fauna e flora ameaçadas de extinção. A extensão de ocorrência da espécie, em conjunto com outros critérios e informações, é utilizada para atribuir o *status* de ameaça das espécies (IUCN, 2018). Uma variação teórica do mínimo polígono convexo é o mínimo círculo que contém todos os pontos (Rapoport; Monjeau, 2001).

O polígono mínimo convexo possui a desvantagem de, em alguns casos, inflacionar os erros de comissão e omissão. O erro de comissão (falso positivo) consiste em considerar que a espécie ocorre em localidades onde os indivíduos da espécie estão ausentes. Este caso de erro ocorre quando um mínimo polígono convexo é desenhado

com poucos pontos de ocorrência, por exemplo, cinco pontos, e muito distantes entre si, por exemplo, um ponto na Mata Atlântica, um na Amazônia, um no México, um nos Andes e um na Patagônia. O erro de omissão (falso negativo) consiste em considerar que a espécie não ocorre em localidades onde os indivíduos da espécie estão presentes. Neste caso, porque o polígono é desenhado em cima dos pontos mais externos (vértices), qualquer localidade na periferia do ponto, mesmo na adjacência mais próxima, e que não está contida no polígono, assume-se a ausência de indivíduos naquela porção.

A técnica mais utilizada em análises quantitativas em Biogeografia e macroecologia é a técnica de quadrículas. A técnica de quadrículas consiste em gerar uma malha de quadrículas e compará-las espacialmente com os pontos de ocorrência. Considera-se que aquelas que contêm um ou mais pontos possuem a presença da espécie na área toda da quadrícula. A área de distribuição da espécie, portanto, é dada pelo conjunto de quadrículas com pontos presentes. A malha de quadrículas possui dois parâmetros importantes: a extensão geográfica e o tamanho da quadrícula. A extensão geográfica se refere à abrangência da malha no espaço geográfico. Já o tamanho da quadrícula é o tamanho da unidade normalmente dado em graus. A técnica é objetiva, simples e muito interessante, pois permite a codificação da presença e ausência em matrizes binárias (0 e 1) e a possibilidade de serem guardadas em formato texto. A desvantagem é que o tamanho das quadrículas é definido de modo arbitrário e cada tamanho de quadrícula resulta em uma diferente área de distribuição geográfica. Quadrículas relativamente pequenas tendem a gerar áreas disjuntas e muitas vezes próximas a dos pontos de entrada. Quadrículas relativamente grandes extrapolam a informação dos pontos e geram grandes áreas contínuas com pouco detalhamento geográfico, aumentando o erro de comissão. Outro ponto negativo, é que a origem ou a posição inicial da janela de quadrículas, em relação à extensão geográfica, também é arbitrária. Se a janela for deslocada longitudinalmente ou latitudinalmente em relação à extensão geográfica, o contorno final da área de distribuição será modificado. Essa técnica é apresentada no roteiro 2.

Em suma, a partir dos pontos de ocorrência geográfica é possível utilizar técnicas que gerem uma área de distribuição geográfica. As técnicas anteriormente elencadas servem para estimar, a partir de pontos unidimensionais, uma representação de polígono bidimensional. Elas lidam de formas distintas com os dados e é por isso que, com o mesmo conjunto de dados de entrada, é possível obter diferentes contornos de áreas. Não se pode afirmar que há o contorno de área mais “correto”, mas sim que há diferentes formas de estimá-los. Cada técnica apresenta vantagens e desvantagens e a escolha de cada uma deverá ser feita pelo pesquisador caso a caso, levando-se em consideração o objetivo do mapeamento e do trabalho (Raedig; Kreft, 2011; Rondinini *et al.*, 2006).

Nas atividades práticas a seguir, o estudante ou a estudante irá aprender a elaborar um mapa a partir de uma tabela com os dados primários (pontos de ocorrência georreferenciados da espécie) e a executar algumas técnicas que, a partir dos pontos, estimam áreas de distribuição geográfica (polígonos) para as espécies. Ademais, o estudante ou a estudante entrará em contato com as ferramentas básicas do programa QGIS.

1.4 Aula prática 1

Tema: Área de distribuição geográfica de uma espécie.

Objetivos: Confeccionar um mapa de distribuição geográfica em pontos e polígonos. Executar técnicas para estimar a área de distribuição geográfica usando ferramentas de SIG. Conhecer as ferramentas básicas de visualização da informação no programa.

Preparação: Criar uma pasta de trabalho com nome e caminho simples (por exemplo D:\pasta), evitando caracteres especiais e acentuação. Baixar e salvar os arquivos: https://github.com/pe-low22/sig_biogeografia/tree/main/Capitulo_1. Abrir o programa QGIS e criar um projeto novo.

Arquivos necessários:

- Mapa-múndi político = world.zip > descompactar > world.shp
- Planilha com pontos de distribuição geográfica = Ananas nanus.xls
- Arquivo com área de distribuição = Hydrochoerus.zip > descompactar > hydr_hydr_pl.shp

Ananas nanus é uma espécie de abacaxi, família das bromélias, vulgarmente chamada de abacaxi-do-mato ou miniabacaxi. É uma espécie endêmica da América do Sul.

Hydrochoerus hydrochaeris é uma espécie de roedor, família Caviidae, vulgarmente chamada de capivara ou carpincho. Também é uma espécie endêmica da América do Sul.

Exercício 1

Plotar pontos a partir de uma tabela com coordenadas geográficas

1. Acesse a pasta de trabalho, a pasta onde serão guardados os arquivos (figuras 1 e 2):

Figura 1: Indicação do painel “Navegador”

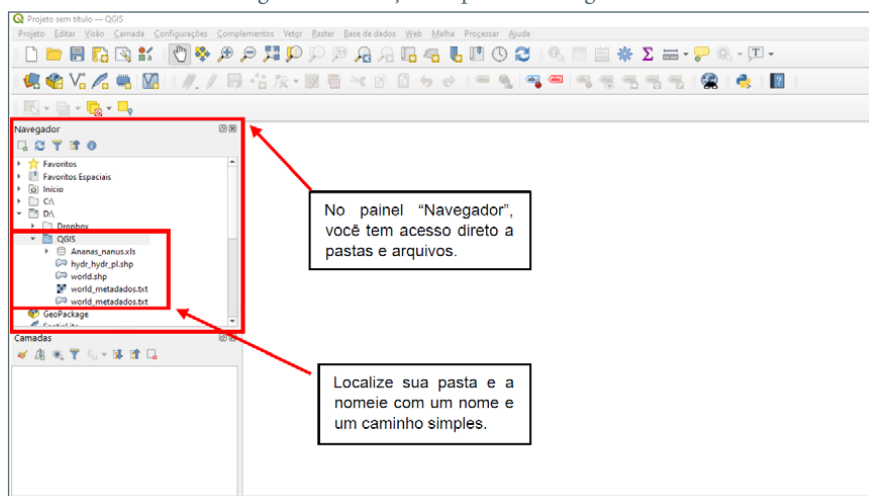
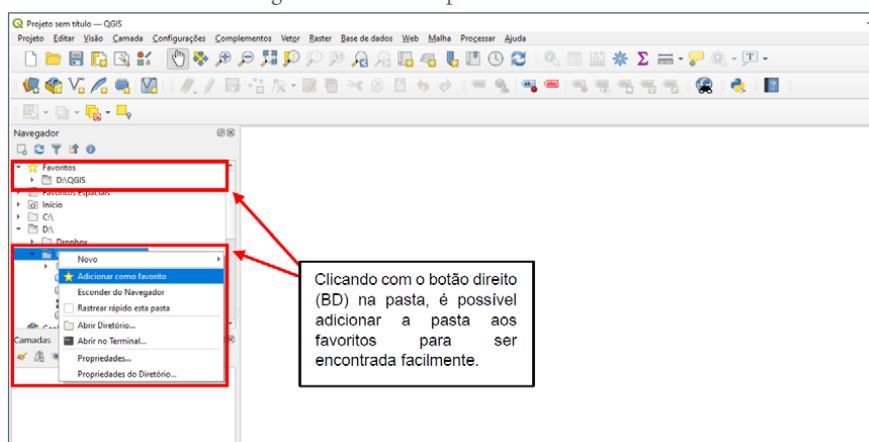


Figura 2: Adicionar pasta como favorita



2. Adicione um mapa de fundo (adicionar dados > world.shp) à View (janela de visualização, figuras 3 a 7):

Figura 3: Adicionar camada à janela de visualização do mapa

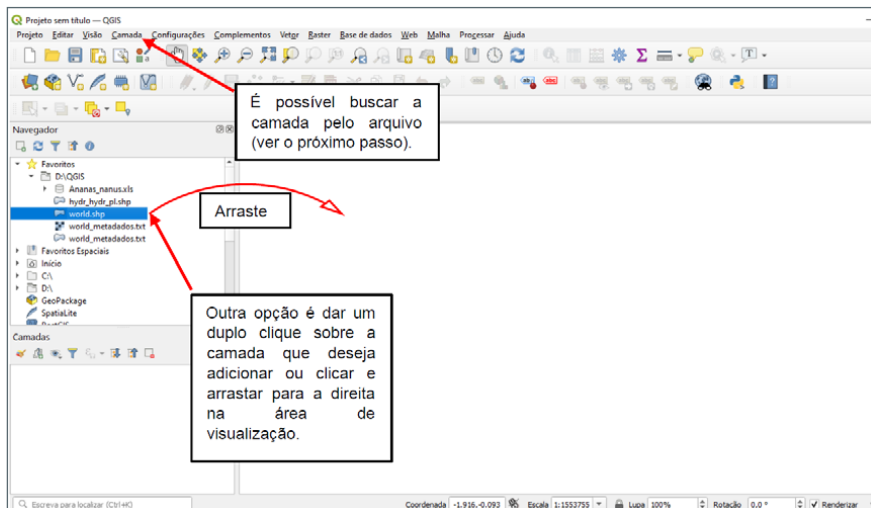


Figura 4: Adicionar camada pela barra de menu

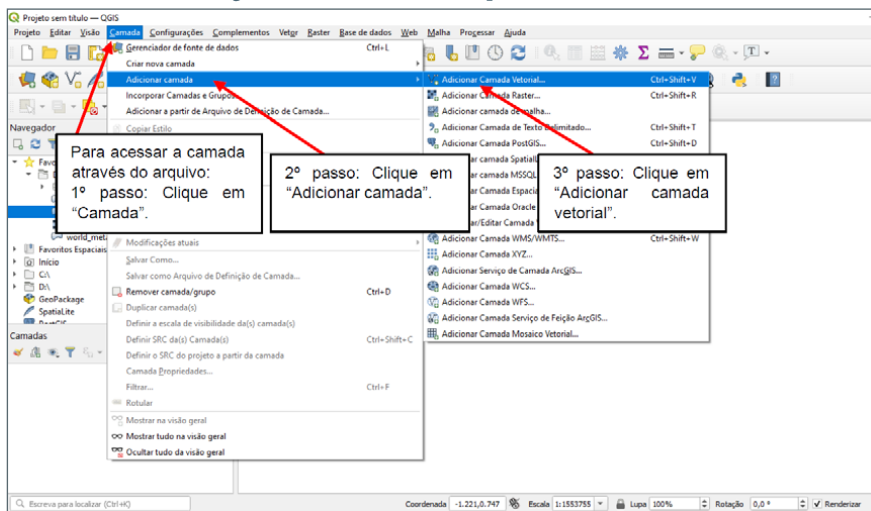


Figura 5: Indicar arquivo da camada

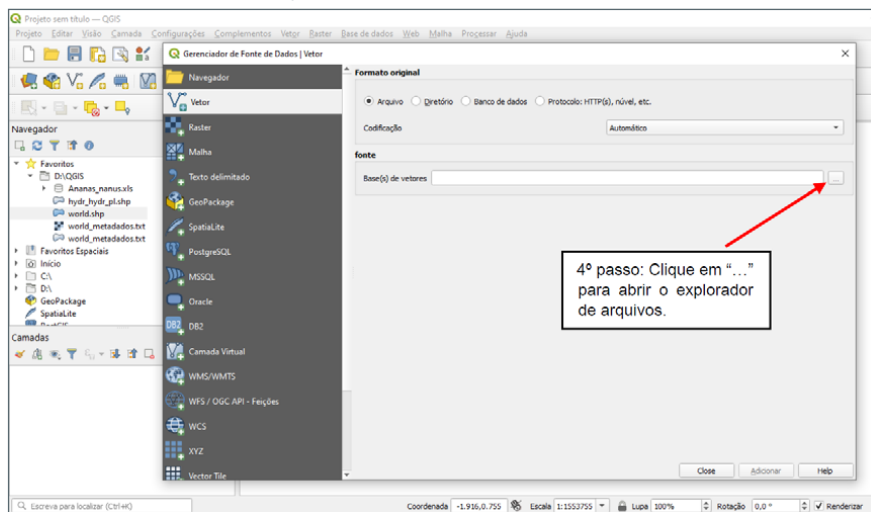


Figura 6: Indicar arquivo com a extensão .shp

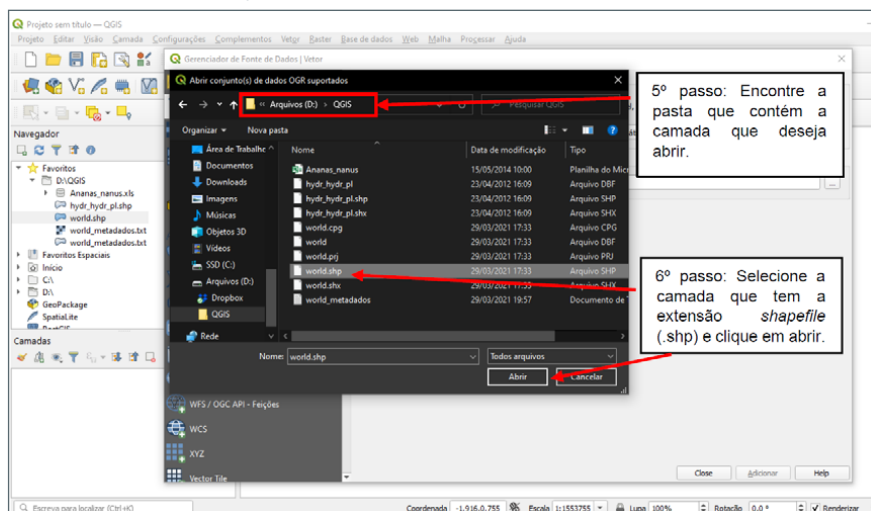
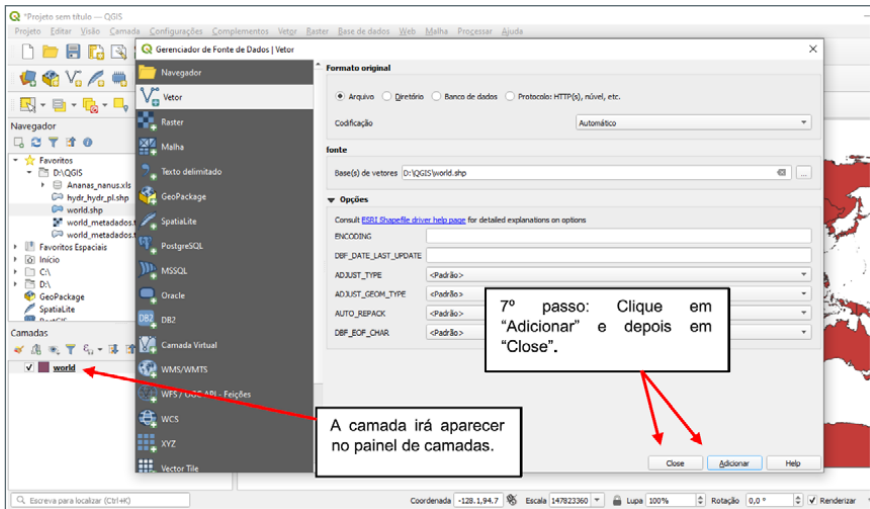
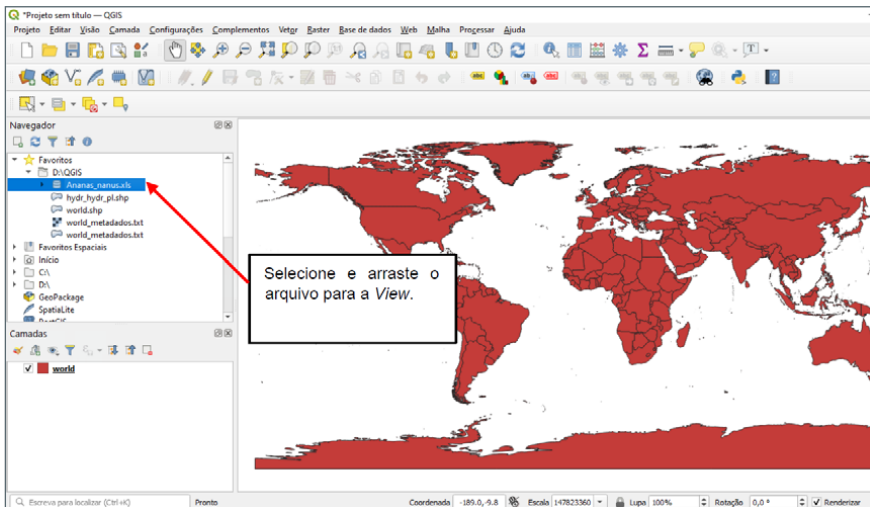


Figura 7: Adicionar o *shapefile* selecionado à visualização do mapa



3. Adicione a tabela com os pontos de ocorrência da espécie de *Ananas* (figura 8):

Figura 8: Adicionar a tabela



4. No painel de camadas, abra a tabela de *Ananas* e inspecione a tabela (figuras 9 e 10):

Figura 9: Abrir tabela de atributos da tabela

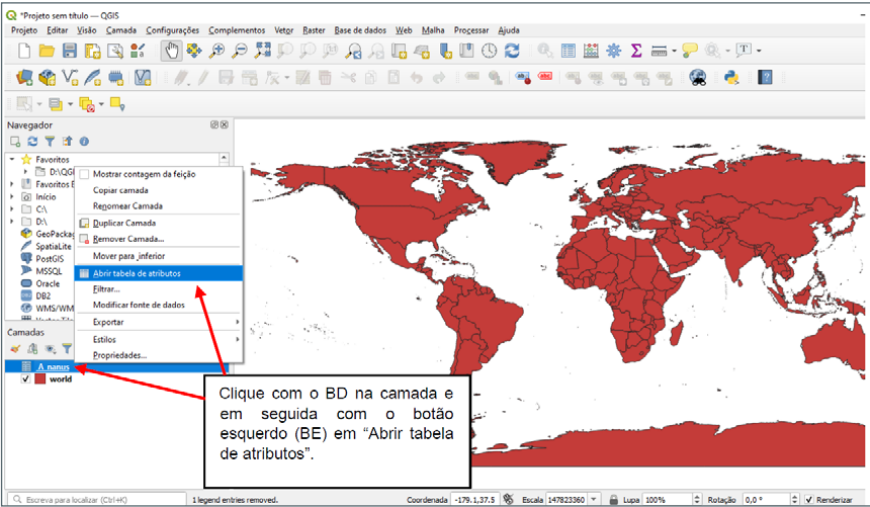
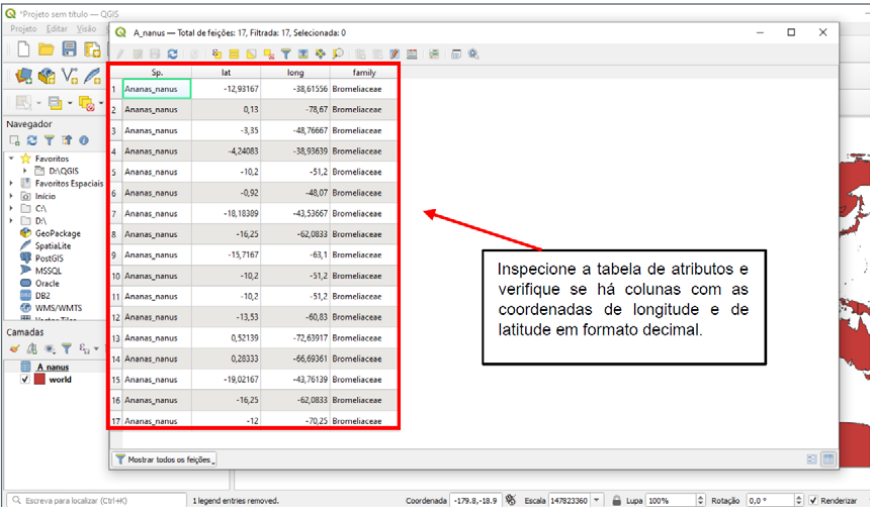


Figura 10: Inspecionar a tabela de atributos



5. Antes de plotar os pontos da tabela no mapa é necessário que a tabela esteja em outro formato, “valor separado por vírgula” (.csv). Exporte a tabela que está no formato “.xls” para “.csv” (figuras 11 a 16):

Figura 11: Salvar tabela em formato de valores separados por vírgula (.csv)

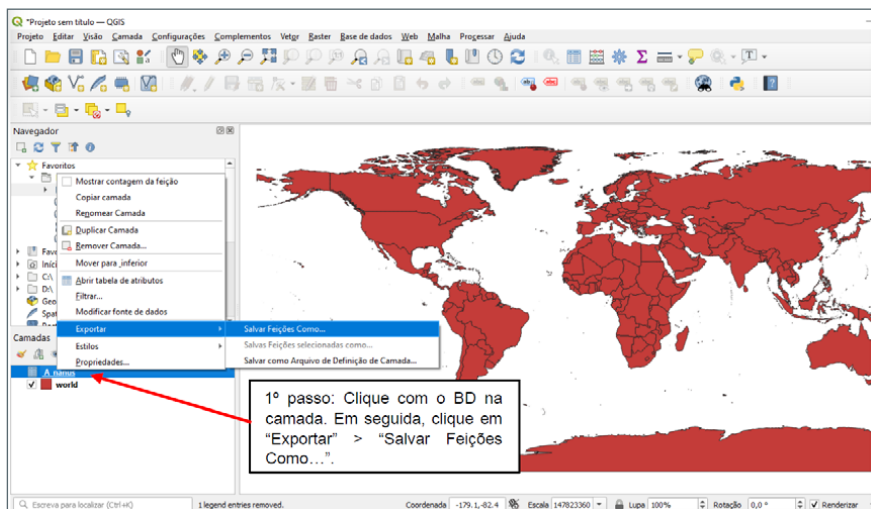


Figura 12: Salvar tabela como CSV

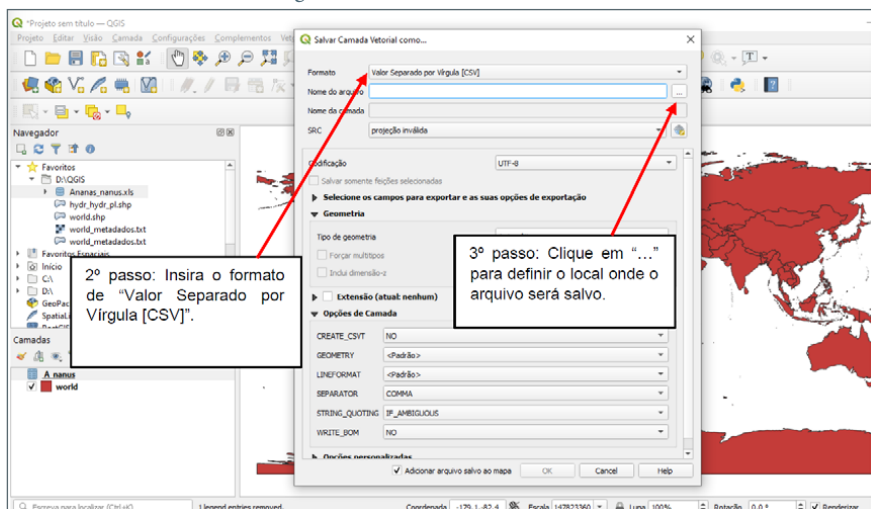


Figura 13: Salvar tabela na pasta de trabalho

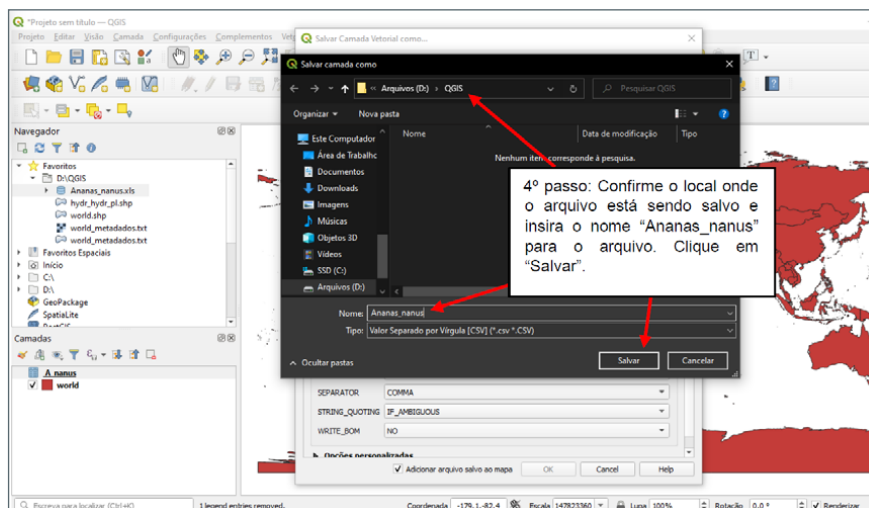


Figura 14: Indicar sistema de referência de coordenadas da tabela

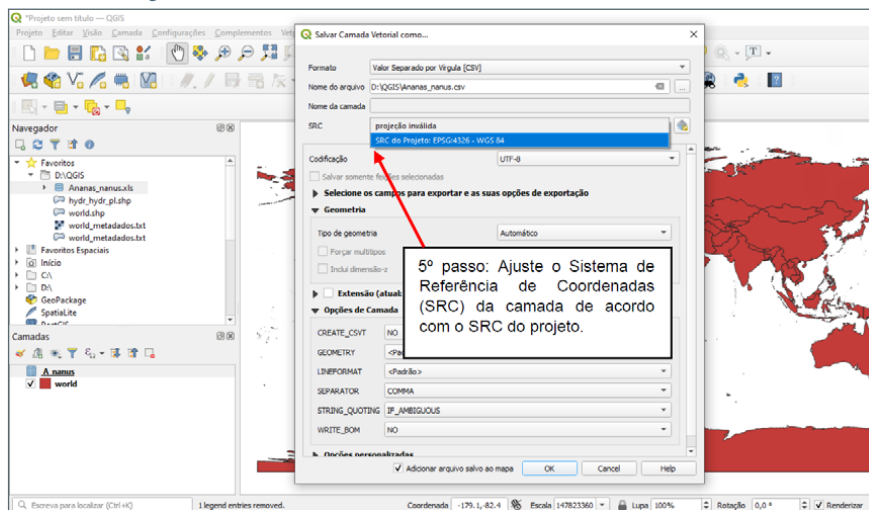


Figura 15: Definir tipo de geometria

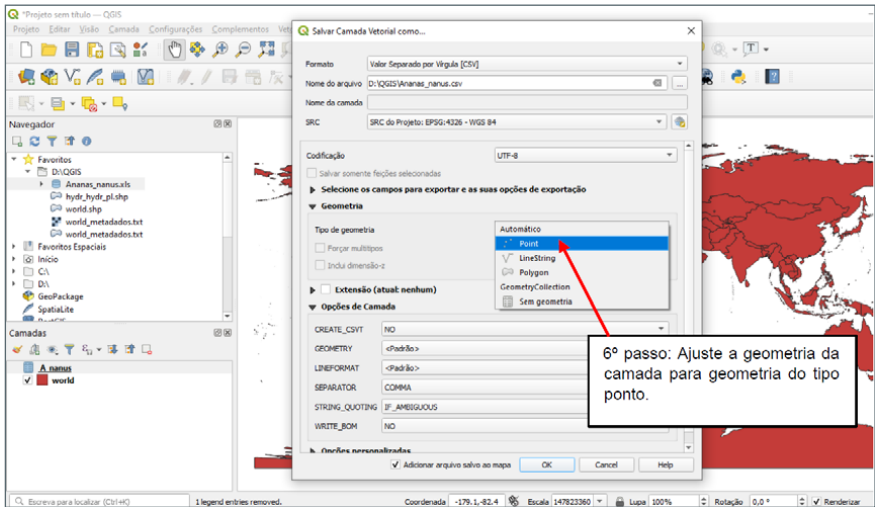
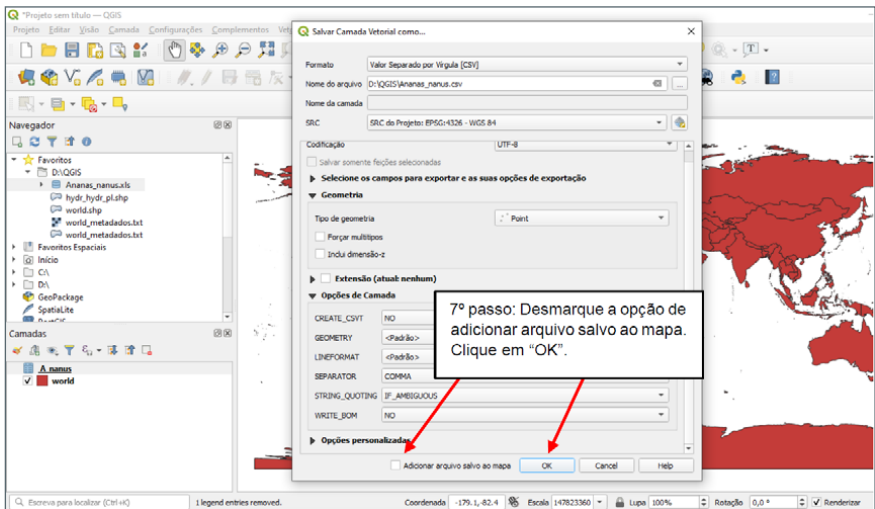


Figura 16: Salvar tabela como CSV sem adicionar o arquivo ao mapa



6. Adicione a tabela no formato “.csv” e plote o mapa (figuras 17 a 21):

Figura 17: Adicionar a tabela CSV ao painel de camadas

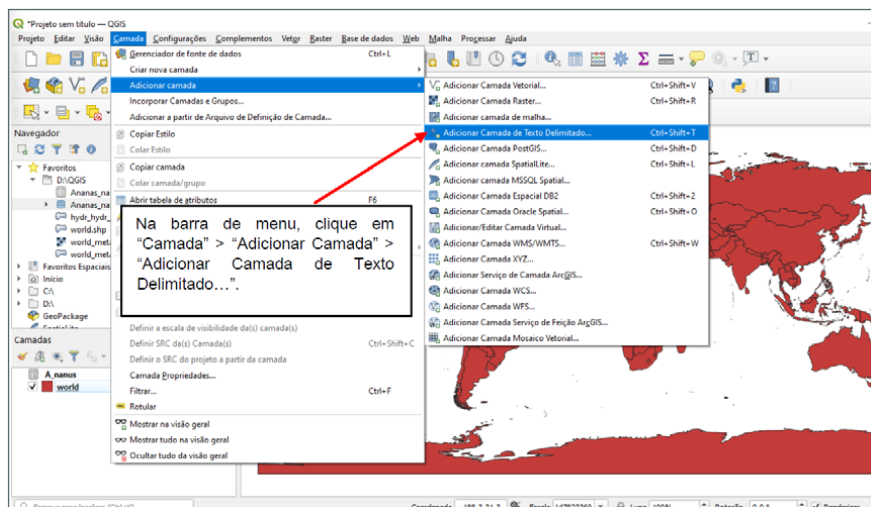


Figura 18: Indicar o arquivo da tabela CSV

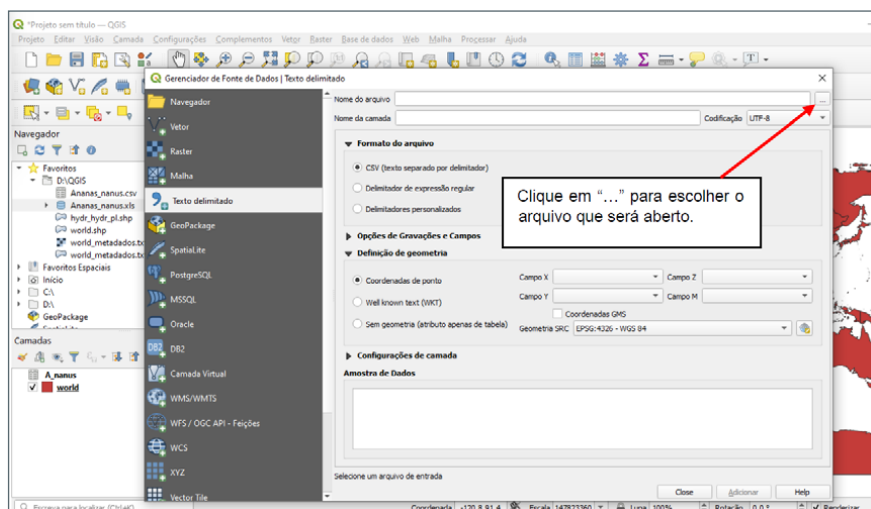


Figura 19: Indicar e abrir o arquivo .csv

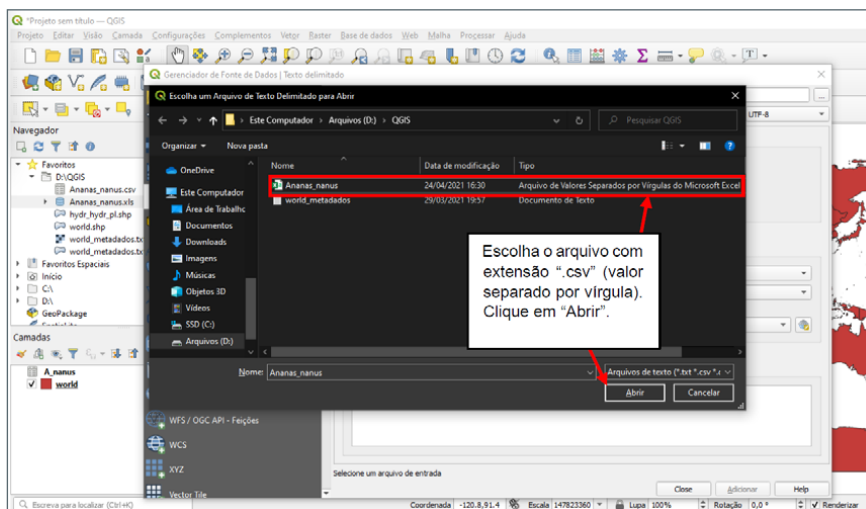


Figura 20: Indicar os campos da tabela que correspondem às coordenadas

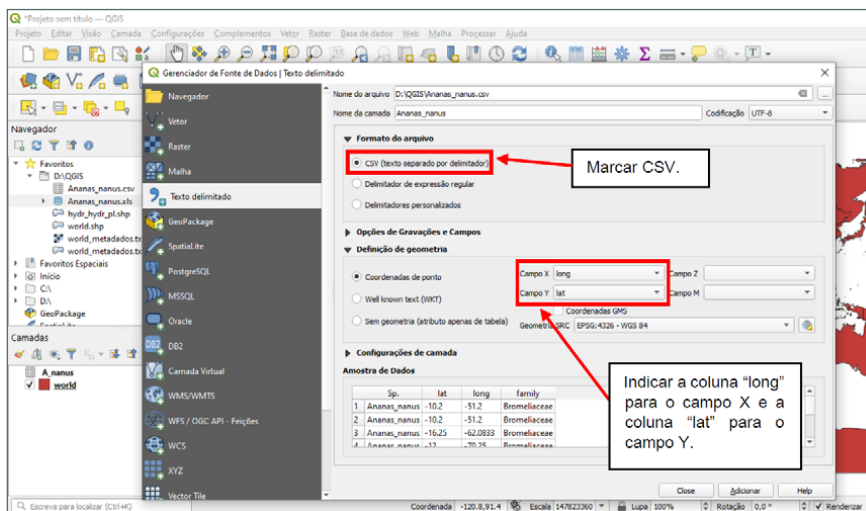
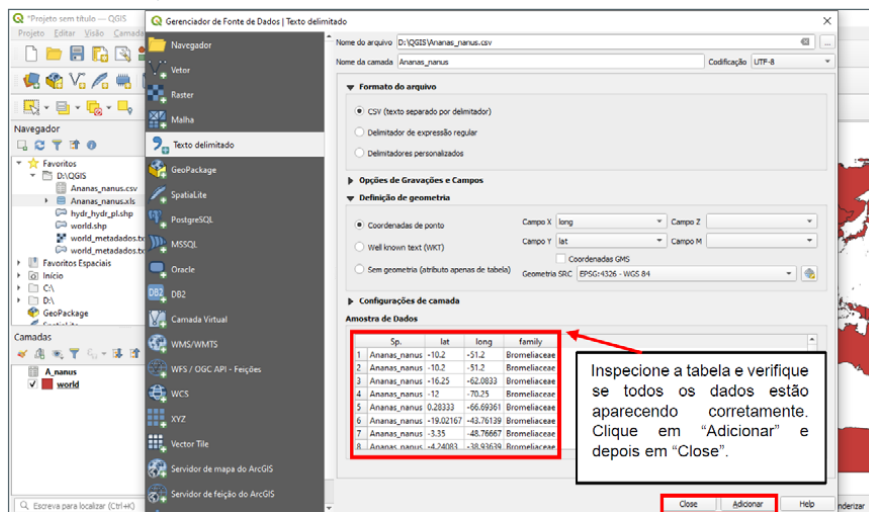


Figura 21: Inspeccionar a amostra de dados e adicionar a camada



7. A camada de pontos plotadas a partir da tabela é instável. Por isso, há a necessidade de salvar a tabela plotada em um arquivo *shapefile* de pontos (figuras 22 a 26):

Figura 22: Guardar a tabela plotada como *shapefile* de pontos

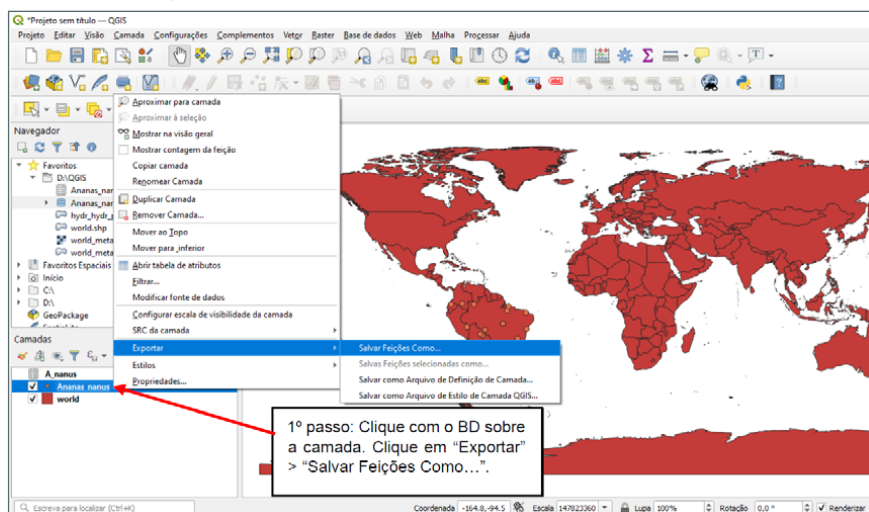


Figura 23: Salvar camada vetorial como *shapefile* de pontos

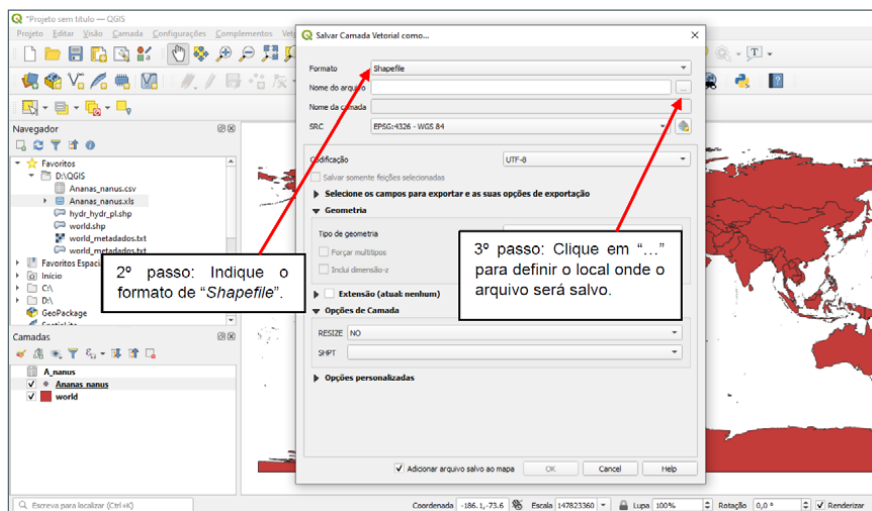


Figura 24: Guardar o *shapefile* na sua pasta de trabalho

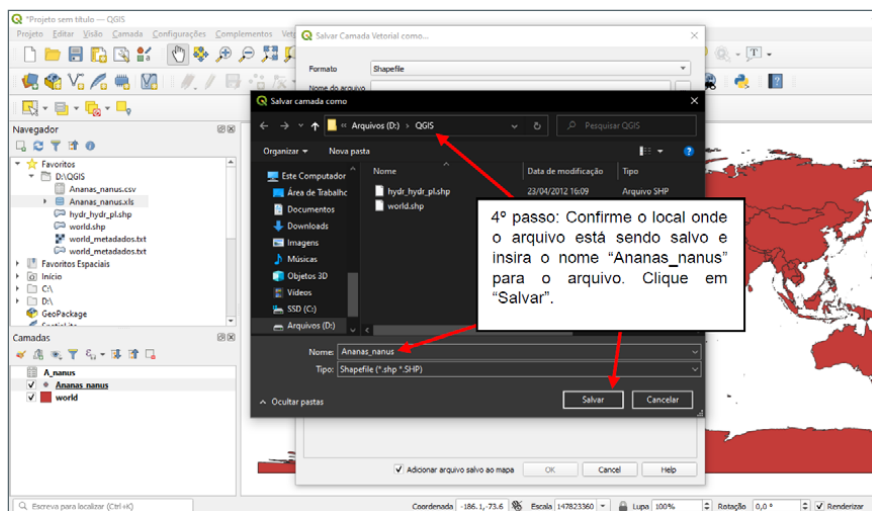


Figura 25: Configurar os parâmetros para guardar o *shapefile*

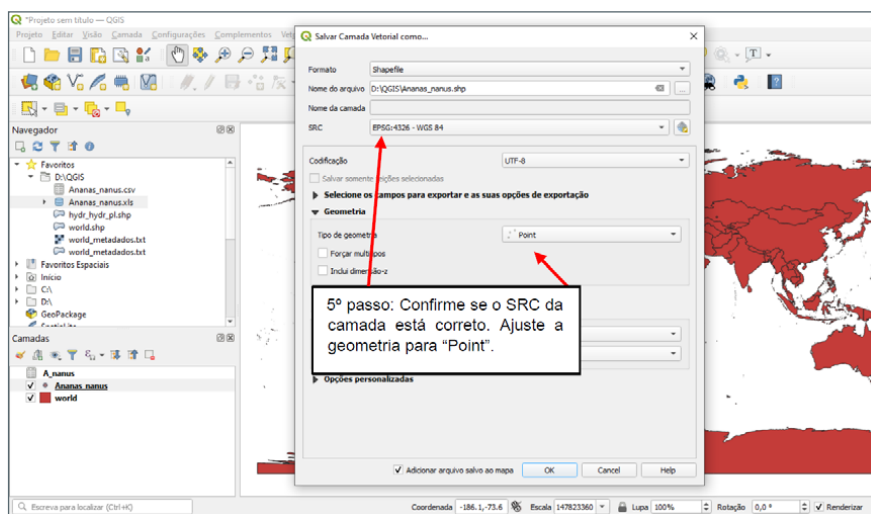
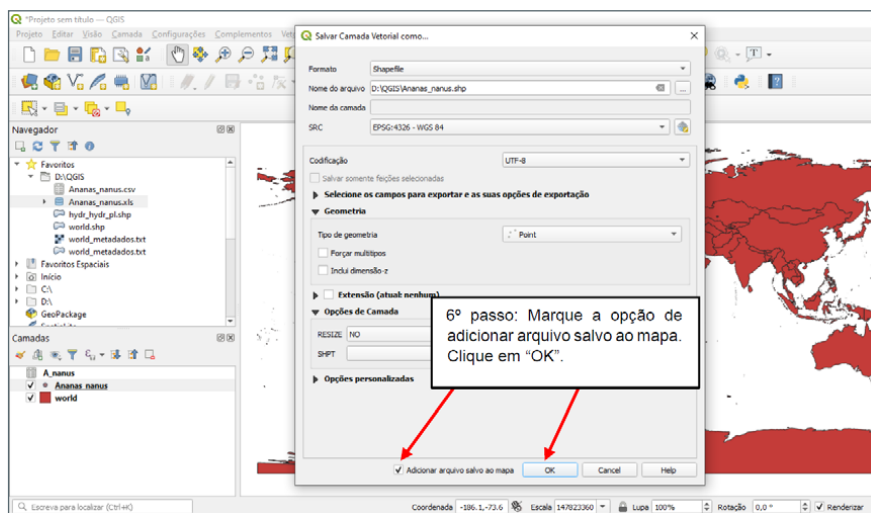


Figura 26: Adicionar o *shapefile* ao mapa e finalizar



8. Remover do painel de camadas a tabela e camada da tabela plotada e mantenha apenas o *shapefile* de pontos (figuras 27 a 29):

Figura 27: Verificar as propriedades da camada

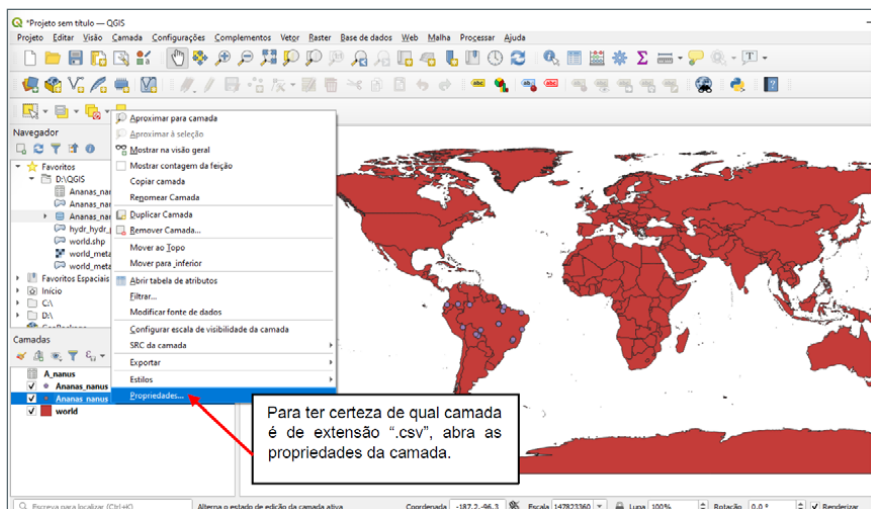


Figura 28: Nas propriedades do arquivo, verificar a sua extensão

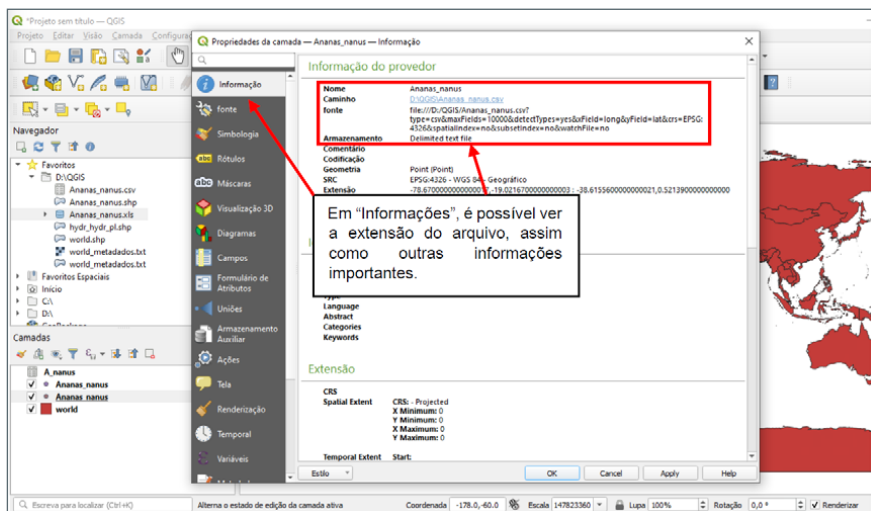
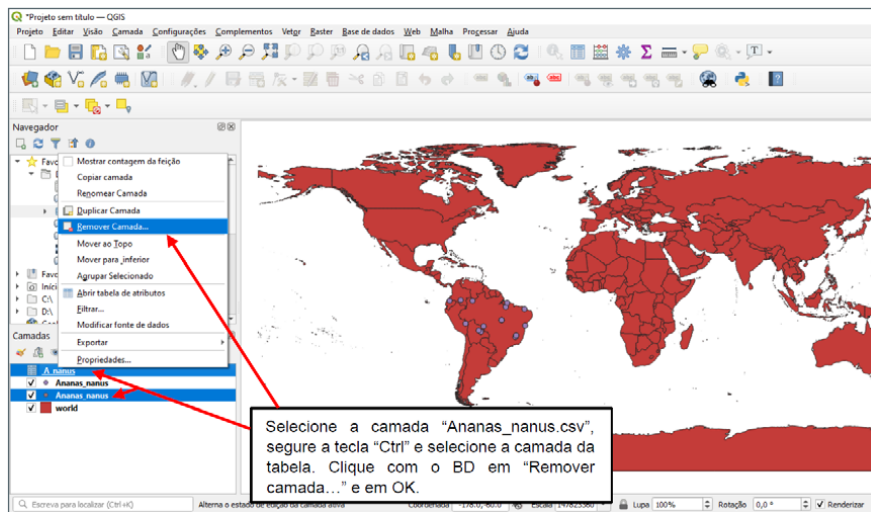


Figura 29: Remover a camada do painel

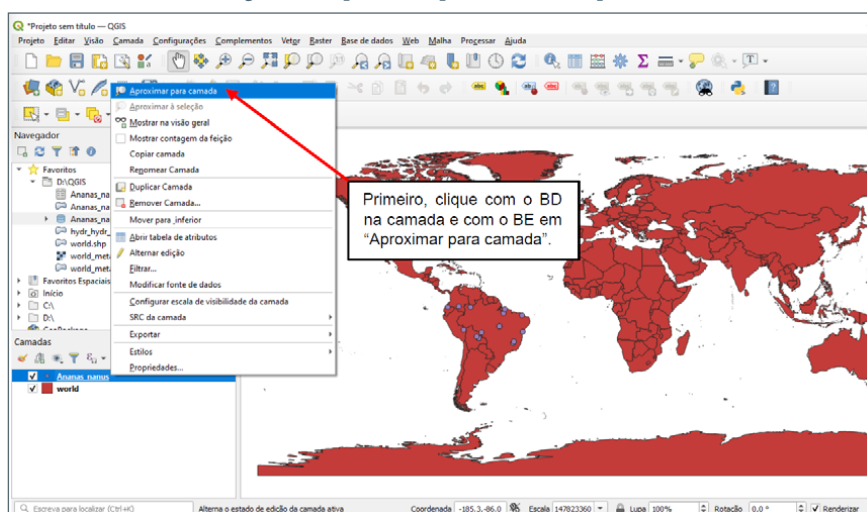


Exercício 2

Ferramentas básicas do programa

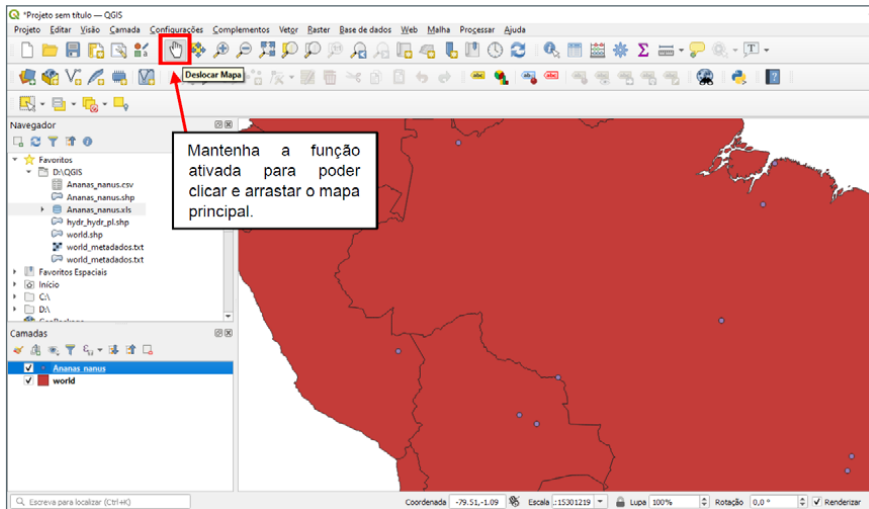
1. Enquadrar a camada de pontos de distribuição geográfica na visualização (figura 30):

Figura 30: Aproximar para camada de pontos



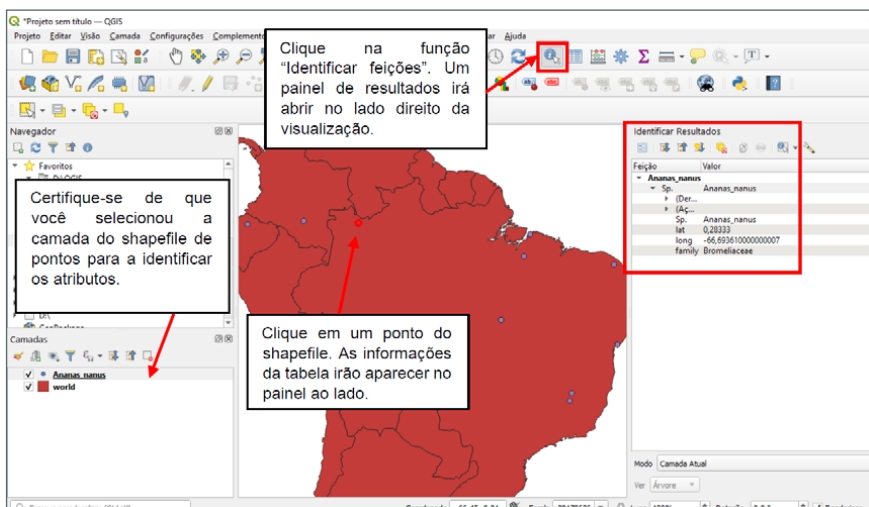
2. Explorar a visualização do mapa (figura 31):

Figura 31: Navegar pela visualização, ferramenta de deslocar mapa



3. Identificar os atributos na tabela de um ponto (figura 32):

Figura 32: Identificar os atributos de uma camada ao clicar no mapa



4. Mudar a cor do mapa de fundo para transparente (figuras 33 a 35):

Figura 33: Selecionar a camada e abrir o menu de opções da camada

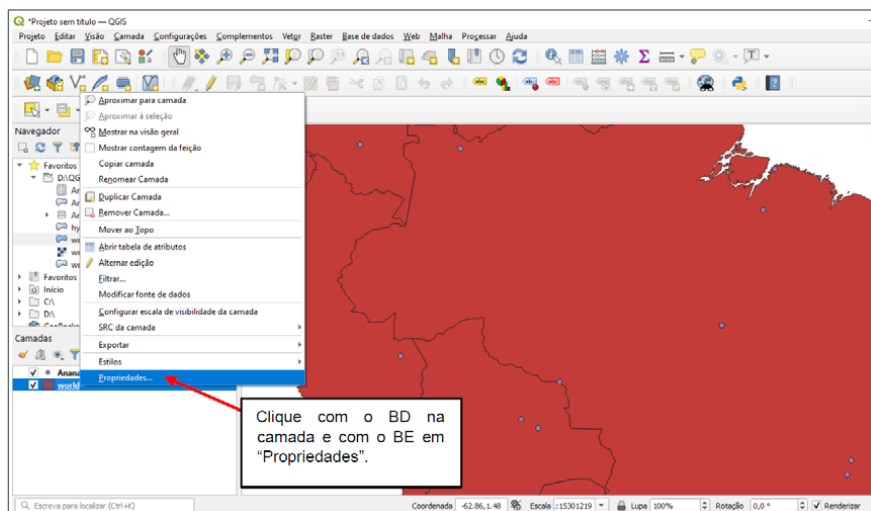


Figura 34: Janela de propriedades da camada, aba simbologia

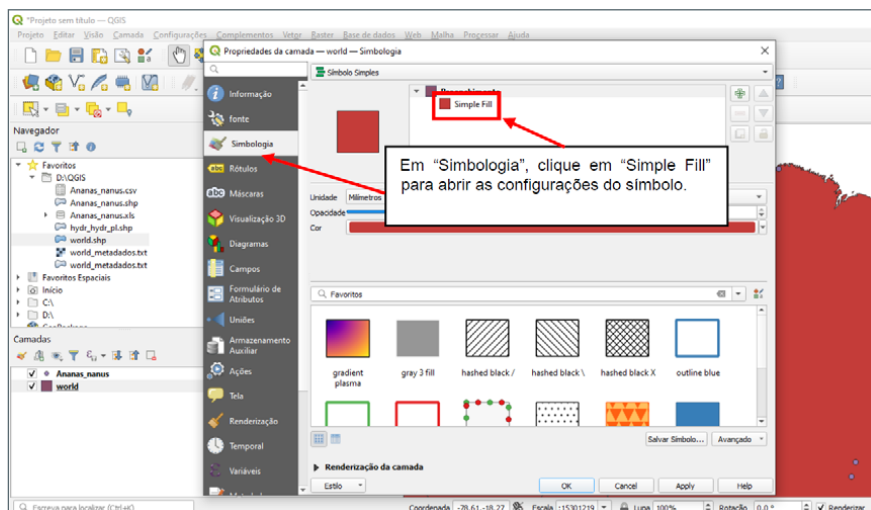
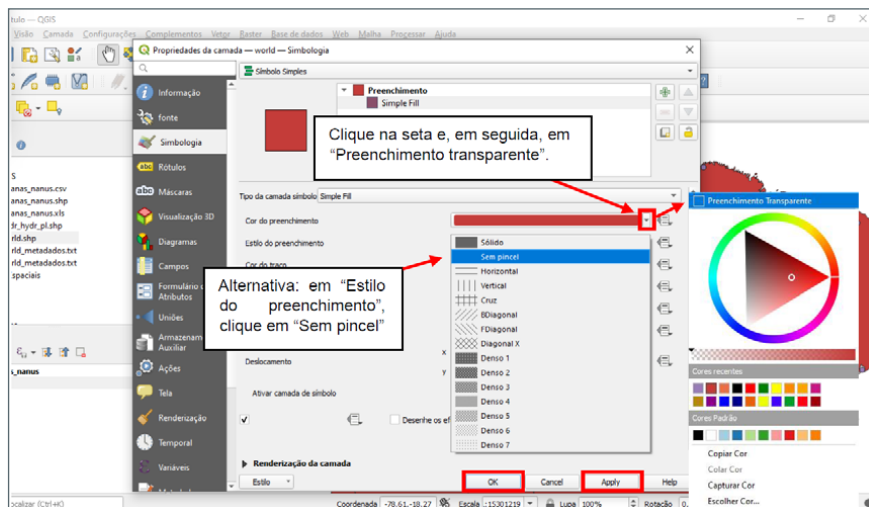
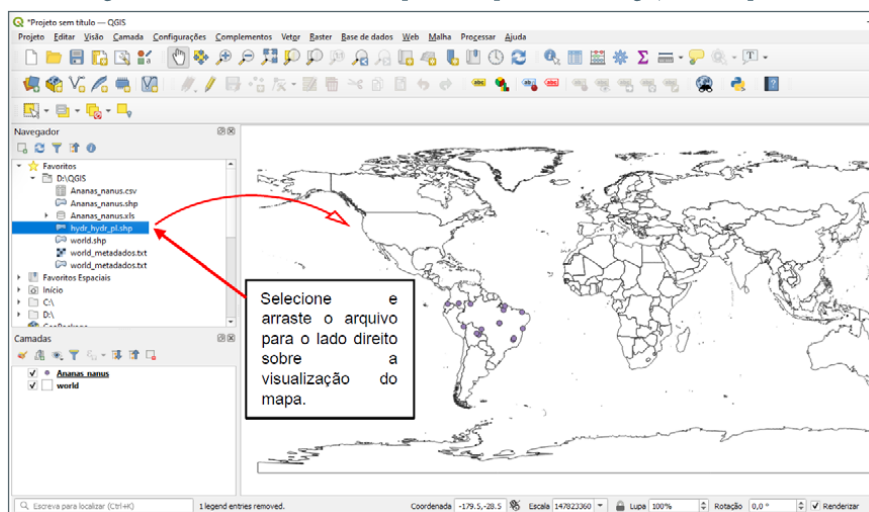


Figura 35: Mudar a simbologia da camada



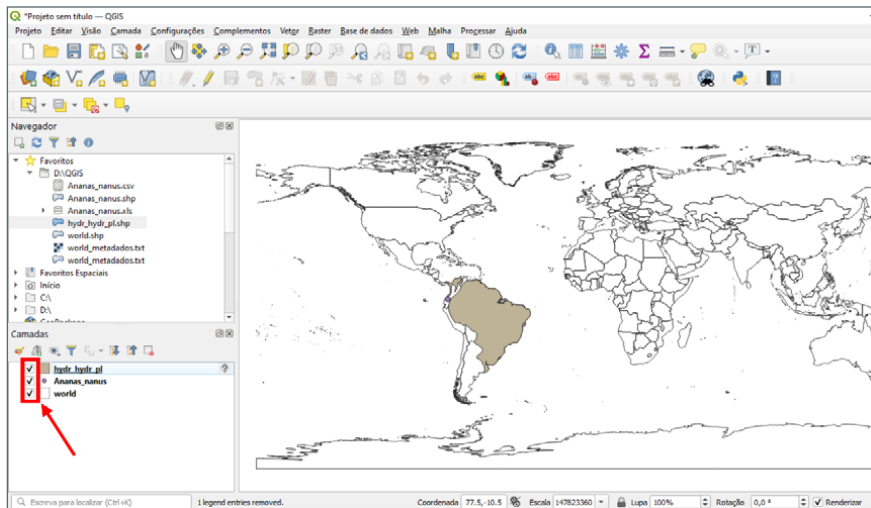
5. Adicionar a área de distribuição da capivara, arquivo hydr_hydr_pl.shp (figura 36):

Figura 36: Adicionar a camada a partir do painel de navegação de arquivos



6. No painel de camadas, ligue (ou desligue) a camada para mostrá-la (ou não) na visualização do mapa (figura 37):

Figura 37: Ligar ou desligar camadas para montar a visualização



7. No painel de camadas, selecione a área de distribuição da caviara (*hydr_hydr_pl.shp*) e arraste a camada para o topo da lista, mudando a ordem das camadas.

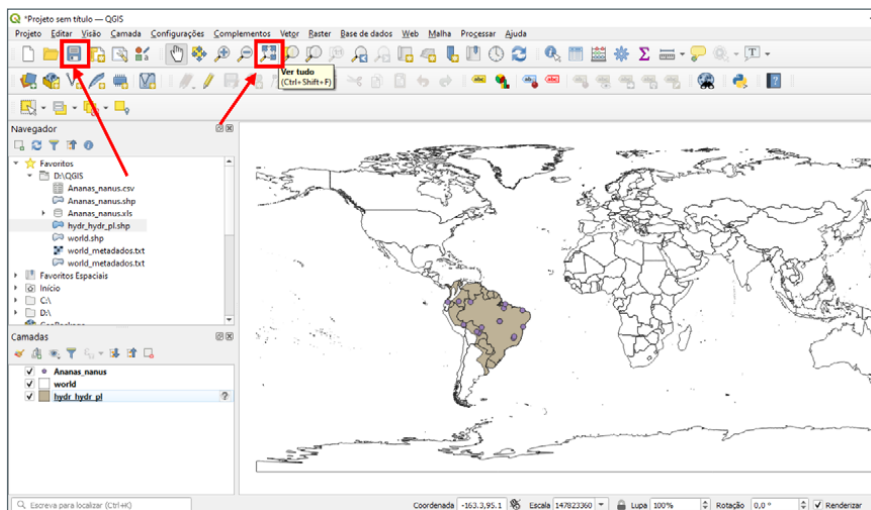
8. No painel de camadas, selecione o mapa político (*world.shp*) e o arraste para o topo da lista de camadas.

9. No painel de camadas, selecione os pontos de ocorrência da bromélia *Ananás* e arraste a camada para o topo da lista.

10. Visualize toda a extensão do mapa usando a ferramenta “Ver tudo” (figura 38).

11. Salve o projeto (formato .qgz) em sua pasta de trabalho (figura 38).

Figura 38: Visualizar toda a extensão do mapa e guardar o projeto



Importante: Nos próximos exercícios, as ferramentas para gerar as áreas de distribuição irão funcionar somente se a camada de pontos estiver no formato *shapefile*. Caso a camada não esteja no formato, retorne ao exercício 1, passo 7, Figura 22: Guardar a tabela plotada como shapefile de pontos.

Exercício 3

Área de distribuição – criar mínimo polígono convexo

1. Para os pontos da bromélia, criar o mínimo polígono convexo (figuras 39 a 42):

Figura 39: No menu “Processar”, abrir a caixa de ferramentas

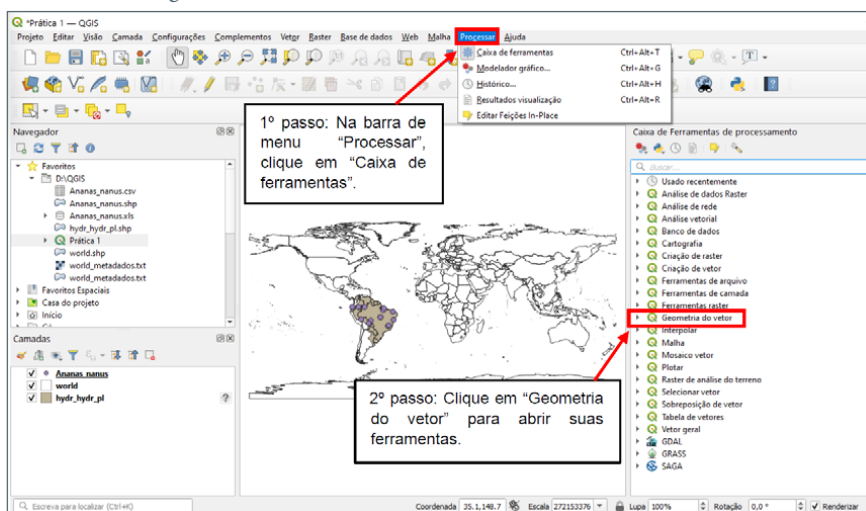


Figura 40: Em geometria do vetor, localizar “Limite mínimo da geometria”

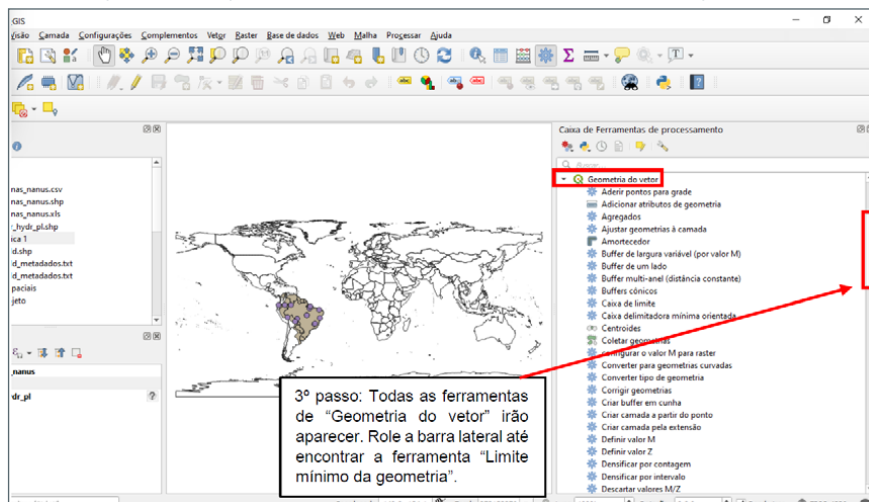


Figura 41: Configurar os parâmetros da ferramenta

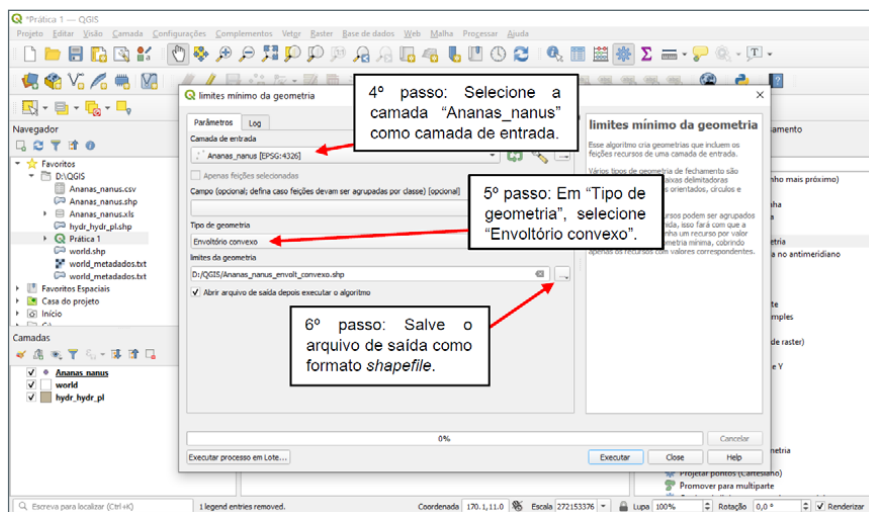
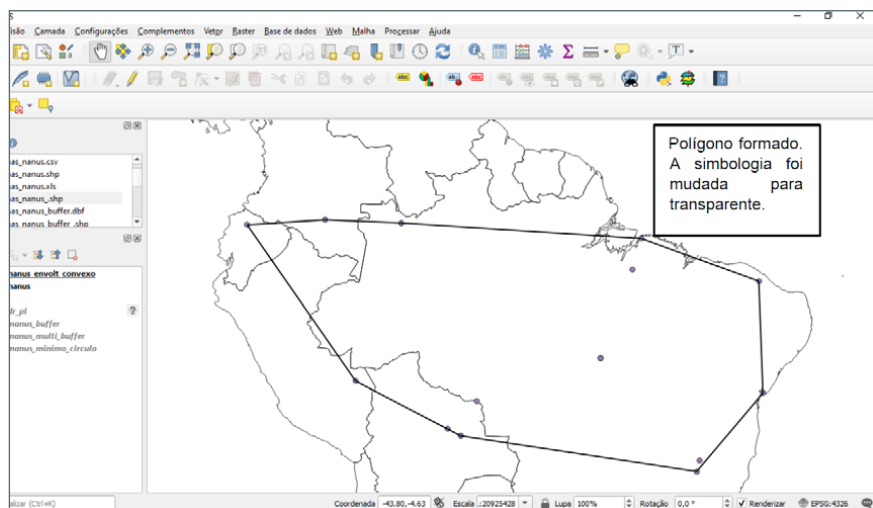


Figura 42: Visualização do polígono mínimo convexo



Exercício 4

Área de distribuição – criar mínimo círculo

1. Para os pontos da bromélia, criar o mínimo círculo (figuras 43 e 44):

Figura 43: Configuração da ferramenta “Limites mínimo da geometria”

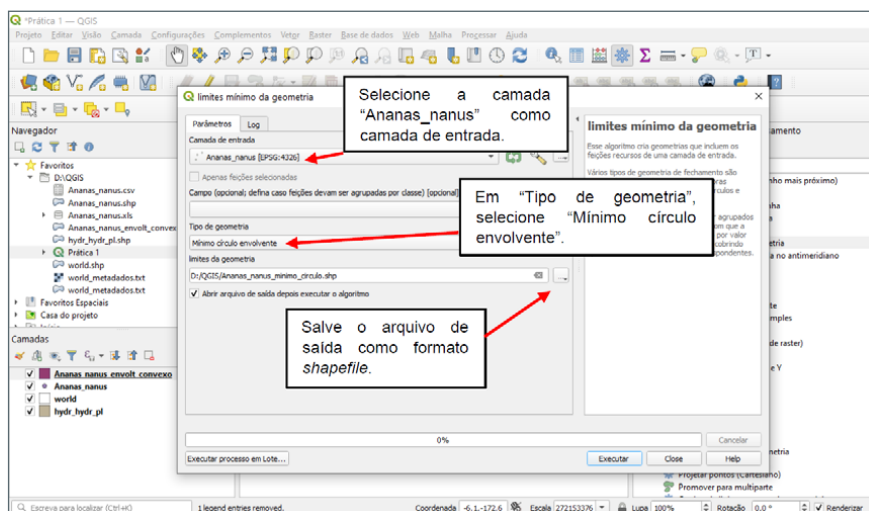
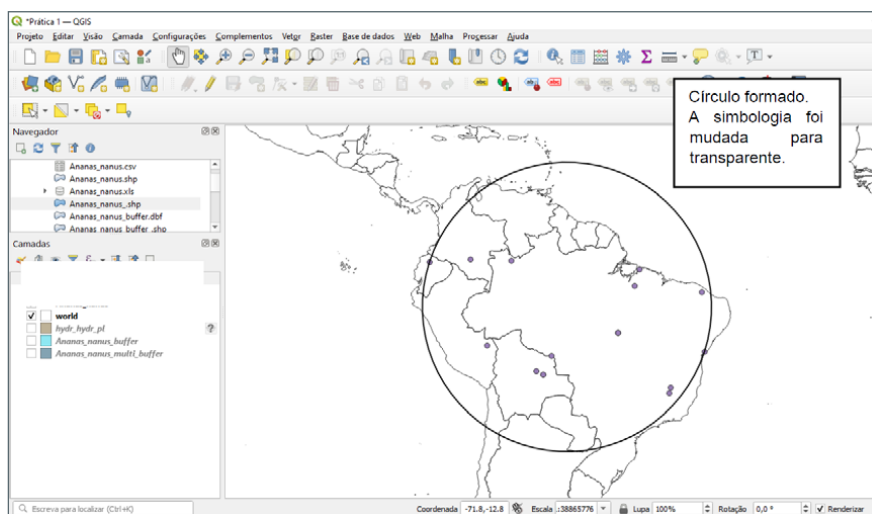


Figura 44: Mínimo círculo que contém todos os pontos



Exercício 5

Área de distribuição – criar área de buffer (zona tampão)

1. Para os pontos da bromélia, criar polígono de entorno de 1º de distância (figuras 45 e 46):

Figura 45: Abrir a ferramenta “Amortecedor”

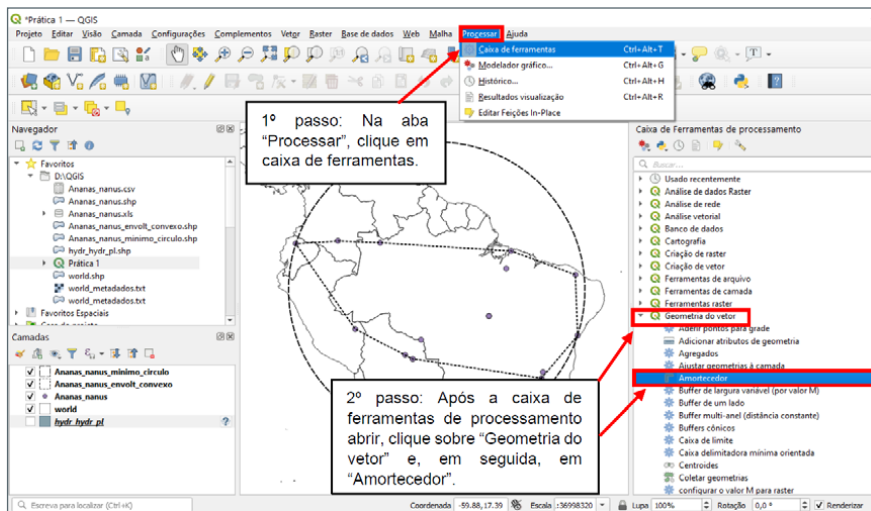
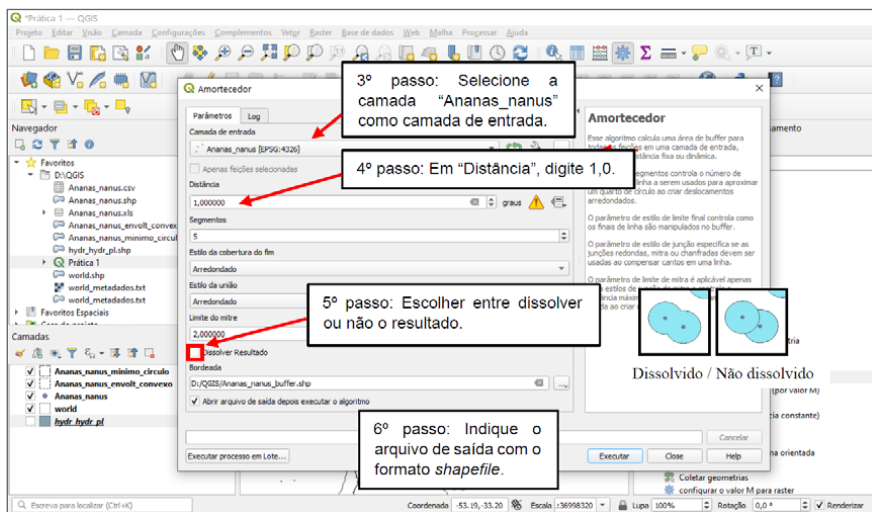


Figura 46: Configurar a ferramenta “Amortecedor” para o raio de 1 grau



Para os pontos da bromélia, criar distribuições circulares concêntricas com os raios de 2 e 4 graus para cada ponto (figuras 47 a 49).

Figura 47: Abrir ferramenta “Buffer multi-anel (distância constante)”

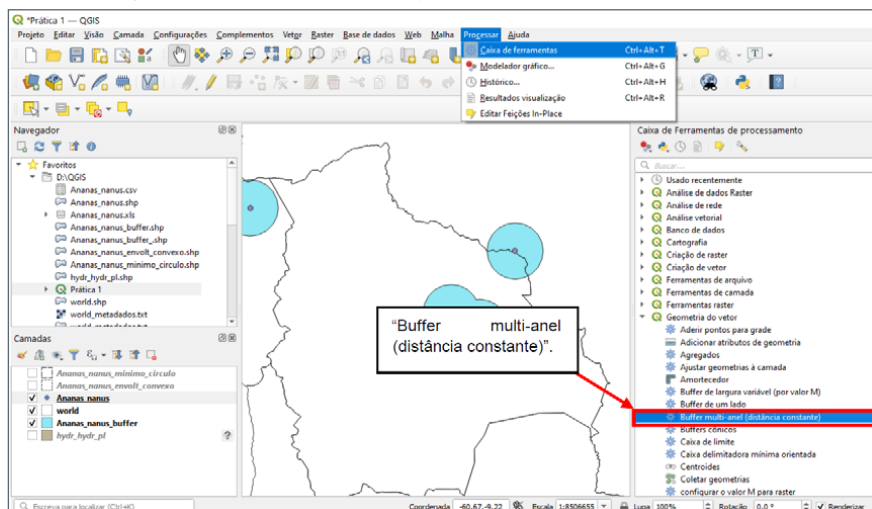


Figura 48: Configurar a ferramenta “Buffer multi-anel”

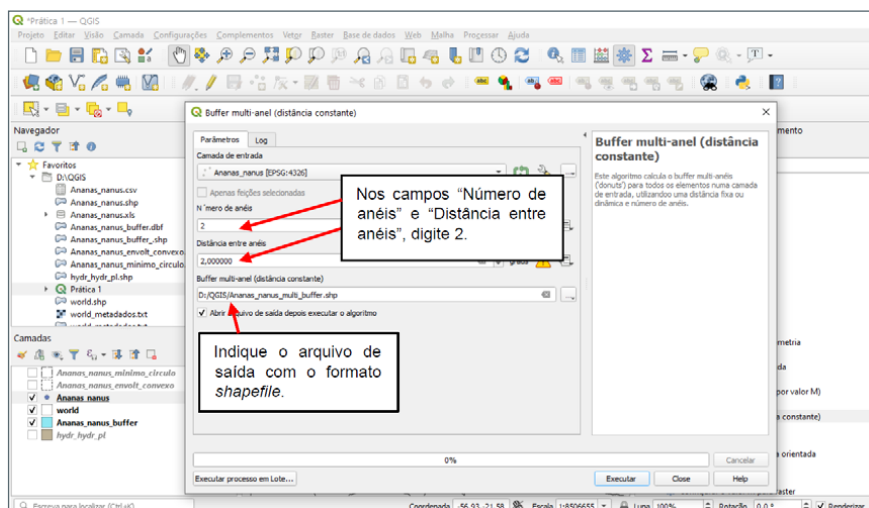
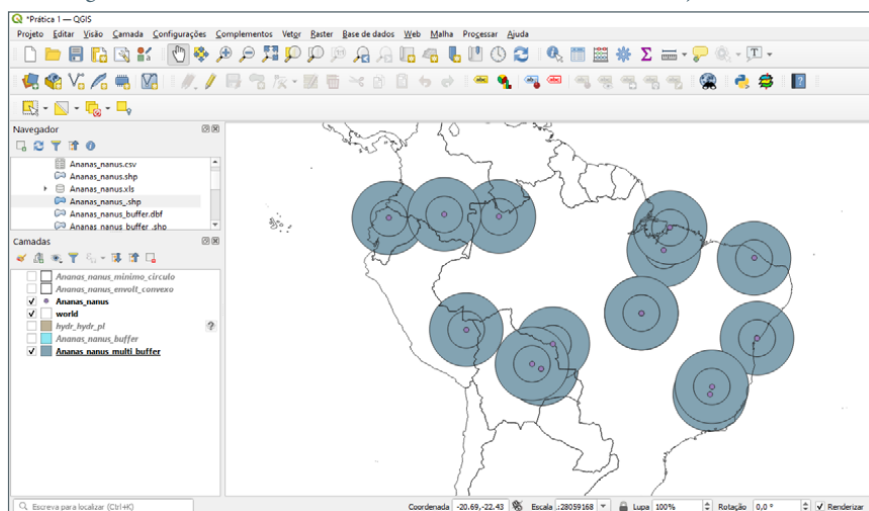


Figura 49: Pontos de ocorrência da bromélia e áreas de distribuição multi-anel



1.5 Considerações finais

Nesta aula prática, o estudante ou a estudante teve contato com dados primários de ocorrência de uma espécie (tabela) e aprendeu a mapear os registros. Esse exercício de mapeamento é importante para a compreensão da origem dos dados e da montagem de um mapa de pontos de ocorrência. Nos exercícios foram abordadas três técnicas e suas variações para transformar os pontos de ocorrência em área de distribuição geográfica: mínimo polígono convexo; mínimo círculo; e zona tampão (amortecimento, *buffer*) simples e multi-anel. Essas técnicas mostram como, a partir dos pontos, é possível obter diferentes estimativas de área de distribuição geográfica e ainda propiciam a discussão sobre as vantagens e desvantagens de cada técnica. A técnica de quadrículas será apresentada na próxima prática.

2.

Analizando dados tabulares e espaciais

Em um mapa-múndi político é possível observar o contorno dos continentes e dos países. O mapa é uma representação espacial e visual e a partir dele visualizamos as proximidades, os limites e as distâncias geográficas. Por outro lado, as feições no mapa não mostram informações que não sejam espaciais, como o tamanho da população, o Produto Interno Bruto (PIB) ou a taxa de alfabetização de cada país. Essas informações podem estar presentes em tabelas vinculadas às geometrias do mapa e que, por consequência, poderão ser usadas em descrições e análises espaciais. O arquivo que contém as geometrias associadas a uma tabela é chamado de *shapefile* (Esri, 1998). Neste capítulo veremos as características desse tipo de formato, quando utilizá-lo, como explorar as informações de sua tabela e as relações espaciais de suas geometrias.

2.1 Os arquivos *shapefile*

O *shapefile* não é o formato de apenas um arquivo, mas sim de um conjunto de arquivos. Ele é composto por, pelo menos, três arquivos: a geometria, cuja extensão do nome do arquivo é “.shp”; o índice da geometria, “.shx”; e a tabela de atributos, “.dbf”. O nome do arquivo que antecede cada uma das extensões deve ser igual para todos os arquivos – por exemplo, world.shp, world.shx e world.dbf

– e eles devem estar sempre juntos na mesma pasta de trabalho. O arquivo de geometria (.shp) apresenta um conjunto de coordenadas espaciais vetoriais e pode ser de três tipos básicos: ponto, linha ou polígono. Ao se criar um *shapefile* será necessário indicar um dos três tipos e, uma vez criado, não se pode mudá-lo. O arquivo de tabela (.dbf) é onde os dados não espaciais do conjunto do *shapefile* podem ser armazenados. Nesse caso, cada coluna da tabela será um campo de variável e cada linha uma ocorrência (assim como descrito no capítulo 1). No caso de um *shapefile* do mapa-múndi político (polígono), nessa tabela poderia constar, para cada país (linha), o nome, o tamanho da população, o PIB etc.

2.2 Dados categóricos

A utilização dos dados no formato *shapefile* é recomendada quando se trata de uma variável categórica. A variável categórica é um tipo de variável que pode ser usada para representar os dados nos quais há um finito número de valores possíveis ou categorias. As categorias normalmente são não numéricas e são usadas para descrever alguma qualidade ou característica dos dados. No contexto da Biogeografia, o *shapefile* de pontos é utilizado para armazenar os pontos de ocorrência das espécies, com seus nomes, localidade, data de coleta, coletor etc.; o *shapefile* de linhas é utilizado para rios, estradas ou trilhas; e o *shapefile* de polígono para países, biomas e áreas de distribuição da espécie. As geometrias do *shapefile* podem ser em ponto, linha ou polígono e qualquer feição espacial que se encaixe em um desses três formatos pode ser representada em um *shapefile*. As variáveis contínuas, como elevação, temperatura e precipitação, são representadas de maneira mais apropriada em arquivos tipo *raster*, tema do capítulo 3.

2.3 Explorando as informações de um *shapefile* (busca por atributos na tabela)

Como foi visto, as informações não espaciais de um *shapefile* são armazenadas na sua tabela de atributos (.dbf). É possível consultá-la, fazer buscas e filtrar por valores. Uma grande vantagem em explorar a tabela no contexto dos programas em SIG é a direta vinculação do mapa com a tabela. Explicando melhor, é possível selecionar um polígono no mapa e observar os atributos daquele polígono na tabela. E é possível selecionar linhas na tabela e observar quais polígonos no mapa foram selecionados. Esse vínculo direto entre o registro na tabela com a geometria no mapa é o grande diferencial dos programas em SIG.

Para explorar as informações de um *shapefile*, é possível fazer “perguntas” para a tabela dele. Por exemplo, para o mapa-múndi político que tem um campo com os dados de “população” de cada país, pode-se perguntar: “Quantos países apresentam população inferior a um milhão de habitantes?” É evidente que o programa não irá entender a pergunta posta dessa forma. Por isso, é necessário transformá-la em uma informação processável. Isso é feito por meio de uma ferramenta de “seleção de feições por atributos”, normalmente utilizando a linguagem *Search Query Language* (SQL).

Essa linguagem trabalha com conjuntos de fatos e as relações entre eles e é muito comum na consulta e na manipulação de bancos de dados. A pergunta deve ser formada levando em conta a sintaxe exigida pela linguagem. Para elaborar uma pergunta basta definir os seguintes campos: uma variável, que é uma das colunas da tabela; um operador, que pode ser relacional (por exemplo, = ou >), comparador de texto (por exemplo, **LIKE**) ou lógico (por exemplo, **AND**); e um valor, que é o valor da variável relacionada à pergunta. No caso da pergunta “Quantos países apresentam população inferior a um milhão de habitantes?”, a sintaxe seria: “POP_EST”<1000000. A ferramenta retorna a resposta na forma de uma seleção das geometrias no mapa que atendem a consulta e da seleção das respectivas linhas (registros) na tabela.

2.4 Explorando relações espaciais entre *shapefiles* (busca espacial)

As geometrias do *shapefile* têm natureza vetorial, permitindo que operações espaciais sejam realizadas entre dois ou mais *shapefiles*. Por exemplo, é possível saber se pontos fazem intersecção com polígonos. Ou em uma pergunta aplicada: “Quais são os países em que a bromélia *Ananás* ocorre?” Nesse caso, a questão envolve dois *shapefiles*: 1) o *shapefile* de pontos de ocorrência de ananás e 2) o *shapefile* de polígonos dos países. A resposta não vem da tabela de atributos, mas da relação espacial entre ponto e polígono no espaço geográfico.

Para encaminhar esta questão utiliza-se uma ferramenta de “seleção por localização”. Para executar esta ferramenta há três parâmetros a serem indicados: o alvo de seleção, a fonte de seleção e a regra de seleção. O alvo de seleção é o *shapefile* no qual a seleção será retornada, é o *shapefile* que “dará” a resposta. Por exemplo, na pergunta “Quais são os países em que a bromélia *Ananás* ocorre?”, a resposta esperada é uma lista de países. Logo, o alvo da seleção deverá ser o *shapefile* que contém os países. A fonte de seleção é o *shapefile* que irá originar a seleção no *shapefile* alvo. No exemplo acima, a fonte de seleção é o *shapefile* de pontos de ocorrência de *Ananás*, porque a presença dos pontos irá originar a seleção. A regra de seleção (predicado geométrico) é o modo como o *shapefile* fonte originará a seleção no *shapefile* alvo. Para o exemplo acima deve-se usar a regra de “intersecção” entre os *shapefiles*. A regra a ser usada depende da pergunta que está sendo feita. Entre as regras possíveis há: contém, desunidos, igual, tocam, sobrepõem, estão dentro de, cruzam. Ainda nessa ferramenta, é possível usar a feição previamente selecionada de um *shapefile* fonte de seleção. A ferramenta retorna a resposta na forma de uma seleção das geometrias (mapa) e dos registros (tabela) do *shapefile* alvo de seleção.

Na aula prática a seguir, o estudante ou a estudante irá aprender a explorar dados não espaciais e dados espaciais utilizando as ferramentas de **seleção por atributos** e **seleção por localização**. Ele ou

ela deverá utilizar essas ferramentas para responder a um questionário de perguntas descritivas. Na sequência, o estudante ou a estudante aprenderá a executar a técnica de quadriculas para estimar a área de distribuição a partir dos pontos de ocorrência.

2.5 Aula prática 2

Temas: Dados categóricos, tabela de atributos, relação espacial.

Objetivos: Conhecer as ferramentas de seleção por atributos e seleção por localização para explorar os dados da tabela e relações espaciais de duas ou mais camadas.

Preparação: Baixar e salvar os arquivos da aula prática: https://github.com/pelow22/sig_biogeografia/tree/main/Capitulo_2

Baixar e salvar arquivo de ecorregiões da WWF (50MB):

Abrir o projeto no programa QGIS.

Arquivos necessários:

Arquivos da aula prática 1 = *world*, *ananas*, *hydrochaerus*

- Arquivo de *Philornis angustifrons* = *Philornis_angustifrons.zip*
> descompactar > *Philornis_angustifrons.shp*
- Mapa de ecorregiões = baixar¹ > descompactar > *wwf_terr_ecos.shp*

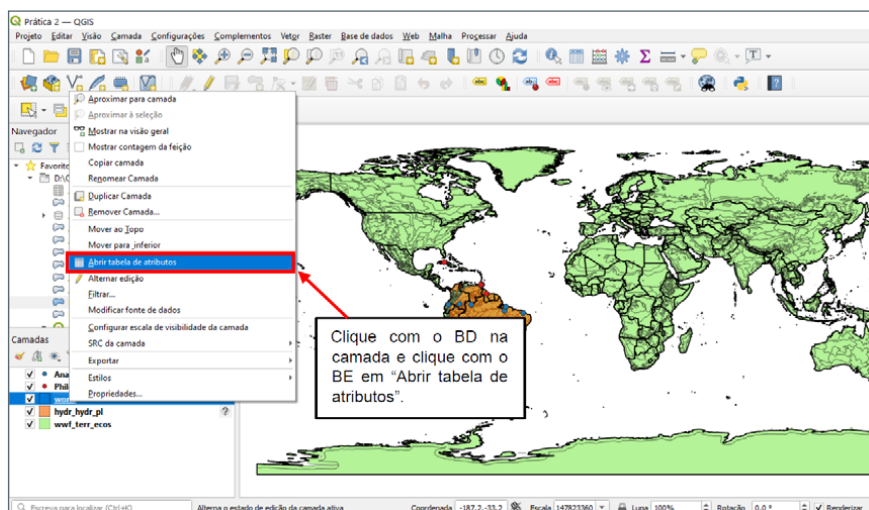
Philornis angustifrons é um inseto díptero da família *Muscidae* vulgarmente chamado de mosca. As larvas podem parasitar aves. A espécie é endêmica da América do Sul e da América Central.

Exercício 1

Explorar a tabela de atributos de um *shapefile*

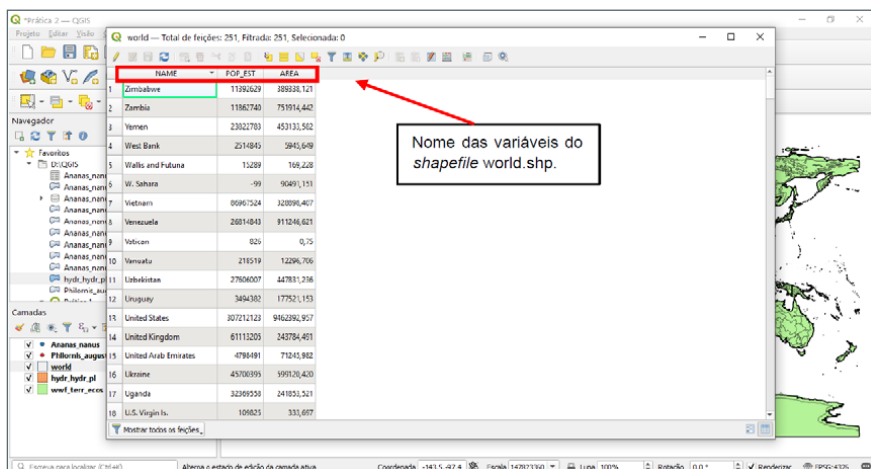
1. Inspeção a tabela do *shapefile* do mapa político (figura 50):

Figura 50: Abrir tabela de atributos do *shapefile* world.shp



2. Observe que cada coluna contém valores de uma variável (nome, população estimada, área do país) que pode ser usada para selecionar um ou mais polígonos no mapa (figura 51):

Figura 51: O nome das variáveis fica no cabeçalho da tabela de atributos



3. Quais são os países que apresentam área igual ou superior a 8.000.000 km²? Para responder a esta pergunta utilize as ferramentas de seleção por atributos (figuras 52 a 56):

Figura 52: Ferramenta “selecionar feições por valor”

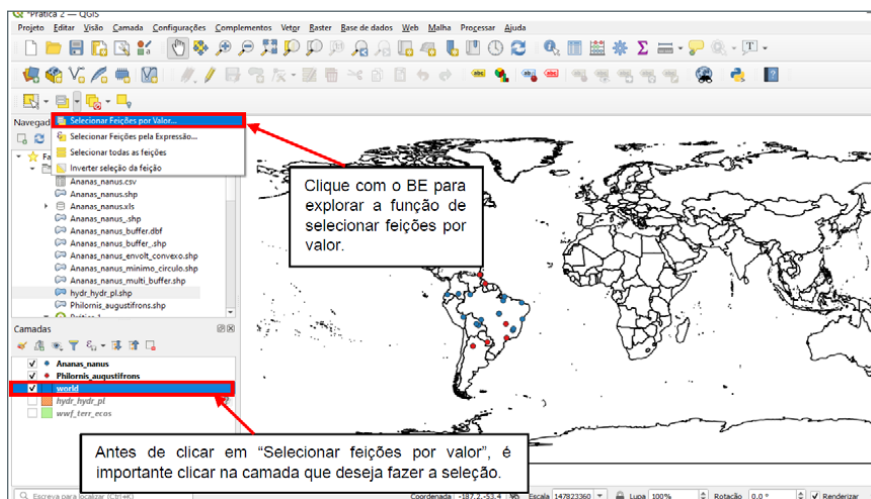


Figura 53: Configuração da seleção, valor e operador matemático

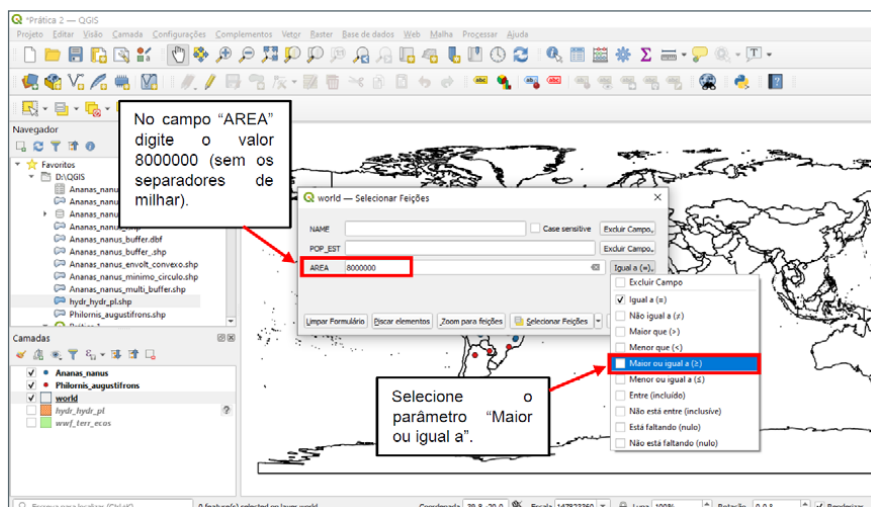


Figura 54: A seleção aparece na visualização do mapa

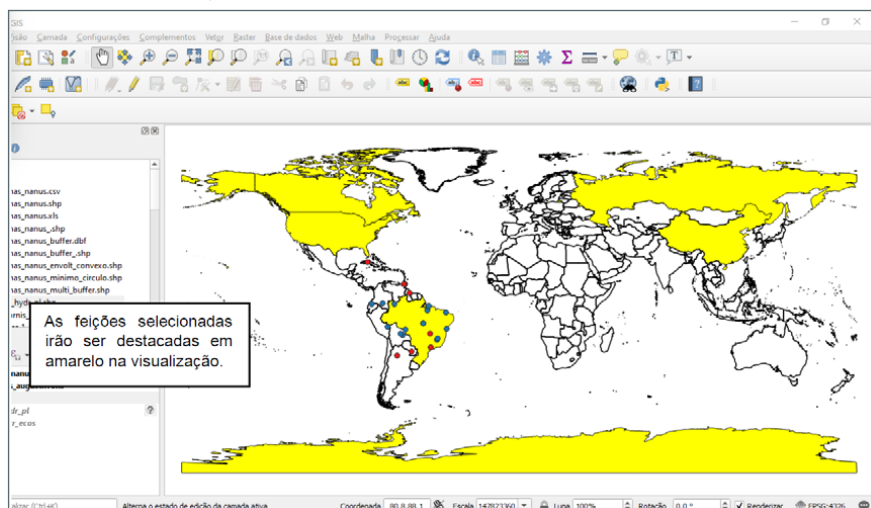


Figura 55: A seleção também aparece na tabela de atributos

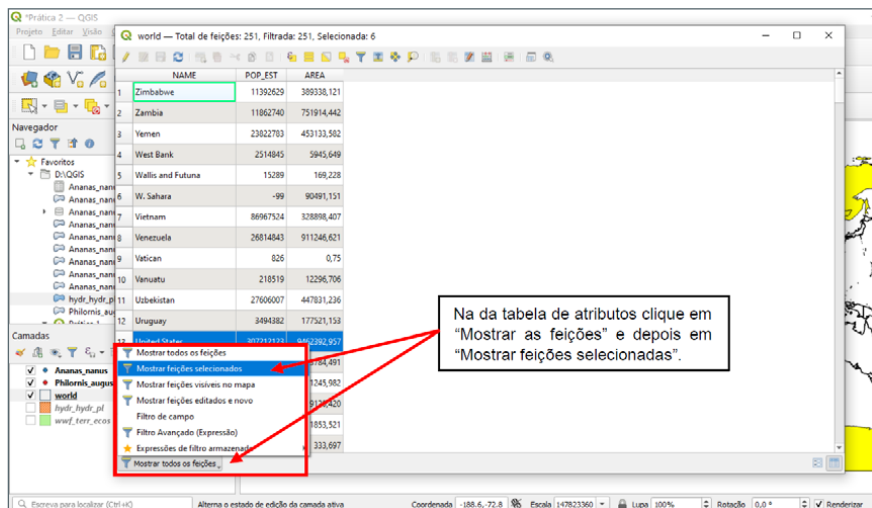
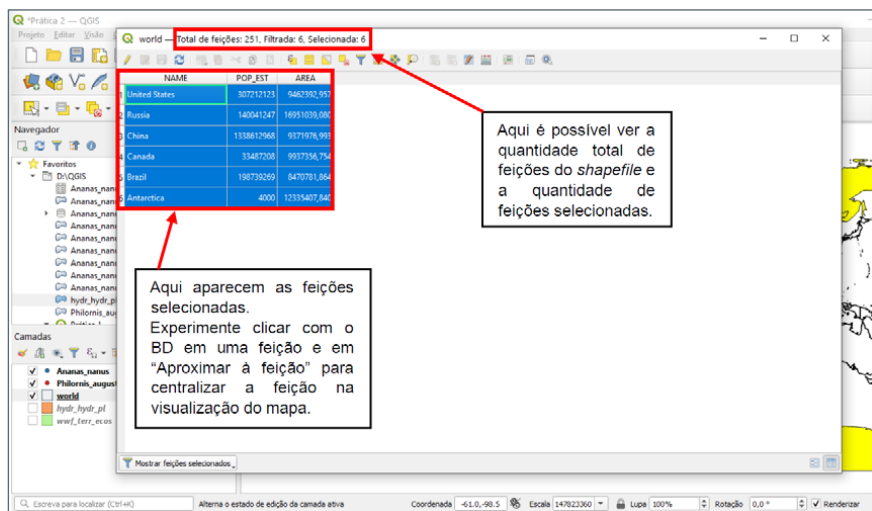


Figura 56: Linhas selecionadas na tabela de atributos com a resposta



4. Ainda na mesma pergunta, a resposta pode ser obtida utilizando uma ferramenta mais versátil: “selecionar feições por expressão” (figuras 57 a 60):

Figura 57: Selecionar a camada e abrir a ferramenta

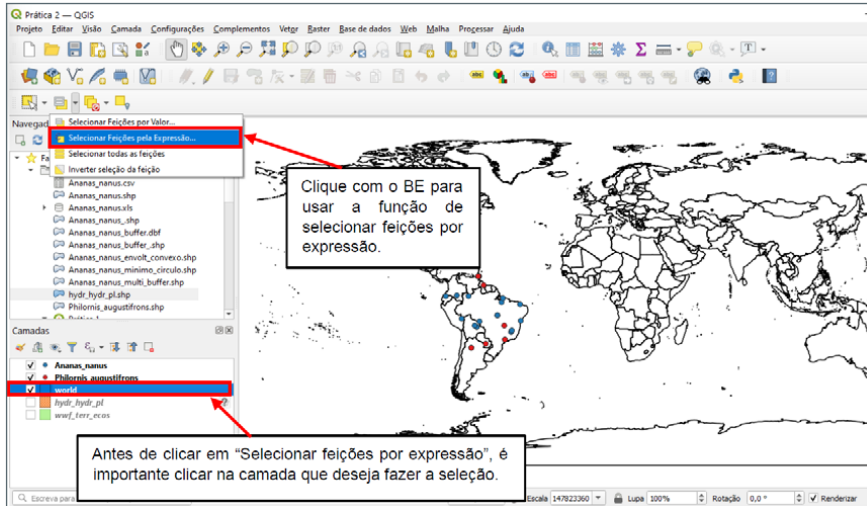


Figura 58: Na aba “Expressão”, adicionar uma variável

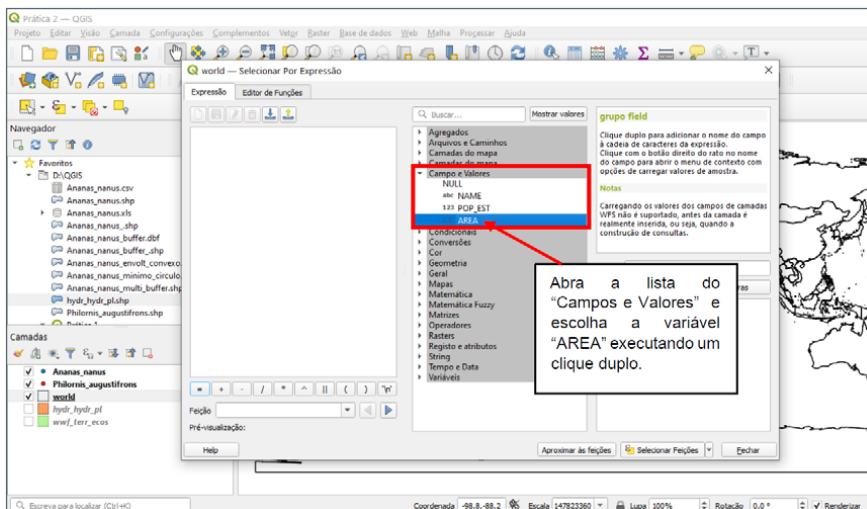


Figura 59: Na aba “Expressão”, adicionar um operador matemático

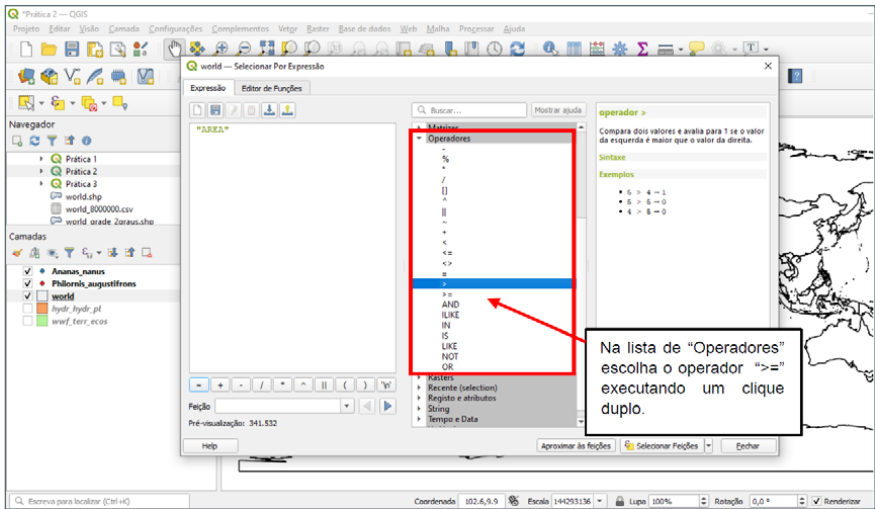
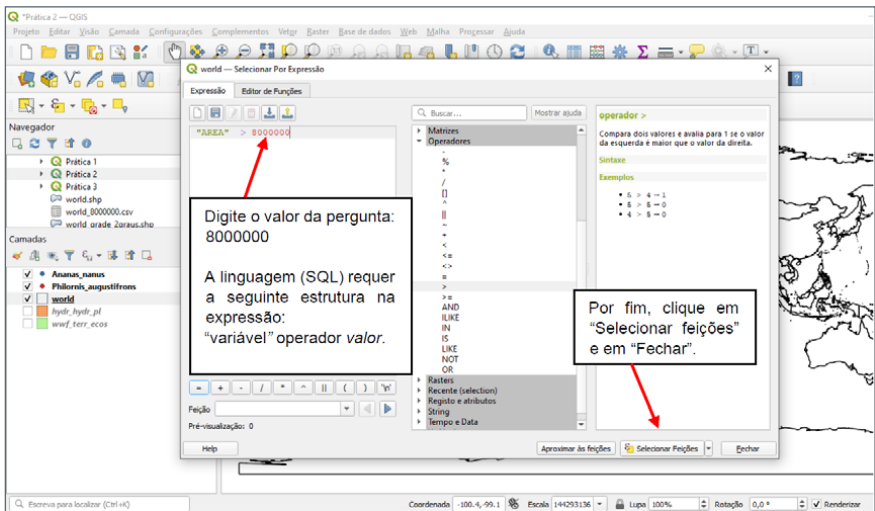


Figura 60: Na aba “Expressão”, adicionar um valor numérico



5. Exporte os registros selecionados em formato de tabela (figuras 61 e 62):

Figura 61: Selecionar a camada selecionada e exportar as feições selecionadas

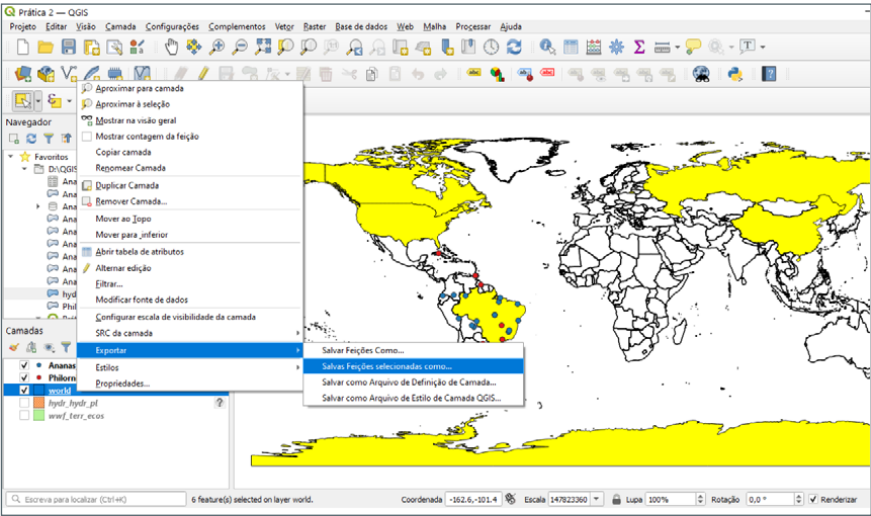
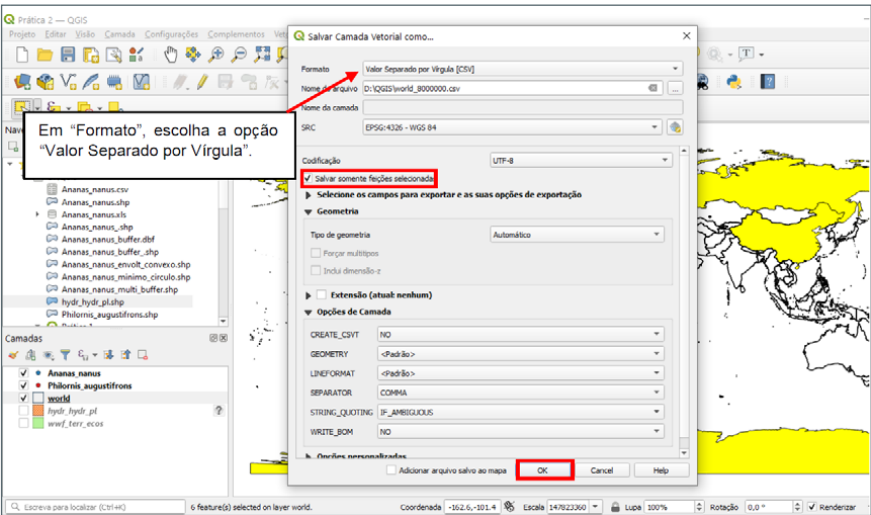
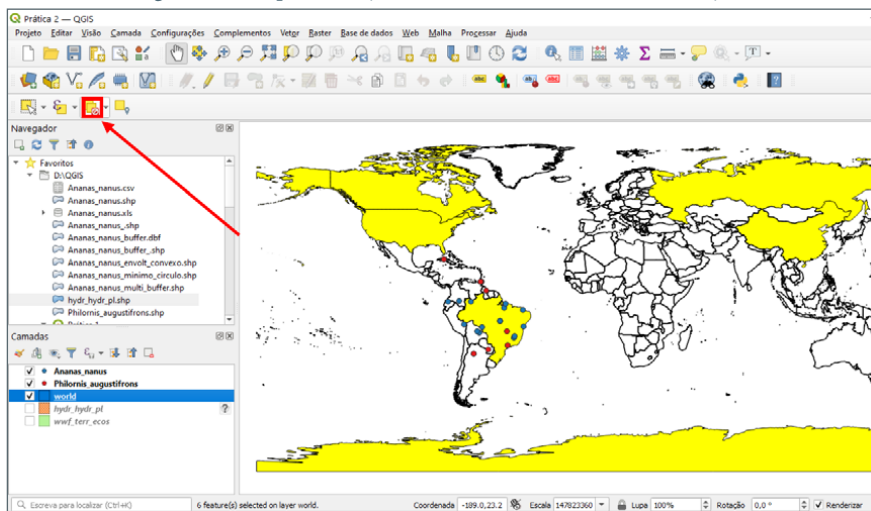


Figura 62: Configurar para salvar no formato de tabela (CSV)



6. Utilize a ferramenta “Desfazer Seleção de Feições em Todas as Camadas” para limpar a seleção da tabela e da visualização do mapa (figura 63):

Figura 63: Limpar a seleção com a ferramenta “desfazer seleção”



7. Utilize a seleção de atributos por expressão para responder as perguntas abaixo. Quando a pergunta fizer referência aos atributos (dados) da tabela de um shapefile utilize a “seleção por atributos”.

a) Quantos países apresentam população inferior a 1.000.000 de habitantes?

Camada: *world* (world.shp)

Variável: população estimada (POP_EST)

Expressão: “POP_EST” < 1000000

b) Quais são as ecorregiões das savanas tropicais e subtropicais (BIOME = 7) com área superior a 400.000 km²?

Camada: eco-regiões e biomas da WWF (wwf_terr_ecos.shp)

Variáveis: código do bioma (BIOME) e área do polígono (AREA)

Expressão: “BIOME” = 7 AND “AREA” > 400000

c) Quais são as ecorregiões com área superior a 360.000 km² que ocorrem nas florestas tropicais de folhas largas (BIOME = 1) da Região Neotropical (REALM = ‘NT’)?

Camada: eco-regiões e biomas da WWF (wwf_terr_ecos.shp)

Variáveis: área do polígono (AREA), código do bioma (BIOME) e região (REALM)

Expressão: “AREA” > 360000 AND “BIOME” = 1 AND “REALM” = ‘NT’

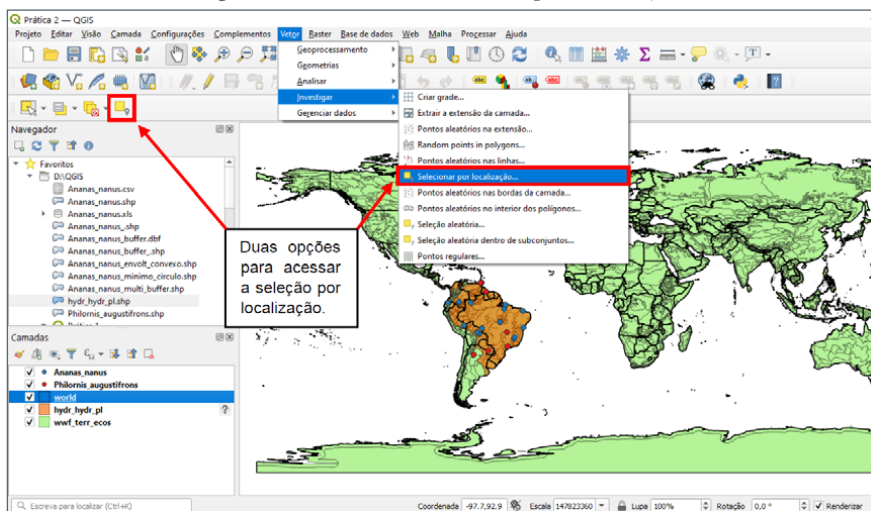
As respostas podem ser conferidas no final do capítulo.

Exercício 2

Explorar relações espaciais entre dois *shapefiles*

1. Em que países ocorrem os pontos de *Ananás*? Seleção por localização (figura 64):

Figura 64: Ferramenta “Selecionar por localização”



2. Na janela da ferramenta há três parâmetros importantes (figuras 65 e 66).

Figura 65: Configuração dos parâmetros, alvo e fonte de seleção

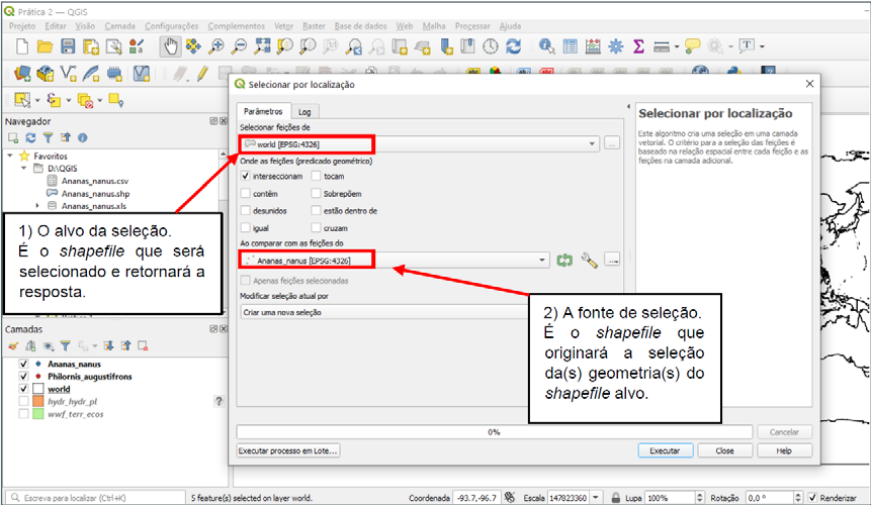
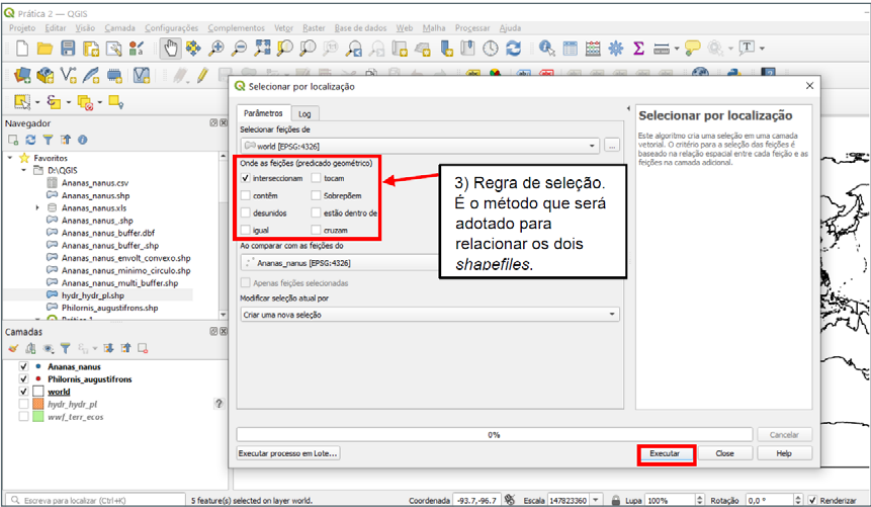


Figura 66: Configuração dos parâmetros, regra de seleção



Exercício 3

Responder questões relacionando dois ou mais *shapefiles*

Um dos primeiros passos em análise biogeográfica é a descrição espacial de ocorrência da espécie. É desejável saber em que estados, países, ecorregiões ou tipos climáticos as espécies ocorrem. Quando a quantidade de pontos é pequena, é possível fazer isso visualmente, mas a maneira mais precisa e profissional é usar as ferramentas de seleção. As questões abaixo foram elaboradas de modo que a resolução seja executada utilizando a ferramenta de seleção por localização. As respostas e o passo a passo para obtê-las podem ser encontradas no final do capítulo.

- a) Quais são os países de ocorrência de *Ananas*?
- b) Quais são os países de ocorrência de *Philornis*?
- c) Quais são os países de ocorrência de *Hydrochoerus*?
- d) Quais são as ecorregiões de ocorrência de *Ananas*?
- e) Quais são as ecorregiões de ocorrência de *Philornis*?
- f) Quais são as ecorregiões de ocorrência de *Hydrochoerus*?
- g) Quantos pontos de ocorrência de *Ananas* coincidem com a área de distribuição de *Hydrochoerus*?
- h) Quantos pontos de ocorrência de *Philornis* coincidem com a área de distribuição de *Hydrochoerus*?
- i) Em quais países ocorrem os pontos de *Philornis* que não coincidem com a área de distribuição de *Hydrochoerus*?
- j) Em quais ecorregiões ocorrem os pontos de *Philornis* que não coincidem com a área de distribuição de *Hydrochoerus*?
- k) Em que ecorregiões ocorrem *Ananas* e *Philornis*?
- l) Quais são as ecorregiões que ocorrem no Brasil?
- m) Quantas ecorregiões não ocorrem no Brasil?
- n) Quantas ecorregiões ocorrem exclusivamente dentro dos limites do Brasil?

Importante: Em alguns casos será necessário fazer mais de uma seleção, usar a opção “apenas feições selecionadas” da camada de pergunta ou alterar o resultado em “Modificar seleção atual por”.

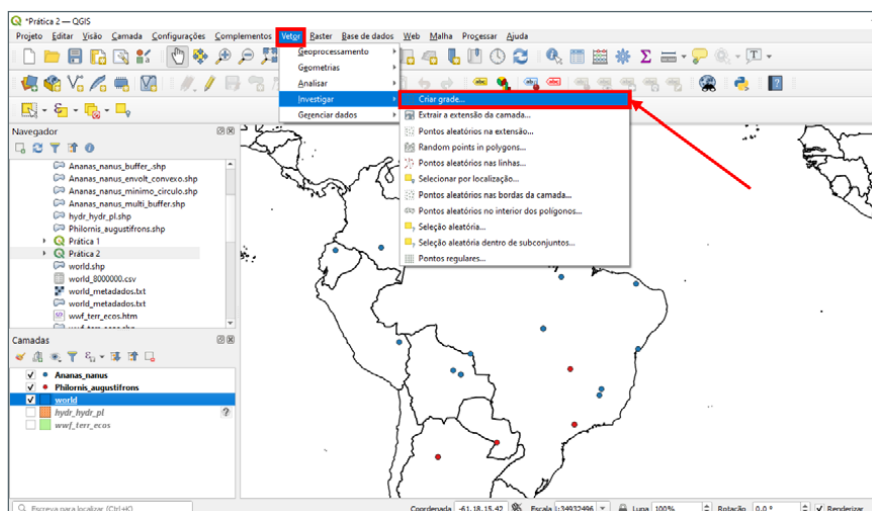
As respostas podem ser conferidas no final do capítulo.

Exercício 4

Área de distribuição – criar quadrículas

1. Criar uma grade de quadrículas de 2° de lado (figuras 67 a 69):

Figura 67: Criar uma grade de quadrículas de 2° de lado



Em "Tipo de grade", escolha a opção "Retângulo (Polígono)".

Em "Espaçamento horizontal" e "Espaçamento vertical", digite o intervalo em graus da grade.

Selecione a camada "world".

QGIS 2.18.0 — QGIS

Projeto | Editor | Visão | Camada | Configurações | Complementos | Vetor | Banco de dados | Web | Maltas | Processar | Ajuda

Navegador

- Ananas_namus_buffer.shp
- Ananas_namus_email_convex.shp
- Ananas_namus_minimo_circulo.shp
- Ananas_namus_multi_buffer.shp
- hydr_hydr_pl.shp
- Phytosia_augustifrons.shp
- Prática 1
- Prática 2
- world.shp
- world_8000000.csv
- world_metadados.txt
- world_metadados.txt
- world_metadados.txt
- world_terr_ecos.htm

Camadas

- Ananas_namus
- Phytosia_augustifrons
- world
- hydr_hydr_pl
- world_terr_ecos

Criar grade

Parâmetros Log

Tipo de grade

Extensão (Polígono)

Extensão da grade

-179,999785489,180,000000000,49,999828389,53,633810954 [BPGS-426]

Espacamento horizontal

2,000000

Espacamento vertical

2,000000

Sobreposição horizontal

0,000000

Sobreposição vertical

0,000000

SRC da grade

BPGS-426 - WGS 84

Grade

D:\QGIS2\world_grade_2p_aus.shp

Abri arquivo de saída depois executar o algoritmo

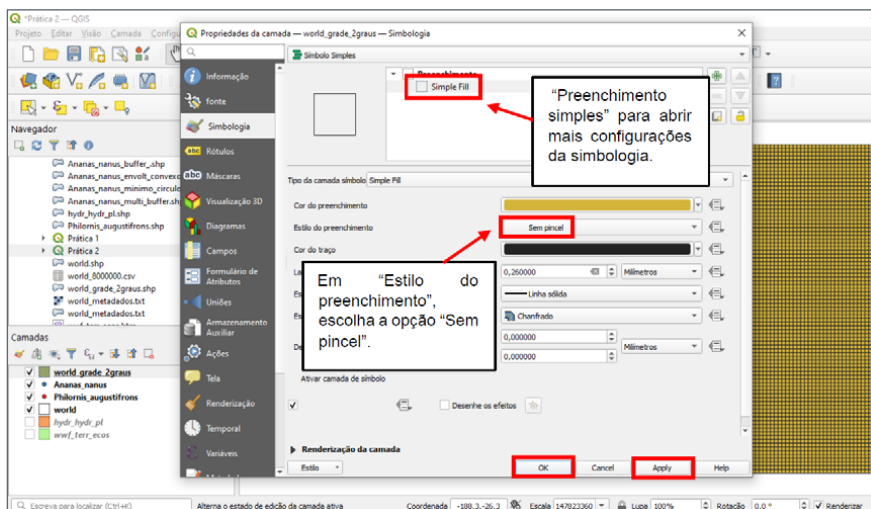
Clique em "Salvar no arquivo" e selecione a pasta e nome do arquivo.

Por fim, clique em "Executar" e, após a criação da grade, em "Close".

Executar Close Help

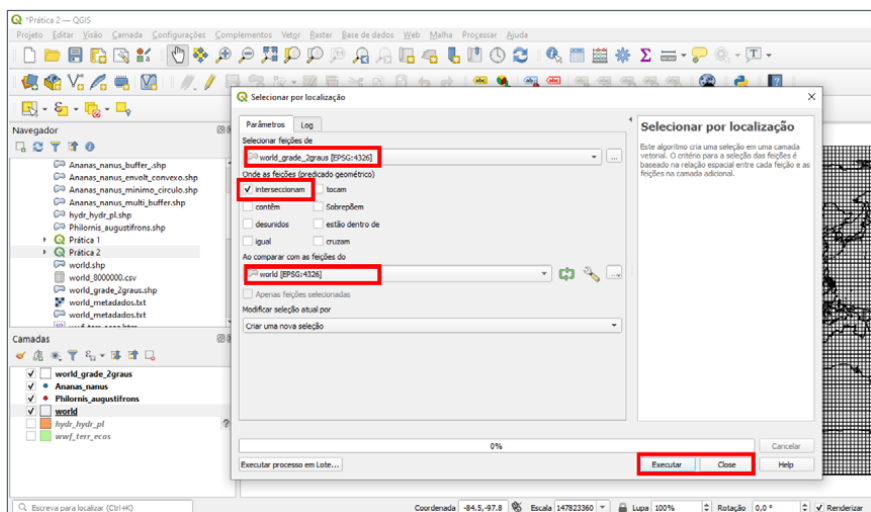
2. Após criar a grade, trocar a cor das quadrículas para transparente (figura 70):

Figura 70: Configurar simbologia da grade de quadrículas



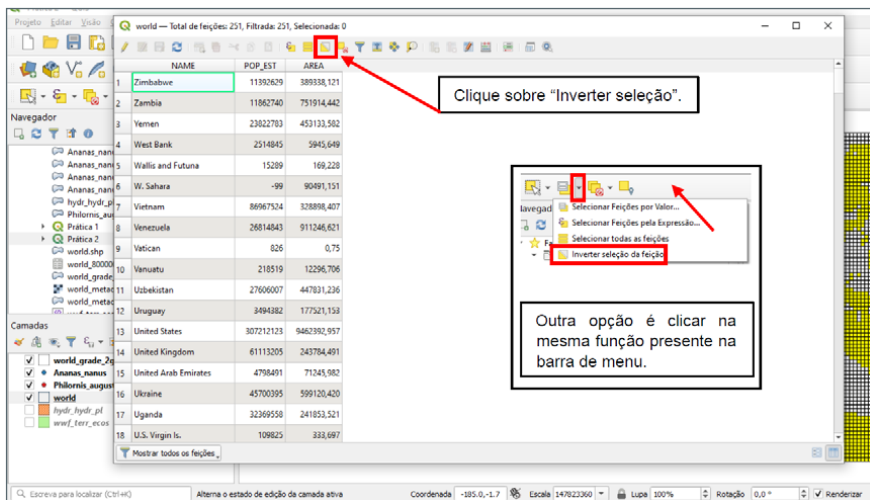
3. Selecionar as quadrículas que fazem intersecção com os continentes (figura 71):

Figura 71: Selecionar por localização



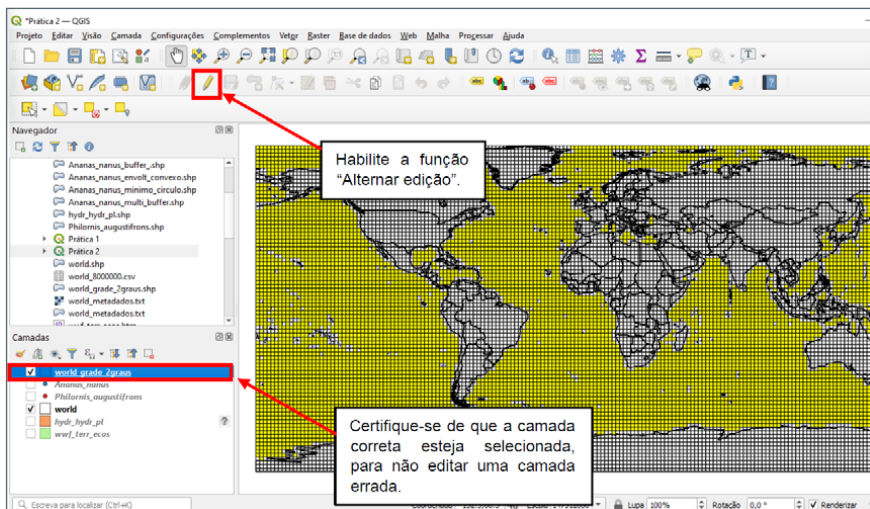
4. Abrir a tabela de atributos das quadrículas e inverter a seleção (figura 72):

Figura 72: Inverter a seleção das quadrículas



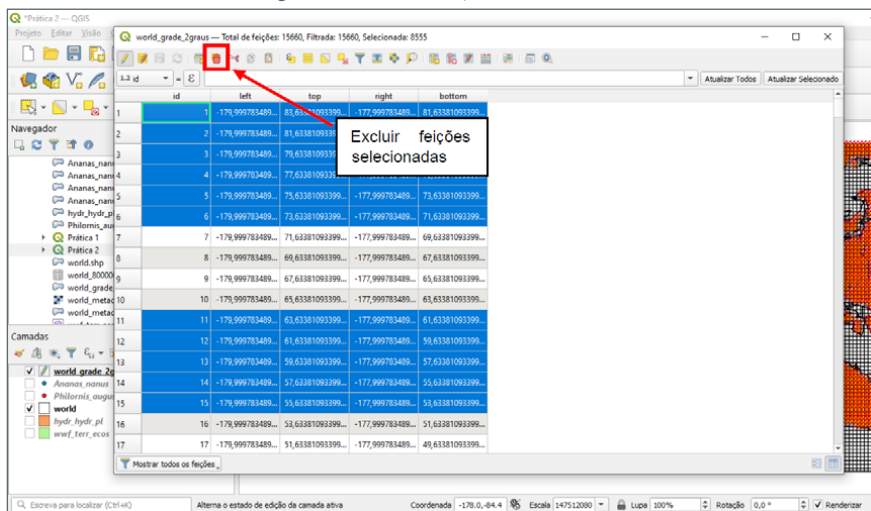
5. Entrar no modo edição. O modo edição deve ser usado com cautela, pois os dados podem ser perdidos ou modificados permanentemente (figura 73):

Figura 73: Alternar para o modo edição



6. Na tabela de atributos, excluir as feições selecionadas (figura 74):

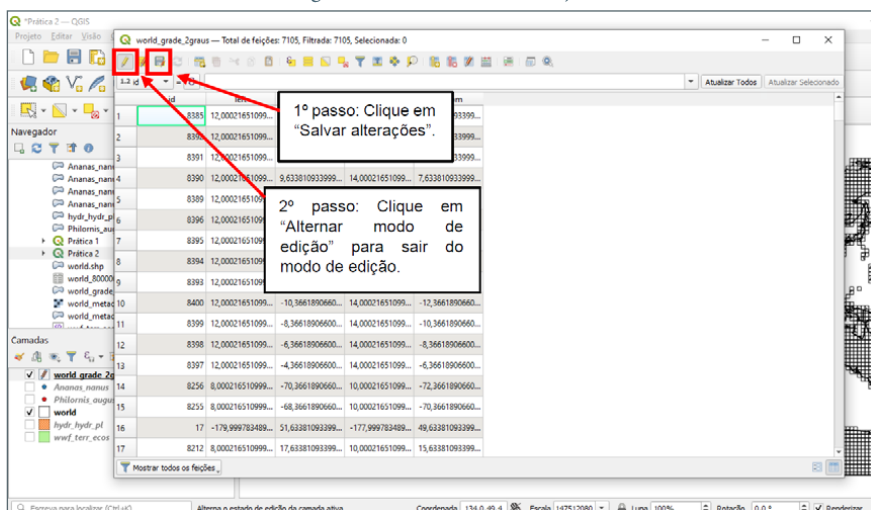
Figura 74: Excluir feições selecionadas



Caso as quadrículas não tenham sumido do mapa, atualizar a visualização, teclar “F5”.

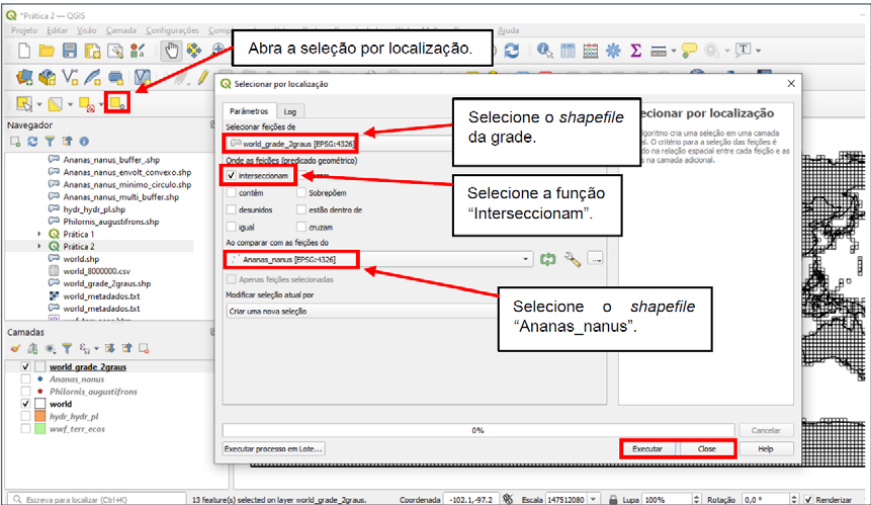
7. Salvar as alterações da edição e alternar o modo de edição (figura 75):

Figura 75: Sair do modo edição



8. Selecionar as quadrículas que interseccionam com os pontos da espécie (figura 76):

Figura 76: Selecionar quadrículas por localização com os pontos da espécie



9. Editar a tabela da quadrícula adicionando um novo campo (figura 77):

Figura 77: Adicionar um novo campo (coluna) na tabela

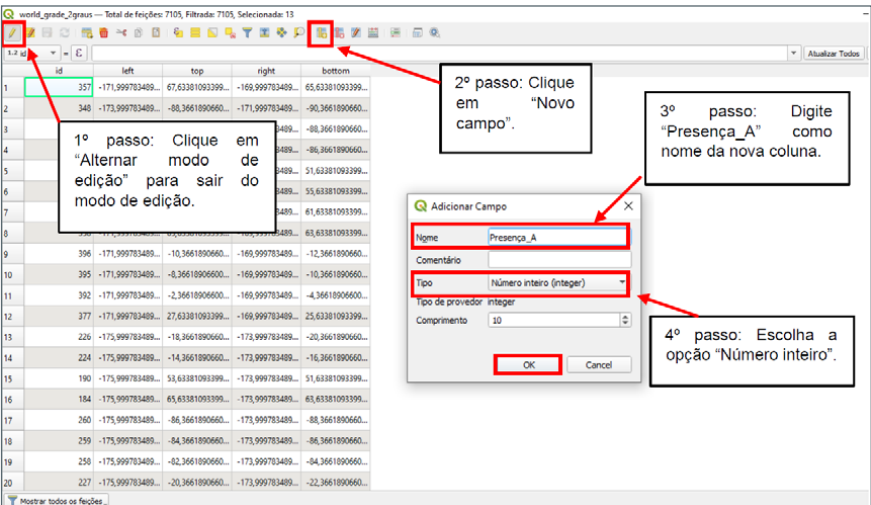
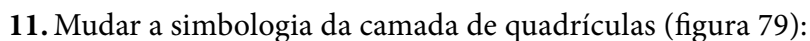
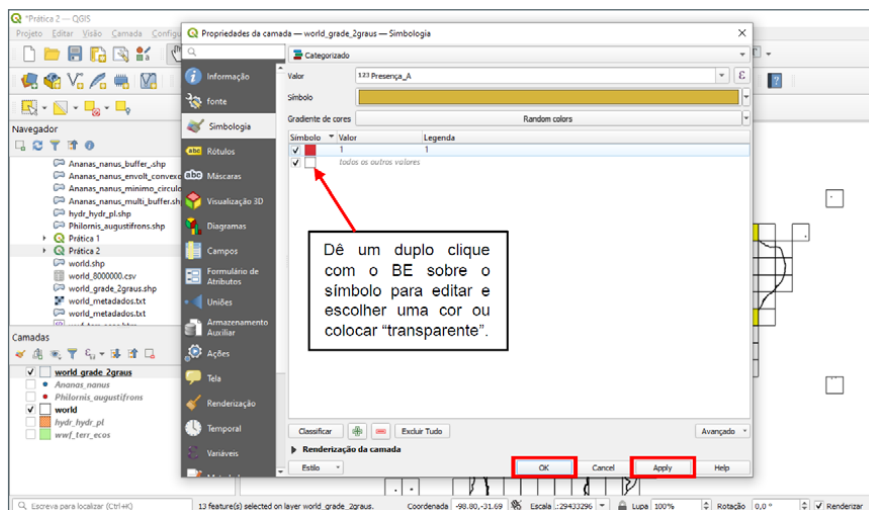


Figura 78: Valor = 1 para o campo de presença das feições selecionadas



12. Atribuir uma cor para o valor “1” do campo presença e transparência para os outros valores (figura 80):

Figura 80: Atribuir cor para os valores 1 de presença



2.6 Considerações finais

Nesta aula prática, o estudante ou a estudante teve contato com o formato *shapefile* de dados. Neste formato é possível explorar os dados tabulares dos atributos das feições e explorar as relações espaciais entre duas ou mais camadas. O estudante ou a estudante teve a oportunidade de executar ferramentas de seleção que servem para obter informações descritivas e analíticas. Ademais, eles e ou elas aprenderam uma técnica adicional de transformar pontos em polígonos utilizando as quadrículas, muito empregada em estudos de Biogeografia e macroecologia.

2.7 Respostas e resolução das questões descritivas

1. Quais são os países que apresentam área superior a 8.000.000 km²?

R: *Brazil, Canada, China, Russia, United States.*

(Abrir tabela de atributos de “world” > Selecionar feições usando uma expressão > Campo e valores > Duplo clique em “AREA” > Operadores > Duplo clique em “>” > Digitar 8000000 > Selecionar feições > Fechar > No canto inferior esquerdo da tabela de atributos, clicar na seta e então em “Mostrar feições selecionadas”) → Expressão: “AREA” > 8000000

2. Quantos países apresentam população (coluna POP_EST) inferior a 1.000.000 de habitantes?

R: 94.

(Abrir tabela de atributos de “world” > Selecionar feições usando uma expressão > Campo e valores > Duplo clique em “POP_EST” > “Operadores” > Duplo clique em “<” > Digitar 1000000 > Selecionar feições > Fechar > No canto inferior esquerdo, clicar na seta e então em “Mostrar feições selecionadas” > Ver o número de feições selecionadas) → Expressão: “POP_EST” < 1000000

3. Quais são as ecorregiões das savanas tropicais e subtropicais (bioma 7) com área superior a 400.000 km²?

R: Ao todo, são 14 feições.

(Abrir tabela de atributos de “wwf_terr_ecos” > Selecionar feições usando uma expressão > “Campo e valores” > Duplo clique em “BIOME” > Operadores > Duplo clique em “=” > Digitar 7 > Opera-

dores > Duplo clique em “AND” > Campo e valores > Duplo clique em “AREA” > Operadores > Duplo clique em “>” > Digitar 400000 > Selecionar feições > Fechar > No canto inferior esquerdo, clicar na seta e então em “Mostrar feições selecionadas” > Ver o número de feições selecionadas) → Expressão: “BIOME” = 7 AND “AREA” > 400000

4. Quais são as ecorregiões com área superior a 360.000 km² que ocorrem nas florestas tropicais de folhas largas (bioma 1) da Região Neotropical (NT)?

R: 4 feições: *Uatuma-Trombetas moist forests*, *Guianan moist forests*, *Madeira-Tapajós moist forests*, *Southwest Amazon moist forests*.

(Abrir tabela de atributos de “wwf_terr_ecos” > Selecionar feições usando uma expressão > Campo e valores > Duplo clique em “AREA” > Operadores > Duplo clique em “>” > Digitar 360000 > Operadores > Duplo clique em “AND” > Campo e valores > Duplo clique em “BIOME” > Operadores > Duplo clique em “=” > Digitar 1 > Operadores > Duplo clique em “AND” > Campo e valores > Duplo clique em “REALM” > Operadores > Duplo clique em “=” > Digitar ‘NT’ (colocar entre aspas simples) > Selecionar feições > Fechar > No canto inferior esquerdo, clicar na seta e então em “Mostrar feições selecionadas” > Ver o número de feições selecionadas) → Expressão: “AREA” > 360000 AND “BIOME” = 1 AND “REALM” = ‘NT’

5. Quais são os países de ocorrência de *Ananas*?

R: *Bolivia, Brazil, Colombia, Ecuador, Peru.*

(Menu > Vetor > Investigar > Selecionar por localização > Selecionar feições de: world > Onde as feições: Interseccionam > Ao comparar com as feições do: Ananas > Modificar seleção atual por: Criar nova seleção > Executar > Close > Abrir tabela de atributos de “world” > No canto inferior esquerdo, clicar na seta e então em “Mostrar feições selecionadas”)

6. Quais são os países de ocorrência de *Philornis*?

R: *Argentina, Brazil, Cuba, Guyana, Paraguay, Trinidad and Tobago.*

7. Quais são os países de ocorrência de *Hydrochoerus*?

R: *Argentina, Bolivia, Brazil, Colombia, Ecuador, France (Guiana), Guyana, Panama, Paraguay, Peru, Suriname, Uruguay, Venezuela.*

8. Quais são as ecorregiões de ocorrência de *Ananas*?

R: 10 ecorregiões.

(Menu > Vetor > Investigar > Selecionar por localização > Selecionar feições de: *wwf_terr_ecos* > Onde as feições: Interseccionam > Ao comparar com as feições do: *Ananas* > Modificar seleção atual por: Criar nova seleção > Executar > Close > Abrir tabela de atributos de “world” > No canto inferior esquerdo, clicar na seta e então em “Mostrar feições selecionadas”)

9. Quais são as ecorregiões de ocorrência de *Philornis*?

R: 8 ecorregiões.

10. Quais são as ecorregiões de ocorrência de *Hydrochoerus*?

R: 1097 ecorregiões.

11. Quantos pontos de ocorrência de *Ananas* coincidem com a área de distribuição de *Hydrochoerus*?

R: 15 pontos.

(Menu > Vetor > Investigar > Selecionar por localização > Selecionar feições de: *Ananas* > Onde as feições: estão dentro de > Ao comparar com as feições do: *hydr_hydr_pl* > Modificar seleção atual por: Criar nova seleção > Executar > Close > Abrir tabela de atributos)

tos de “*Ananas*” > No canto inferior esquerdo, clicar na seta e então em “Mostrar feições selecionadas”)

12. Quantos pontos de ocorrência de *Philornis* coincidem com a área de distribuição de *Hydrochoerus*?

R: 5 pontos.

(Menu > Vetor > Investigar > Selecionar por localização > Selecionar feições de: *Philornis* > Onde as feições: estão dentro de > Ao comparar com as feições do: hydr_hydr_pl > Modificar seleção atual por: Criar nova seleção > Executar > Close > Abrir tabela de atributos de “*Philornis*” > No canto inferior esquerdo, clicar na seta e então em “Mostrar feições selecionadas”)

13. Em que países ocorrem os pontos de *Philornis* que não coincidem com a área de distribuição de *Hydrochoerus*?

R: Argentina, Cuba e Trinidad and Tobago.

(Menu > Vetor > Investigar > Selecionar por localização > Selecionar feições de: *Philornis* > Onde as feições: desunidos > Ao comparar com as feições do: hydr_hydr_pl > Modificar seleção atual por: Criar nova seleção > Executar > Selecionar feições de: world > Onde as feições: Interseccionam > Ao comparar com as feições do: *Philornis* > Apenas feições selecionadas > Modificar seleção atual por: Criar nova seleção > Executar > Close > Abrir tabela de atributos de “world” > No canto inferior esquerdo, clicar na seta e então em “Mostrar feições selecionadas”)

14. Em que ecorregiões ocorrem os pontos de *Philornis* que não coincidem com a área de distribuição de *Hydrochoerus*?

R: *Cuban dry forests*, *Trinidad and Tobago moist forests*, *Tocantins/Pindare moist forests* e *Dry Chaco*.

(Menu > Vetor > Investigar > Selecionar por localização > Selecionar feições de: *Philornis* > Onde as feições: desunidos > Ao comparar com as feições do: hydr_hydr_pl > Modificar seleção atual por: Criar nova seleção > Executar > Selecionar feições de: wwf_terr_ecos > Onde as feições: Interseccionam > Ao comparar com as feições do: *Philornis* > Apenas feições selecionadas > Modificar seleção atual por: Criar nova seleção > Executar > Close > Abrir tabela de atributos de “wwf_terr_ecos” > No canto inferior esquerdo, clicar na seta e então em “Mostrar feições selecionadas”)

15. Em que ecorregiões ocorrem *Ananas* e *Philornis*?

R: Tocantins/*Pindare moist forests* e Cerrado.

(Barra de ferramentas > Vetor > Investigar > Selecionar por localização > Selecionar feições de: wwf_terr_ecos > Onde as feições: interseccionam > Ao comparar com as feições do: *Ananas* > Modificar seleção atual por: Criar nova seleção > Executar > Selecionar feições de: wwf_terr_ecos > Onde as feições: Interseccionam > Ao comparar com as feições do: *Philornis* > Modificar seleção atual por: selecionar dentro da seleção atual > Executar > Close > Abrir tabela de atributos de “wwf_terr_ecos” > No canto inferior esquerdo, clicar na seta e então em “Mostrar feições selecionadas”)

16. Quais são as ecorregiões que ocorrem no Brasil?

R: 453 feições.

(Abrir tabela de atributos de “world” > Selecionar feições usando uma expressão > Campo e valores > Duplo clique em “NAME” > Operadores > Duplo clique em “=” > Digitar ‘Brazil’ (colocar entre aspas simples) > Selecionar feições > Fechar) → Expressão: “NAME” = ‘Brazil’

Menu > Vetor > Investigar > Selecionar por localização > Selecionar feições de: wwf_terr_ecos > Onde as feições: interseccionam > Ao comparar com as feições do: world > Apenas feições selecionadas > Modificar seleção atual por: Criar nova seleção > Executar

> Close > Abrir tabela de atributos de “wwf_terr_ecos” > No canto inferior esquerdo, clicar na seta e então em “Mostrar feições selecionadas”)

17. Quantas ecorregiões não ocorrem no Brasil?

R: 14.005 feições.

(Abrir tabela de atributos de “world” > Selecionar feições usando uma expressão > Campo e valores > Duplo clique em “NAME” > Operadores > Duplo clique em “=” > Digitar ‘Brazil’ (colocar entre aspas simples) > Selecionar feições > Fechar) → Expressão: “NAME” = ‘Brazil’

Barra de ferramentas > Vetor > Investigar > Selecionar por localização > Selecionar feições de: wwf_terr_ecos > Onde as feições: desunidos > Ao comparar com as feições do: world > Apenas feições selecionadas > Modificar seleção atual por: Criar nova seleção > Executar > Close > Abrir tabela de atributos de “wwf_terr_ecos” > No canto inferior esquerdo, clicar na seta e então em “Mostrar feições selecionadas”)

18. Quantas ecorregiões ocorrem exclusivamente dentro dos limites do Brasil?

R: 275 feições.

(Abrir tabela de atributos de “world” > Selecionar feições usando uma expressão > Campo e valores > Duplo clique em “NAME” > Operadores > Duplo clique em “=” > Digitar ‘Brazil’ (colocar entre aspas simples) > Selecionar feições > Fechar) → Expressão: “NAME” = ‘Brazil’

Barra de ferramentas > Vetor > Investigar > Selecionar por localização > Selecionar feições de: wwf_terr_ecos > Onde as feições: estão dentro de > Ao comparar com as feições do: world > Apenas feições selecionadas > Modificar seleção atual por: Criar nova seleção > Executar > Close > Abrir tabela de atributos de “wwf_terr_ecos” > No canto inferior esquerdo, clicar na seta e então em “Mostrar feições selecionadas”)

3.

Variáveis ambientais contínuas

No capítulo anterior foi visto que as variáveis categóricas ou discretas (pontos de ocorrência, rios, estradas, trilhas, países e ecorregiões) são mais bem representadas em camadas de vetores (pontos, linhas ou polígonos) no formato *shapefile*. No entanto, variáveis ambientais como elevação, temperatura e precipitação, cuja natureza é contínua, ou seja, apresentam infinitos valores dentro de um intervalo, são mais bem representadas em camadas de *pixels* coloridos como, por exemplo, as fotografias digitais. Esse tipo de variável é comumente armazenado em um arquivo chamado “*rasterfile*”, arquivo simples ou múltiplo, e em diversos formatos (.asc, .bil, .tif). Neste capítulo veremos as características desse tipo de arquivo e algumas operações e análises com os dados ambientais.

3.1 Formato e parâmetros

As variáveis ambientais são mais bem representadas no espaço geográfico utilizando o arquivo tipo *rasterfile*. O arquivo tem uma estrutura de matriz numérica de linhas e colunas que, quando mapeadas, mostram a variação dos valores. No espaço geográfico, cada valor da matriz numérica equivale a uma célula ou pixel. No pixel, o valor numérico é representado por uma cor de uma escala de cores (tons de cinza, do azul para o vermelho) e a disposição dos valores no conjunto de pixels representa a camada ambiental no espaço geográfico, resultando em mapas com variações geográficas de cores. Por exemplo, uma camada de temperatura terá cada um dos valores em

graus Celsius representados em um pixel por uma cor. O esperado é observar uma superfície de cores que representem valores altos em regiões quentes (trópicos) e um gradiente latitudinal de cores representando a diminuição de temperaturas em direção aos polos terrestres. As fotografias digitais aéreas e imagens de satélite também são *rasters*.

Para uma variável ambiental em formato *raster* há dois parâmetros essenciais: a extensão geográfica e a resolução do pixel. A extensão se refere à abrangência geográfica da variável. Por exemplo, é possível que uma variável tenha a extensão do estado do Paraná ou da América do Sul, ou que tenha a extensão mundial. A resolução se refere ao valor do lado de um pixel e, por consequência, seu tamanho. Pixels com lado pequeno, por exemplo 30 arco-segundos ($\sim 0,008^\circ$), formarão um *rasterfile* de alta resolução quando comparados com *rasterfiles* com pixels grandes (1°). Vale lembrar que a relação lado área é quadrática: a mudança de duas vezes no lado ($0,5^\circ$ para 1° ou vice-versa) representa uma mudança de quatro vezes na área do pixel.

3.2 Operações aritméticas

Como foi visto, o *rasterfile* é uma matriz numérica e, dada a sua natureza matricial, é possível fazer operações aritméticas (soma, subtração, divisão, multiplicação). Por exemplo, com 12 camadas de temperatura mensal é possível gerar uma camada de temperatura média anual. Para cada pixel de mesma posição geográfica, o valor de temperatura do mês de janeiro é somado com o de fevereiro até dezembro e a soma dos valores dos *rasterfiles* será dividida por 12. As operações são feitas pixel a pixel de mesma posição e só podem ser calculadas se os *rasterfiles* apresentarem a mesma extensão geográfica e a mesma resolução do pixel. Essas operações são feitas na ferramenta “Calculadora *Raster*”.

3.3 Valores contínuos em categorias

Em alguns casos pode ser desejável visualizar ou analisar as variáveis ambientais contínuas em classes discretas de valores. Por exemplo, em uma dada camada de temperatura média anual de valores contínuos entre -40 e +40 graus Celsius, os valores podem ser transformados em quatro classes de 20 graus de amplitude: -40 até -20; -20 até 0; 0 até 20; e 20 até 40. Nessa representação, cada uma das quatro classes terá uma cor própria e os dados, que antes eram contínuos, passam a ser discretos. No mapa, os pixels terão apenas as quatro cores das classes e no caso das temperaturas haverá blocos com pixels de mesmas cores que representam as classes com 20 graus Celsius de amplitude. Essa é uma forma de simplificar a visualização dos dados ambientais e pode ser executada usando a configuração de simbologia.

3.4 Extrair valores dos pixels para pontos

Ao analisar os pontos de ocorrência de uma espécie em relação a uma variável ambiental, nesse caso um *shapefile* de pontos e um *rasterfile*, é possível saber o valor do pixel no qual o ponto coincide. Com a ferramenta “*point sampling tool*” é possível extrair o valor do pixel no qual o ponto ocorre e adicioná-lo a tabela do *shapefile* de pontos. Por exemplo, para um conjunto de pontos de ocorrência da bromélia *Ananás* e a camada de temperatura média anual, é possível obter o valor de temperatura média anual para cada ponto da espécie. Esse tipo de informação é especialmente relevante quando se quer descrever as condições abióticas nas quais a espécie ocorre. É possível também, de modo rudimentar, estimar o nicho ecológico da espécie utilizando duas ou três variáveis ambientais e usá-lo para estimar sua distribuição geográfica. Isso não será aprofundado aqui,

mas a modelagem de distribuição de espécies é uma técnica para transformar pontos em áreas de distribuição.

3.5 Aula prática 3

Temas: Variáveis ambientais, valores contínuos, calculadora *raster*.

Objetivo: Observar e manipular *raster* (dados matriciais) de variáveis ambientais contínuas.

Preparação: Baixar e salvar os arquivos referentes à aula: https://github.com/pelow22/sig_biogeografia/tree/main/Capitulo_3. Abrir o projeto no programa QGIS.

Arquivos necessários:

- Arquivos da aula prática 1 = *world, ananas, hydrochaerus*
- Camadas de temperatura mensal = avganntemp.zip > **descompactar** > 12 pastas, cada uma com a temperatura média do mês. Valores em graus Celsius.
- Camada de precipitação anual = anntotprecip.zip > **descompactar** > uma pasta com a precipitação anual total. Valores de índice (e não em mm).

Exercício 1

Observar a camada de temperatura média do mês de abril

1. Mudar a simbologia da camada “tempapr” (figuras 80 e 81):

Figura 81: Mudar a simbologia da camada *raster*

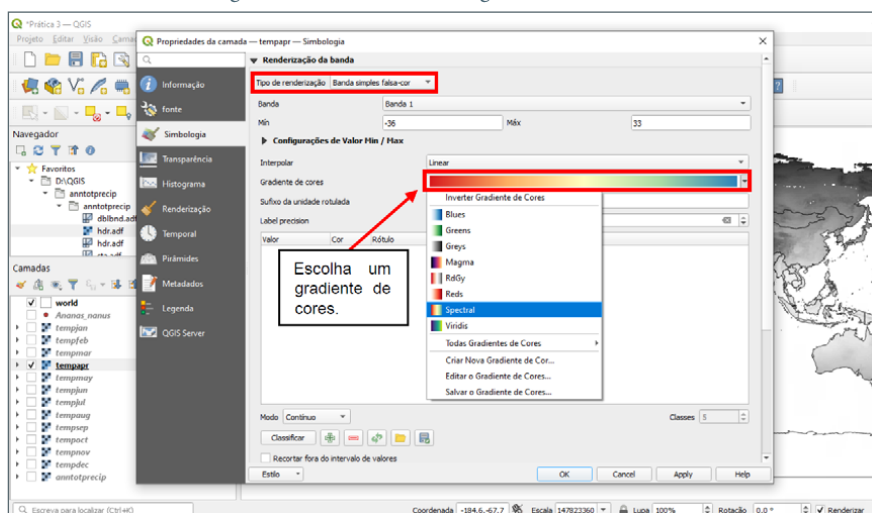
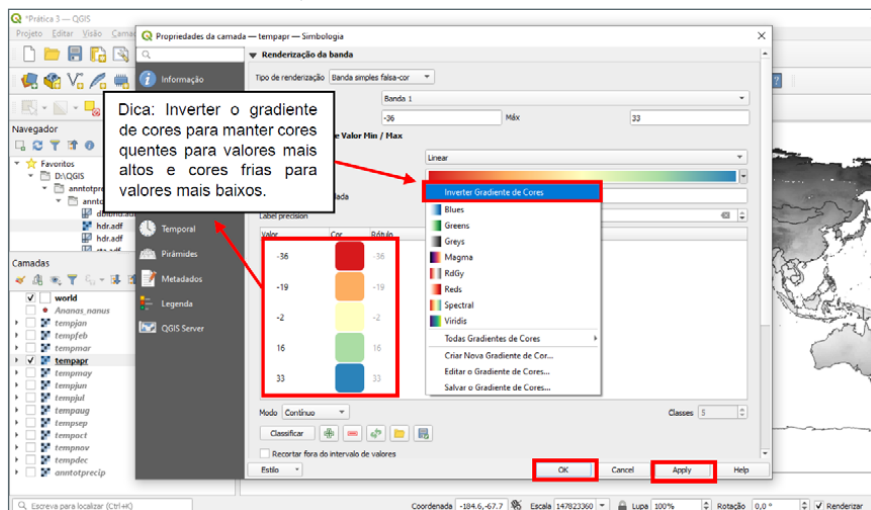
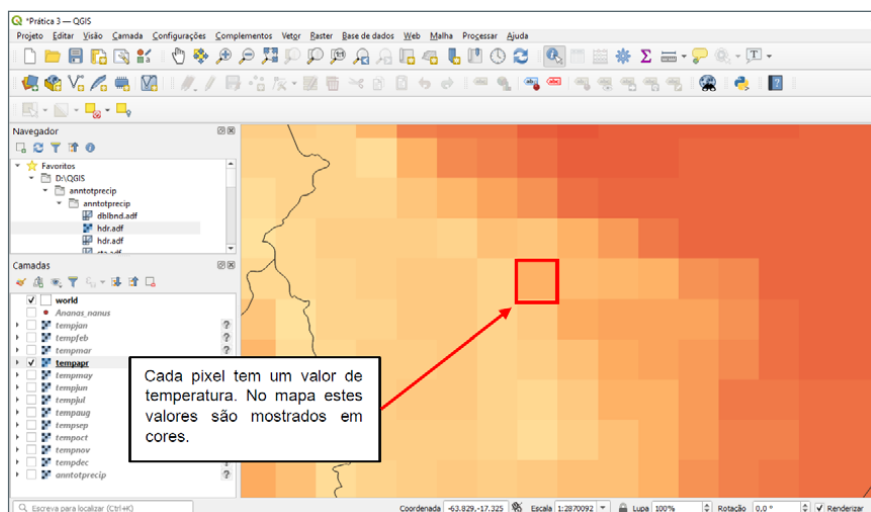


Figura 82: Inverter rampa de cores



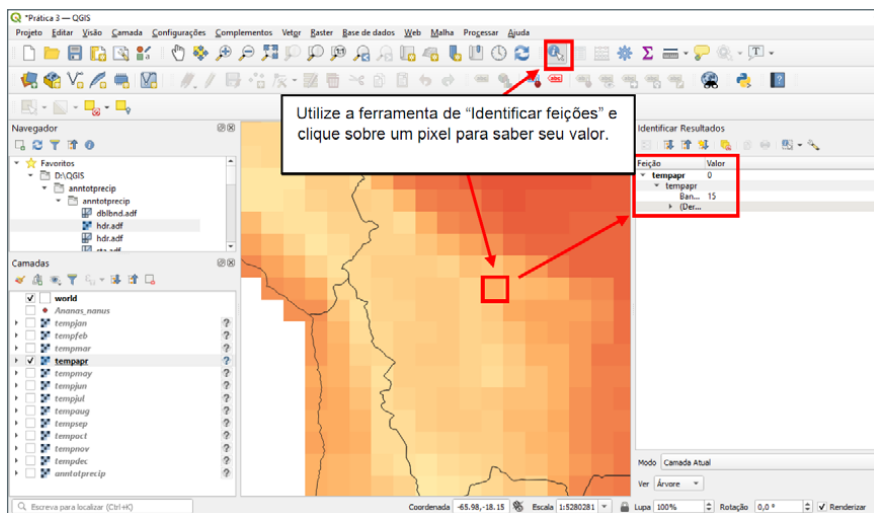
2. Ampliar uma região da camada até distinguir os limites de um pixel (figura 83):

Figura 83: Detalhe de um pixel na camada de temperatura



3. Usar a ferramenta “Identificar feições” para identificar o valor do pixel (figura 84):

Figura 84: Identificar o valor de um pixel

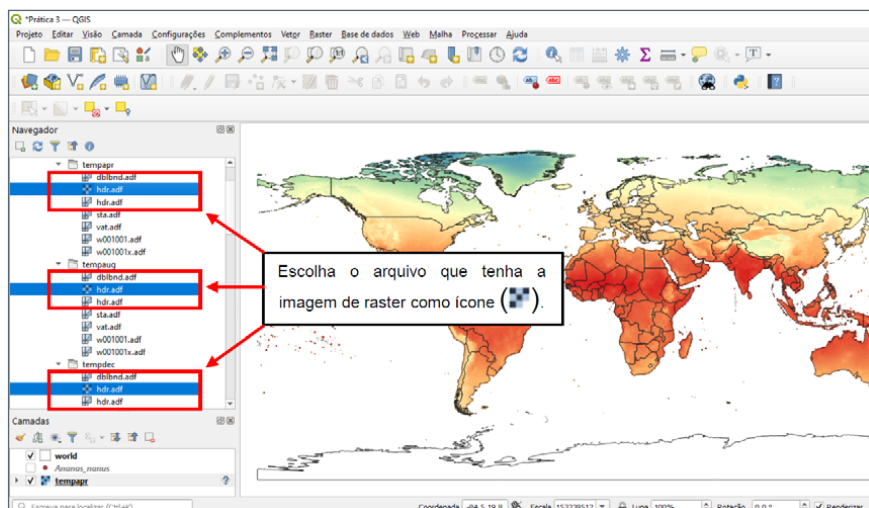


Exercício 2

Calcular uma camada de temperatura média anual

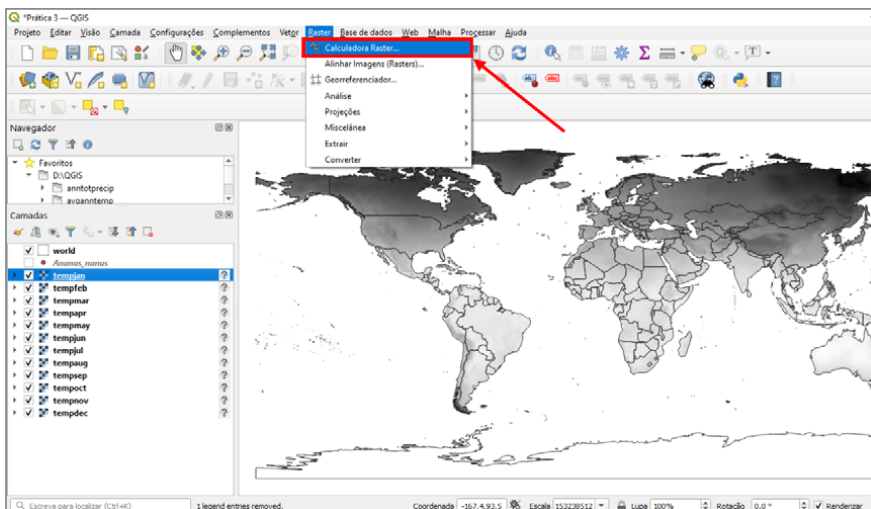
1. Adicionar as 12 camadas de temperatura mensal (figura 85):

Figura 85: Adicionar camadas de temperatura mensal



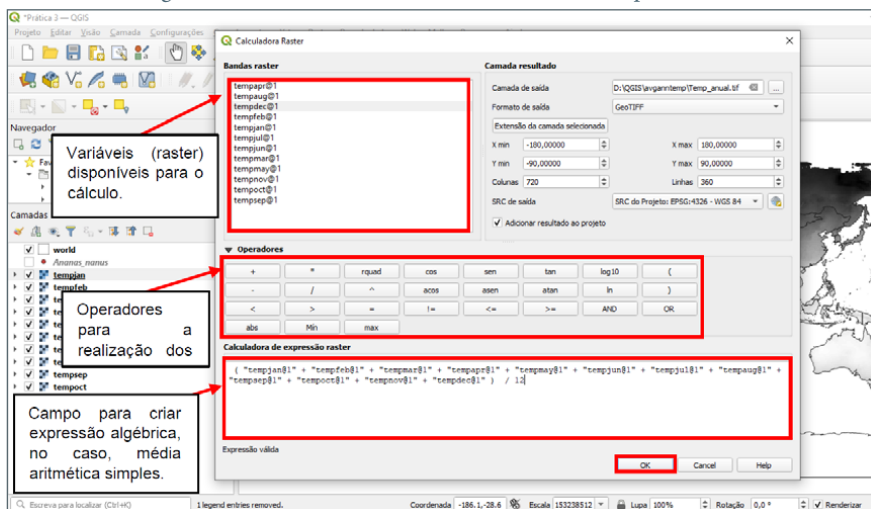
2. Calcular a média aritmética simples utilizando as camadas mensais (figura 86):

Figura 86: No menu *Raster*, abrir a ferramenta “Calculadora Raster...”



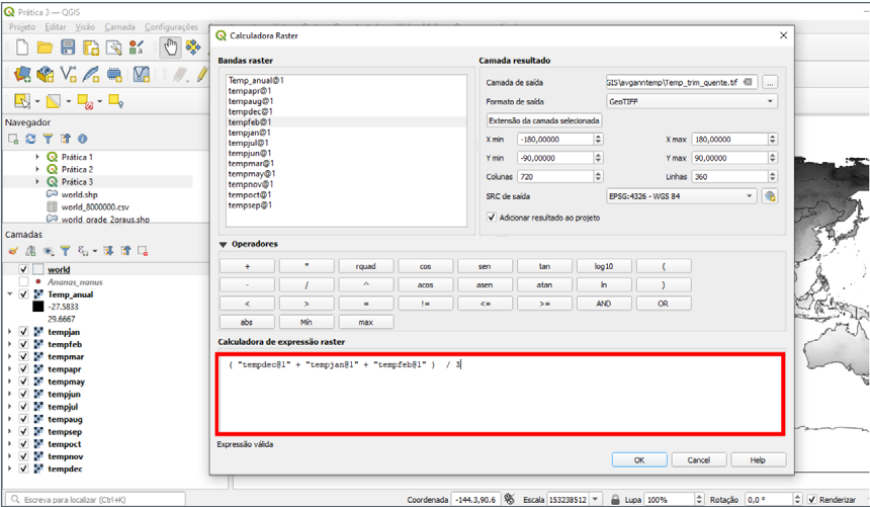
3. Criar expressão algébrica no campo “Calculadora de expressão raster” (figura 87):

Figura 87: Ferramenta “Calculadora Raster” e seus parâmetros



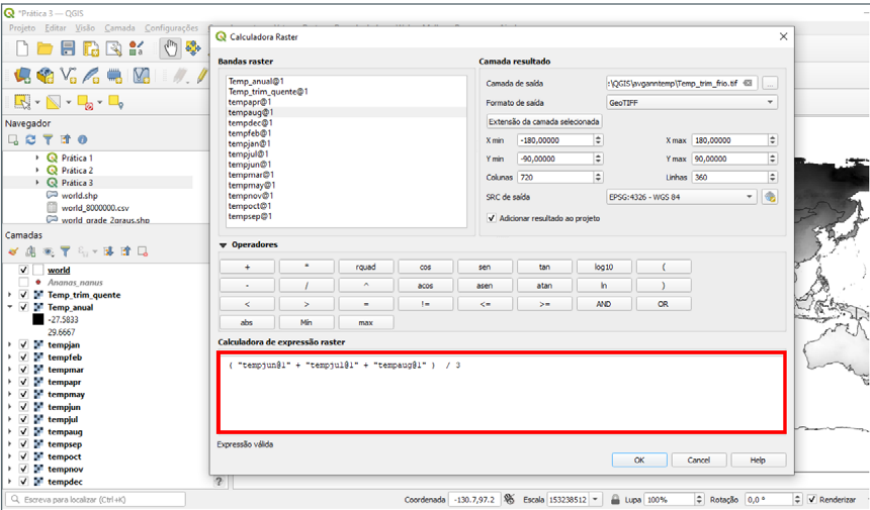
4. Gerar uma camada de temperatura média de dezembro, janeiro e fevereiro (figura 88):

Figura 88: Expressão para gerar a camada



5. Gerar uma camada de temperatura média de junho, julho e agosto (figura 89):

Figura 89: Expressão para gerar a camada



Exercício 3

Delimitar a camada *raster* nos limites da América do Sul

1. Selecionar os países para criar um *shapefile* da América do Sul (figuras 90 a 92):

Figura 90: Selecionar os polígonos dos países da América do Sul

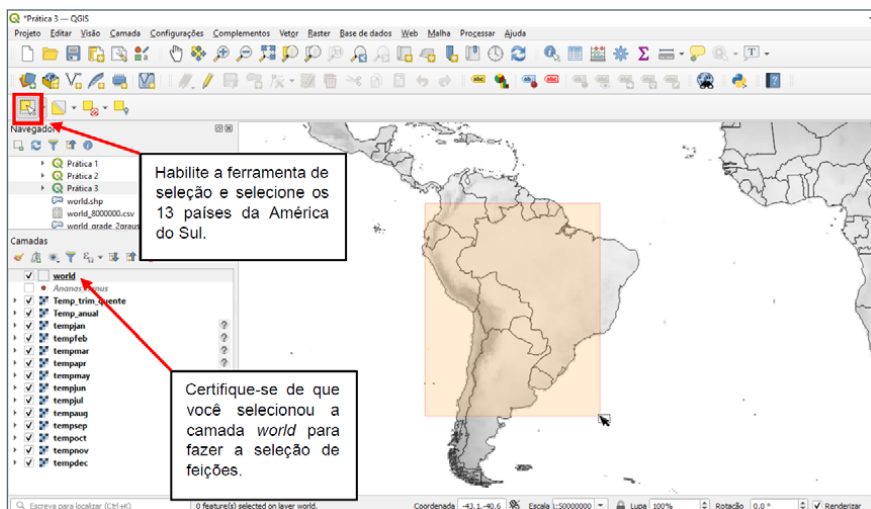


Figura 91: Exportar polígonos selecionados como *shapefile*

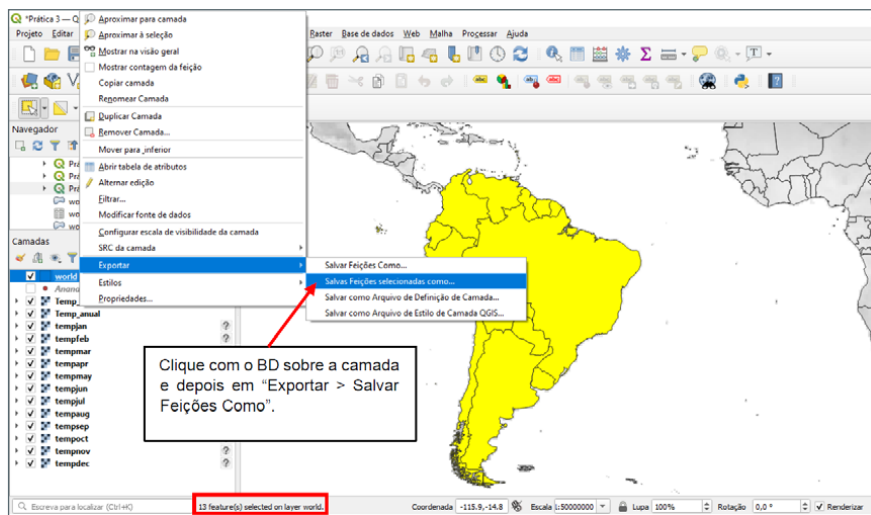
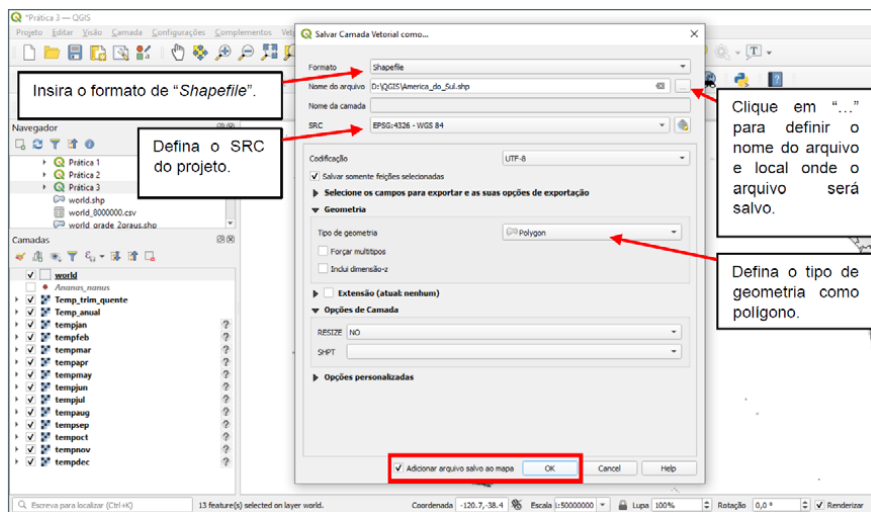
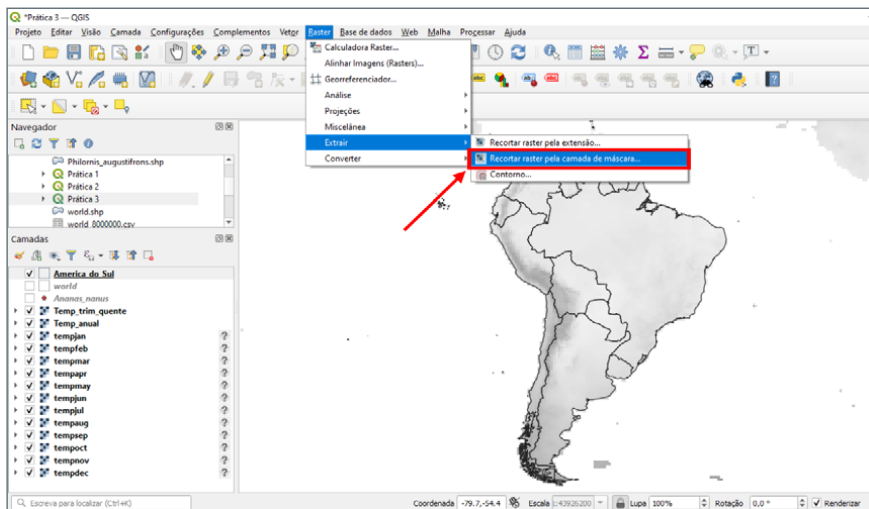


Figura 92: Configuração da exportação da seleção como *shapefile*



1. Abrir a ferramenta “Recortar *raster* pela camada de máscara” (figura 93):

Figura 93: Ferramenta “Recortar *raster* pela camada de máscara”



2. Configurar e executar a ferramenta (figuras 94 e 95):

Figura 94: Indicar o *shapefile* da América do Sul como camada máscara

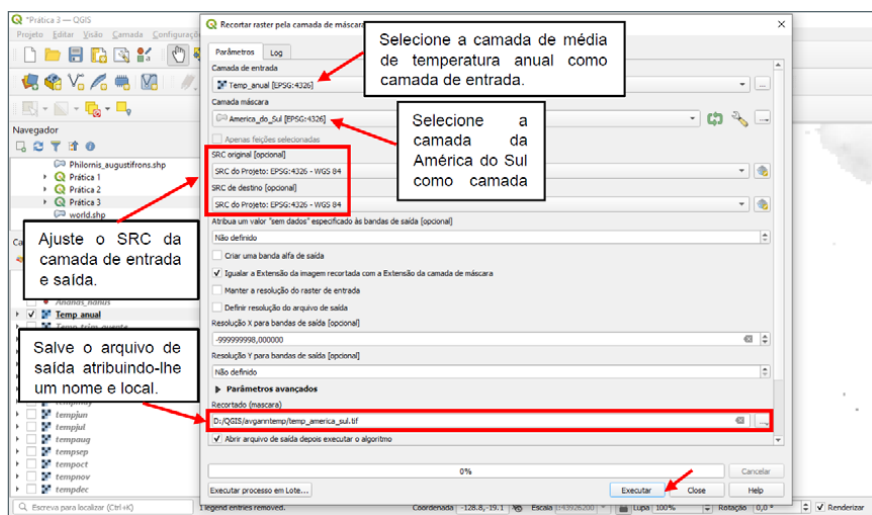
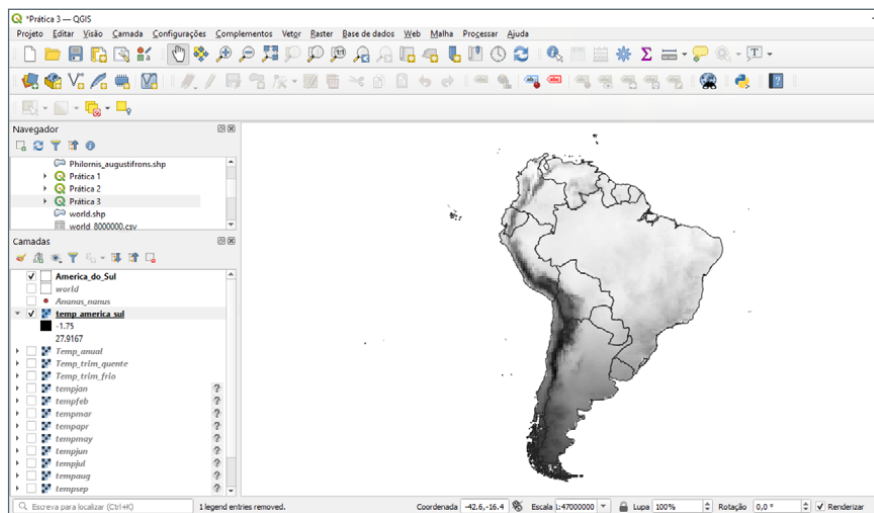


Figura 95: *Raster de temperatura média anual recortado pelo shapefile*

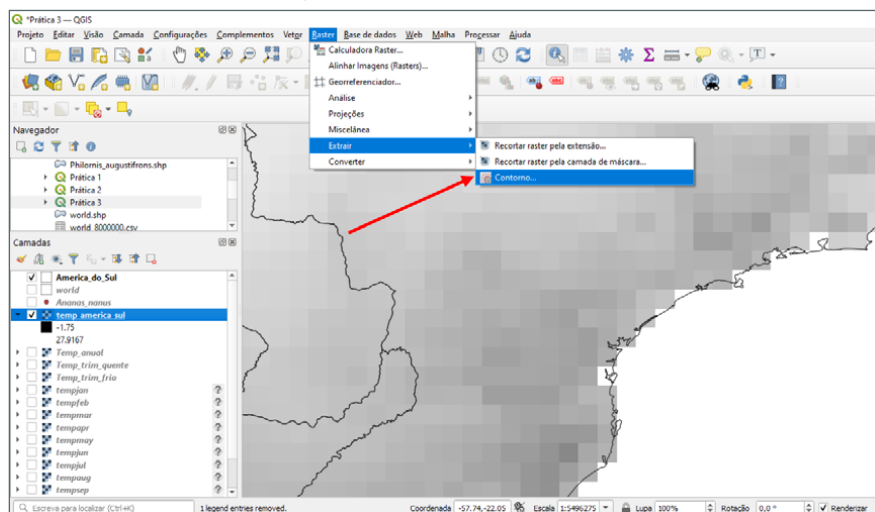


Exercício 4

Gerar mapa de isotermas

1. Abrir a ferramenta para criar as linhas de contorno (figura 96):

Figura 96: Ferramenta “Contorno”



2. Criar linhas de contorno a cada intervalo de 5 (graus Celsius) (figuras 97 e 98):

Figura 97: Configurando a ferramenta para criar contornos

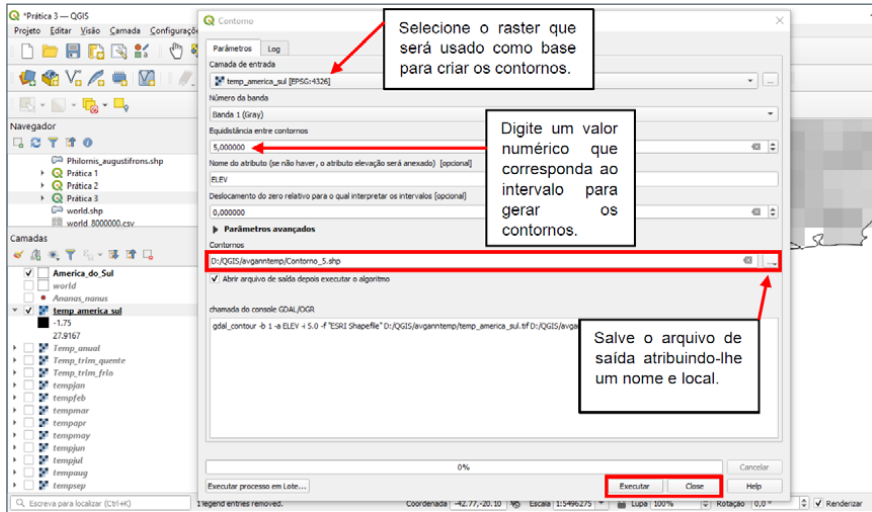
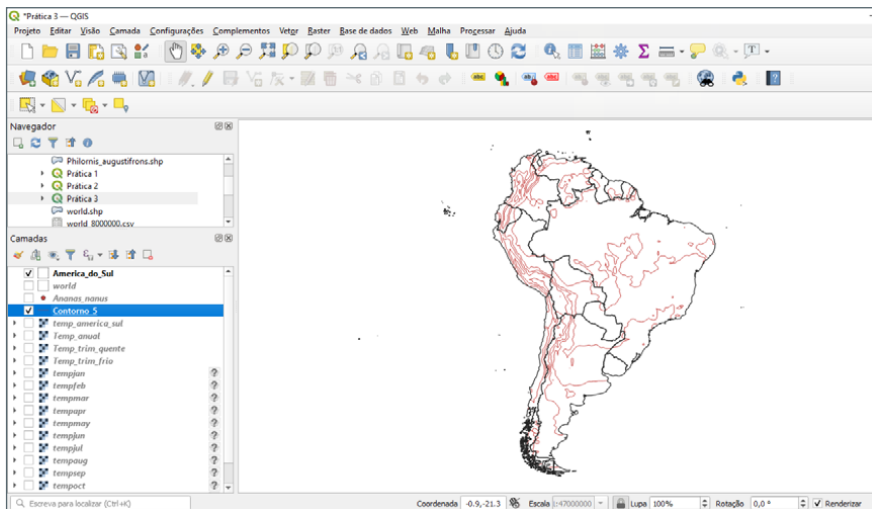


Figura 98: Isotermas de 5 graus Celsius de temperatura média anual



As isotermas são linhas que conectam localidades de mesma temperatura (Tyner, 2010). Assim como curvas de nível denotam variação no relevo em intervalos discretos, as isotermas denotam a variação de temperaturas em classes.

Exercício 5

Mostrar variável contínua em categorias de valores

1. Mudar a simbologia do *raster* de temperatura média anual (figuras 99 a 101):

Figura 99: Janela de propriedades da camada, aba simbologia

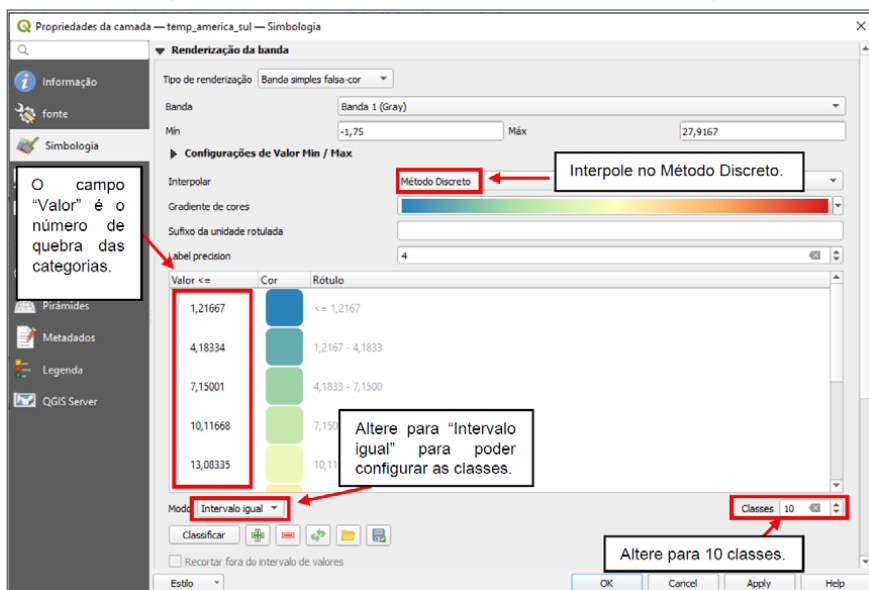


Figura 100: Mudança de parâmetros da simbologia

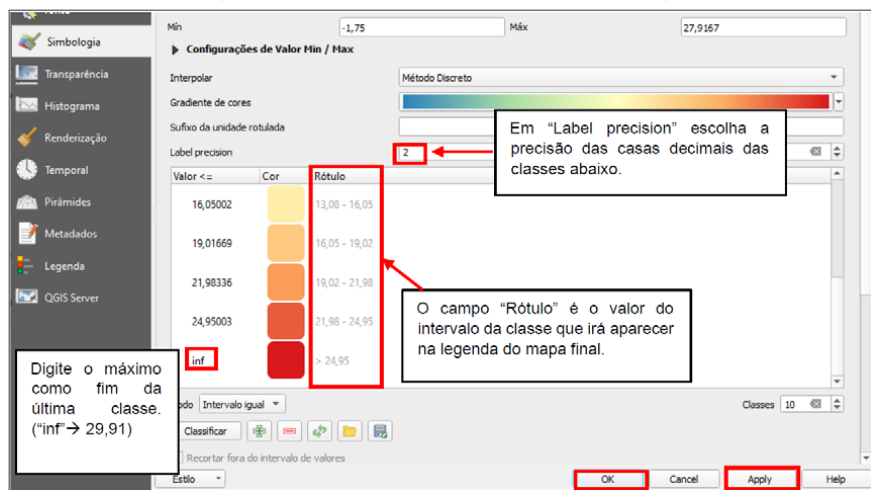
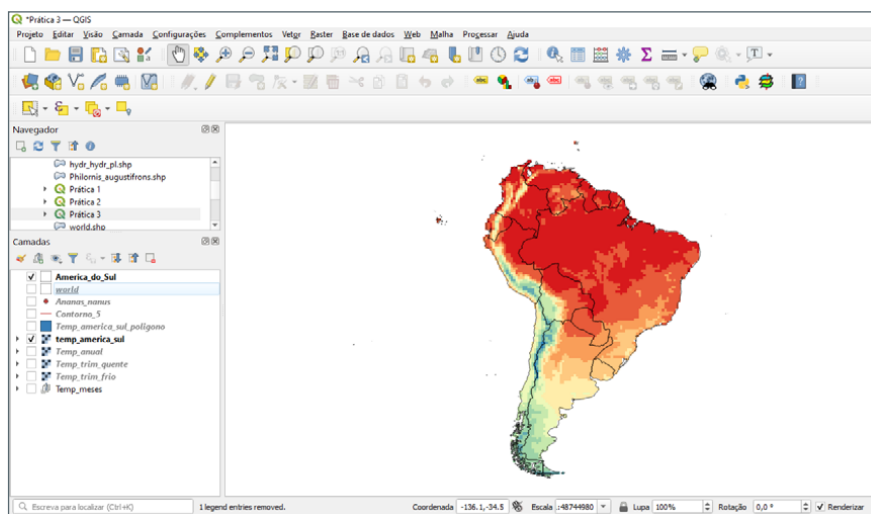


Figura 101: Temperatura média anual em categorias discretas de valores



2. Transformar as classes discretas do raster em *shapefile* de polígonos (figuras 102 a 104):

Figura 102: Ferramenta “Raster para vetor (poligonizar)”

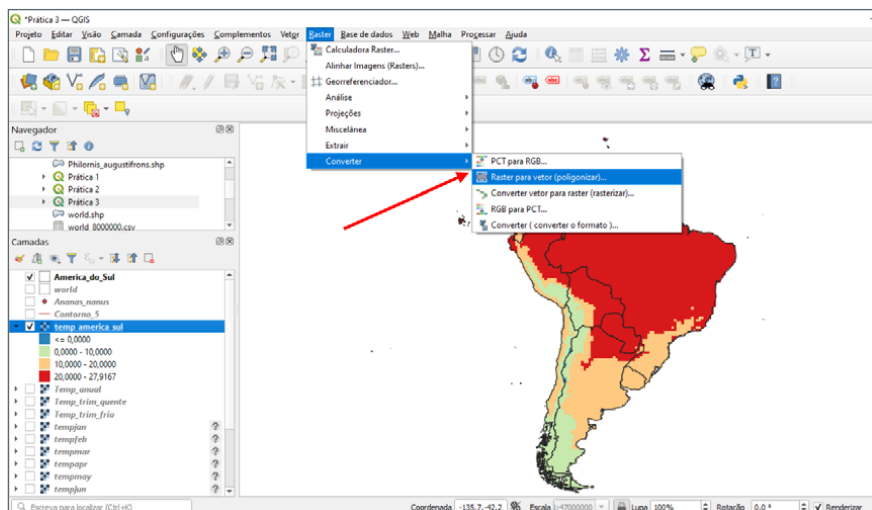


Figura 103: Configuração da ferramenta “Raster para vetor”

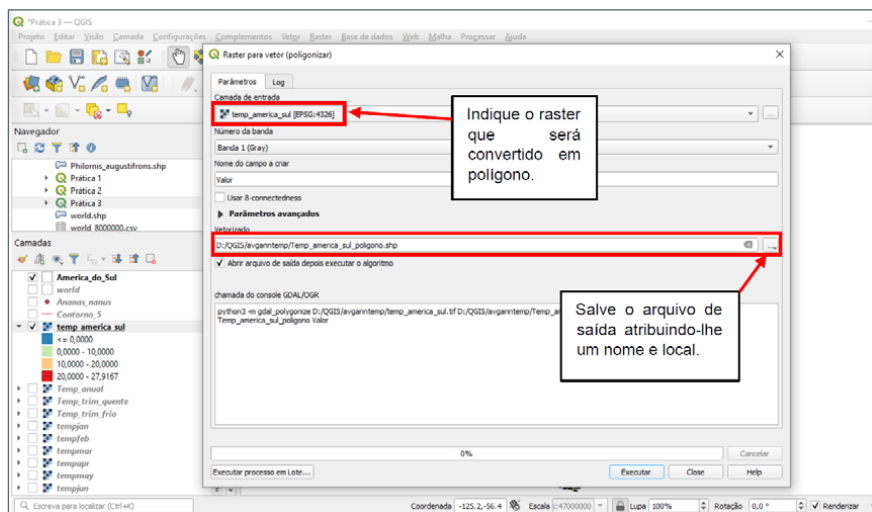
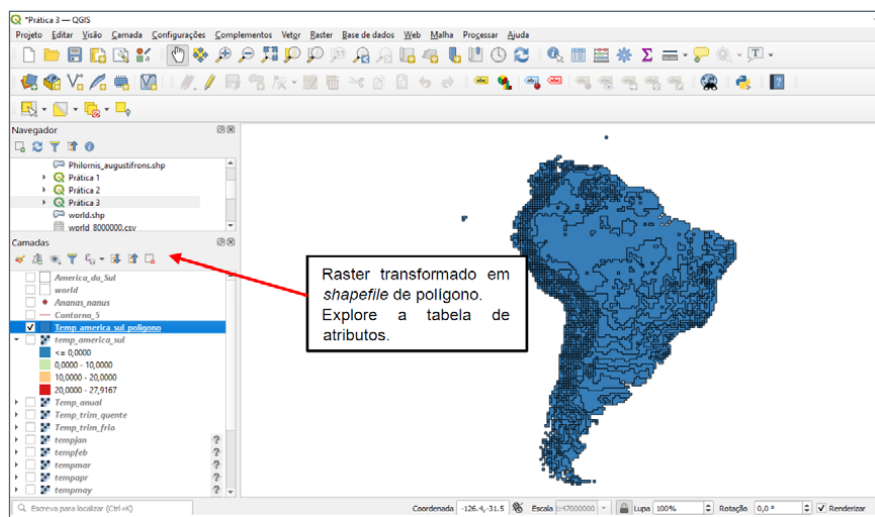


Figura 104: Categorias de temperaturas transformadas em polígonos



Exercício 6

Extrair informação da camada *raster* para os pontos de ocorrência

1. Instalar o complemento “*Point Sampling Tool*” (figuras 105 a 108):

Figura 105: Ferramenta “Gerenciar e Instalar Complementos”

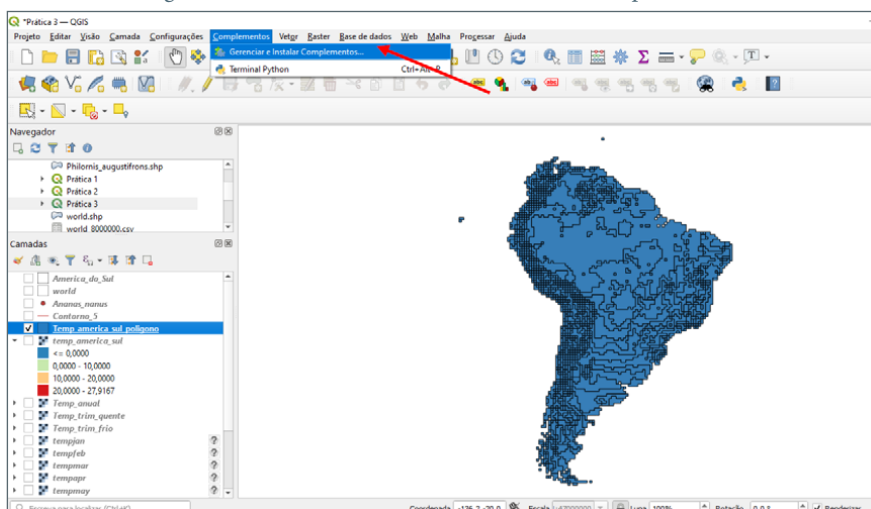


Figura 106: Janela de busca por repositórios de complementos

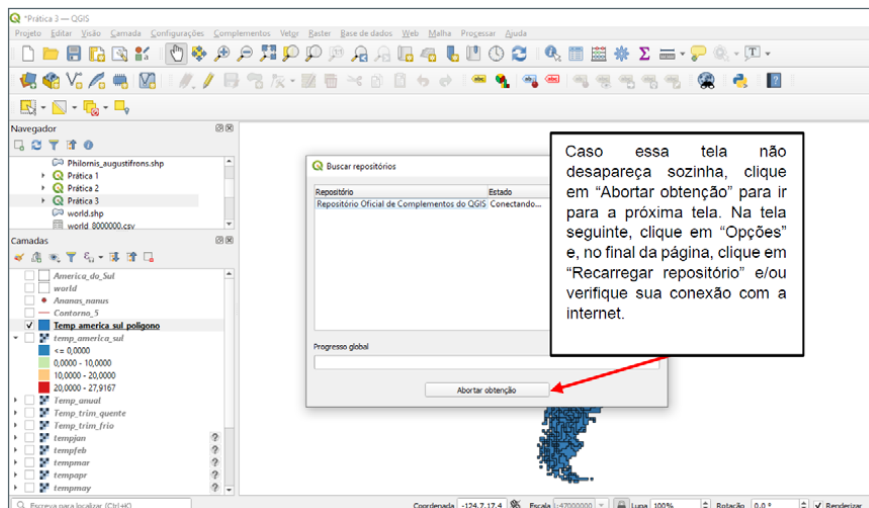


Figura 107: Buscar o complemento pelo nome ou parte do nome

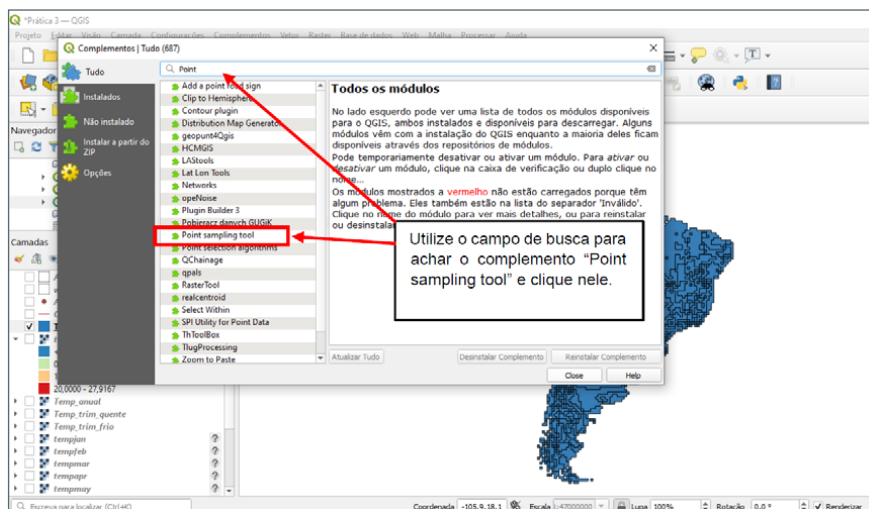
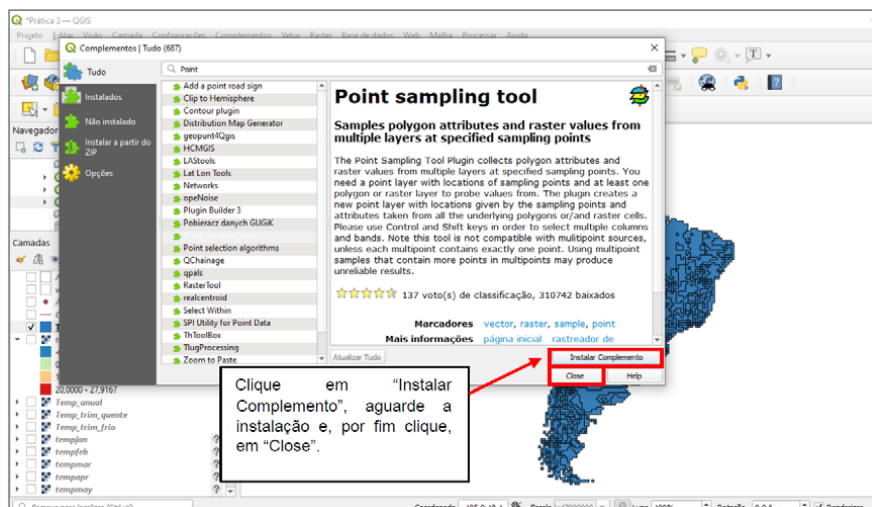


Figura 108: Instalação do complemento



2. Responder: quais são os valores de temperatura média anual e precipitação anual para os pontos de ocorrência de *Ananas*? (figuras 109 a 111):

Figura 109: Preparação para o uso da ferramenta "Point sampling tool"

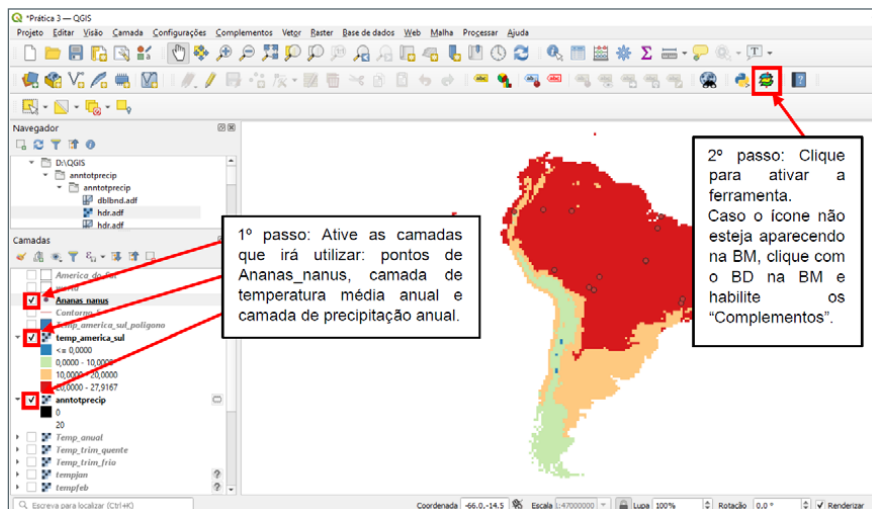


Figura 110: Configuração dos parâmetros da ferramenta

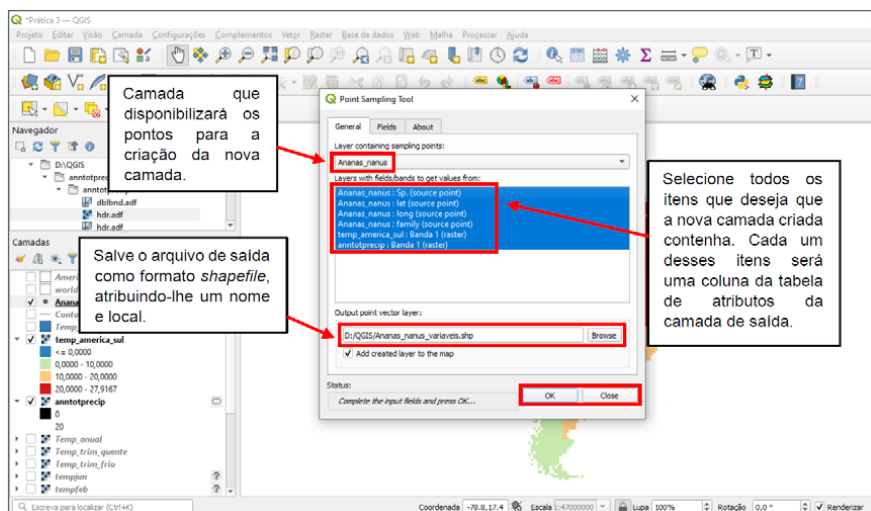
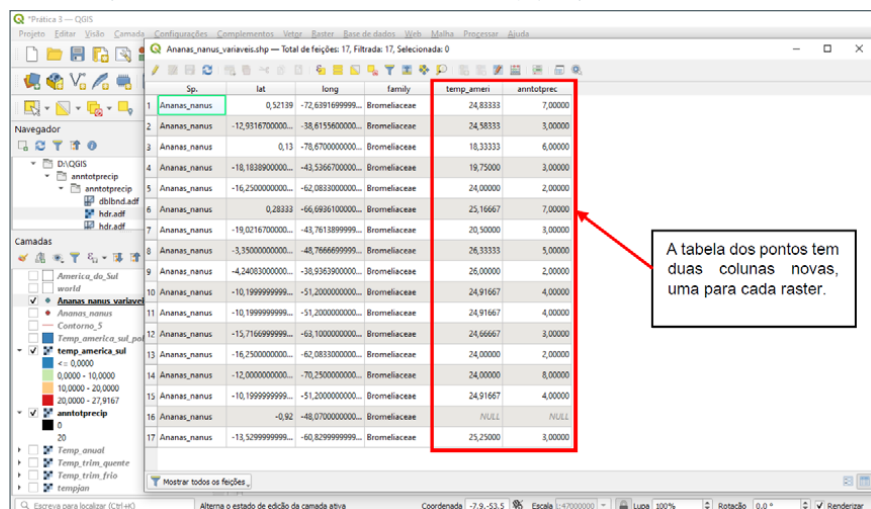


Figura 111: Abra a tabela de atributos do *shapefile* gerado pela ferramenta



3. Montar um gráfico de dispersão usando a variável de temperatura (°C) como eixo **x** e precipitação (índice) como eixo **y** (figuras 112 a 114).

Figura 112: Ferramenta “Gráfico de dispersão da camada vetorial”

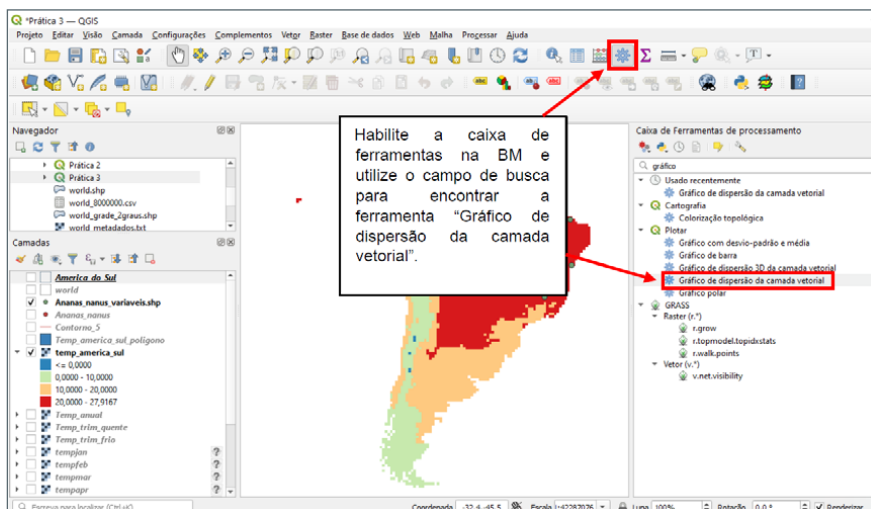


Figura 113: Configuração dos parâmetros da ferramenta

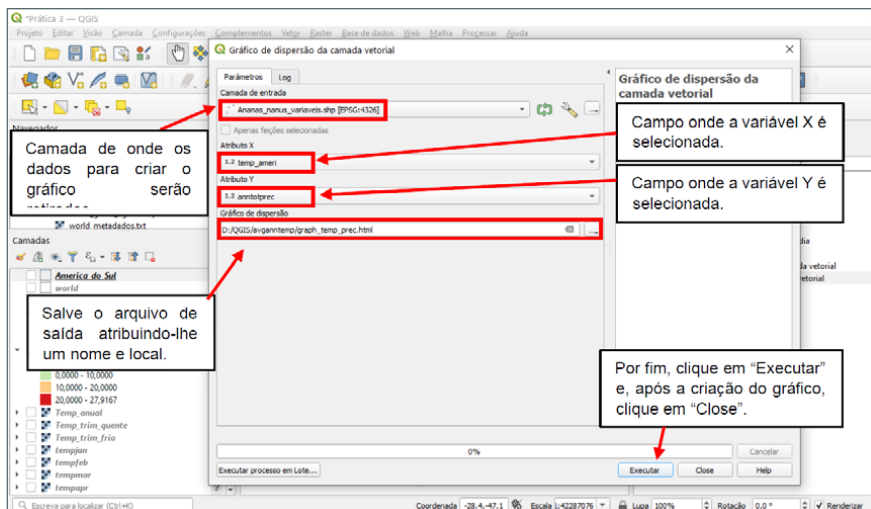
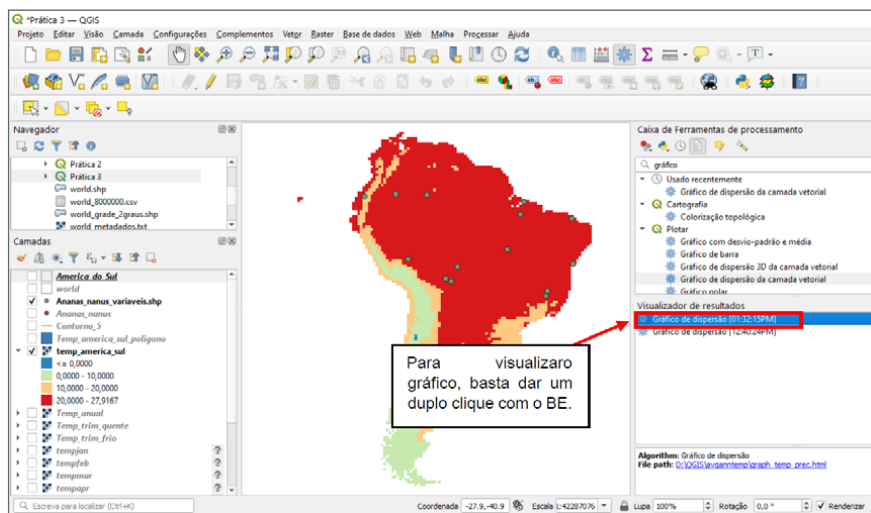


Figura 114: Abrir o gráfico gerado pela ferramenta



Exercício 7

Criar um *layout* para publicação

1. Abrir um novo *layout* de impressão e atribuir título (figuras 115 e 116):

Figura 115: Novo *layout* de impressão

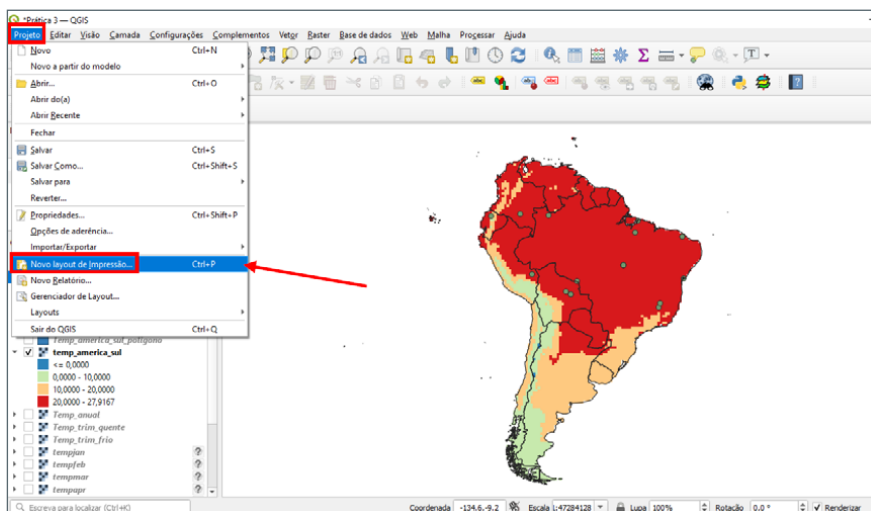
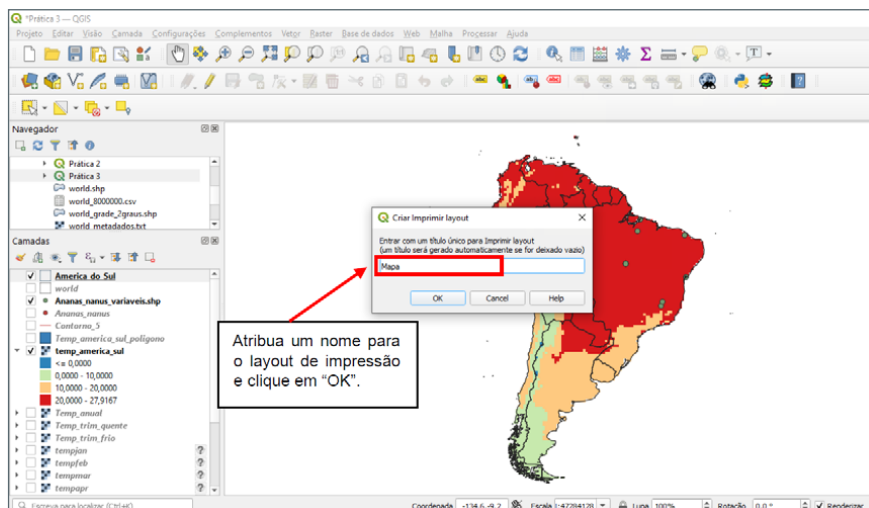


Figura 116: Atribuir título único para *layout* de impressão



2. Na janela de *layout*, ajustar as propriedades da página (figuras 117 e 118):

Figura 117: Abrir as propriedades da página de *layout*

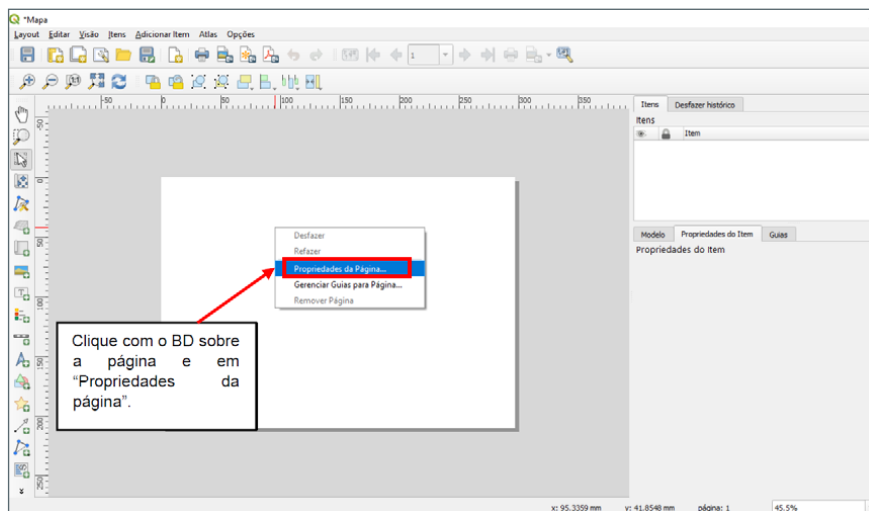
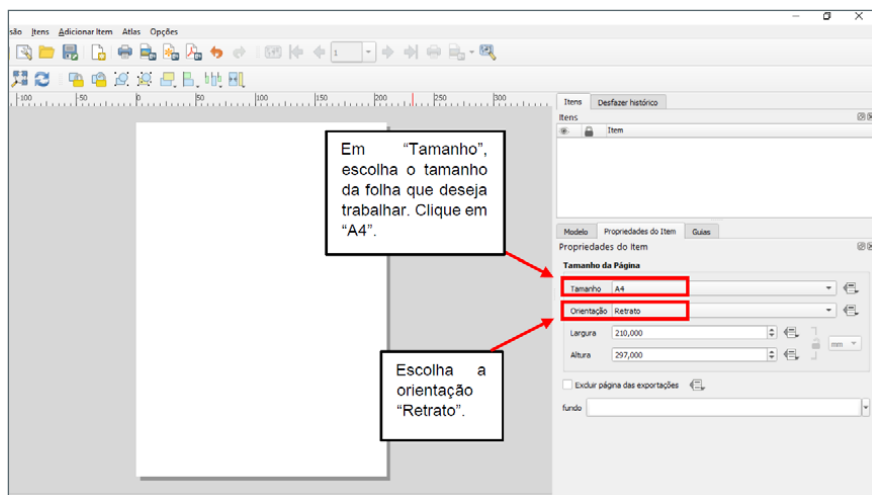


Figura 118: Configurar o tamanho e orientação da página de *layout*



3. Adicionar o mapa principal e o mapa de referência na página (figuras 119 e 120):

Figura 119: Adicionar mapa na página de *layout*

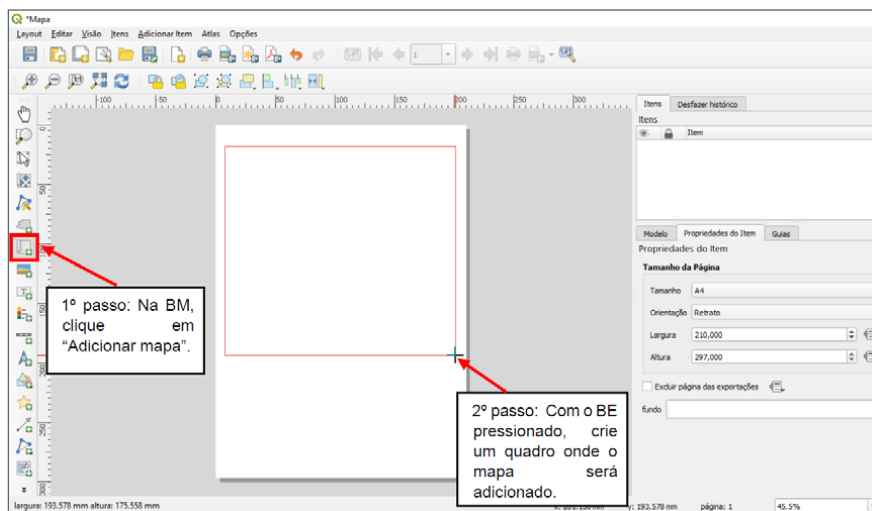
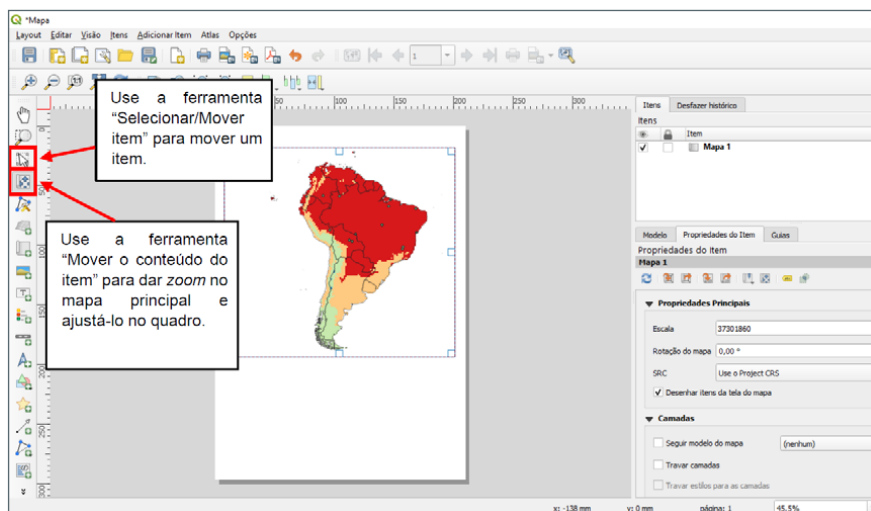
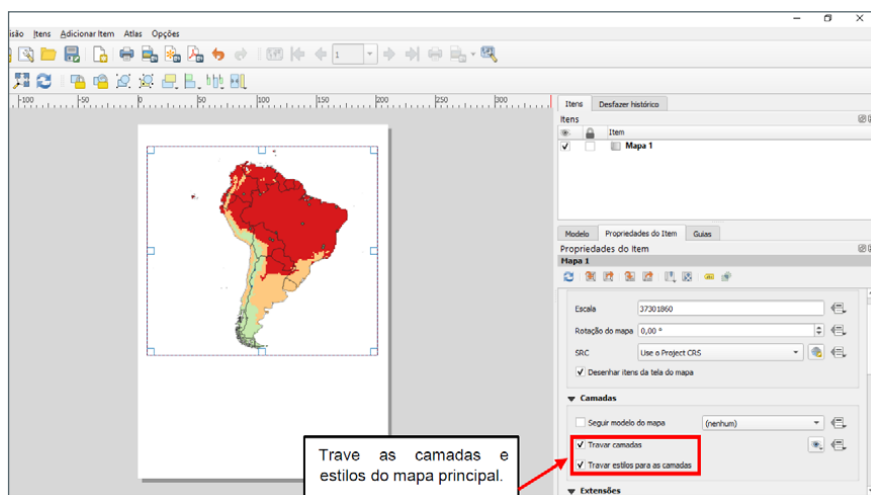


Figura 120: Enquadrar o mapa na página de *layout*



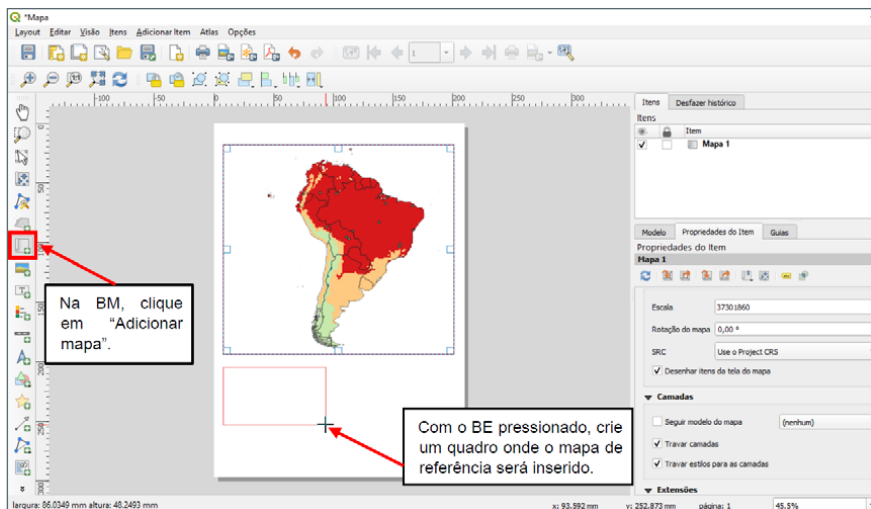
4. Travar camadas para que o enquadramento não se altere (figura 121):

Figura 121: Nas propriedades do mapa, travar camadas e estilos



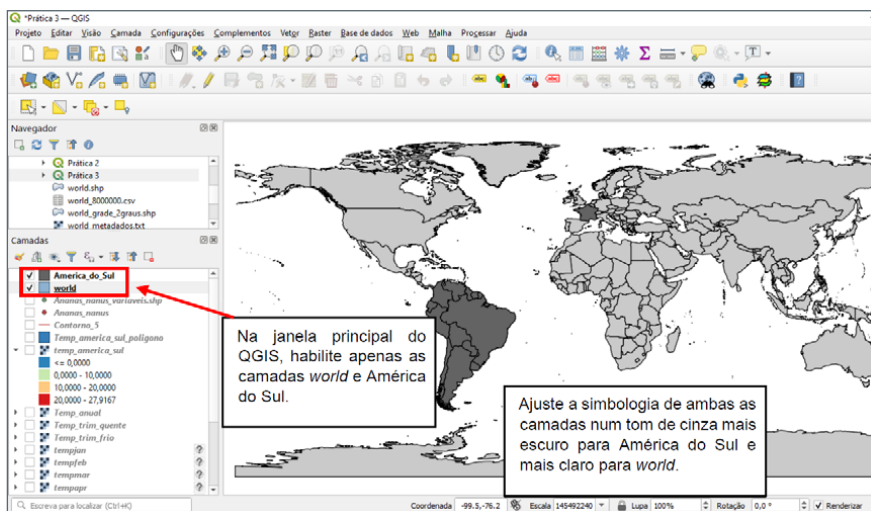
5. Adicionar o segundo mapa (referência) à página de *layout* (figura 122):

Figura 122: Adicionar segundo mapa à página de *layout*



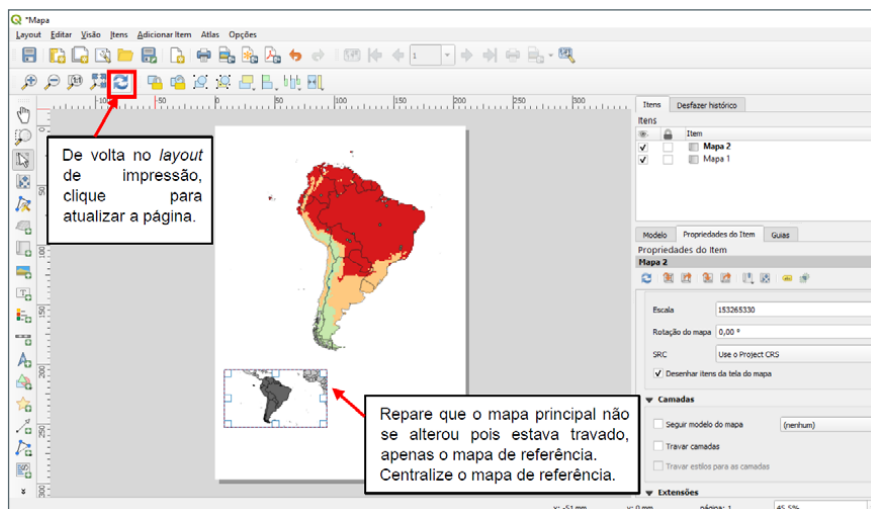
6. Na visualização, montar o mapa que será o mapa de referência (figura 123):

Figura 123: Janela visualização do mapa, montar mapa de referência



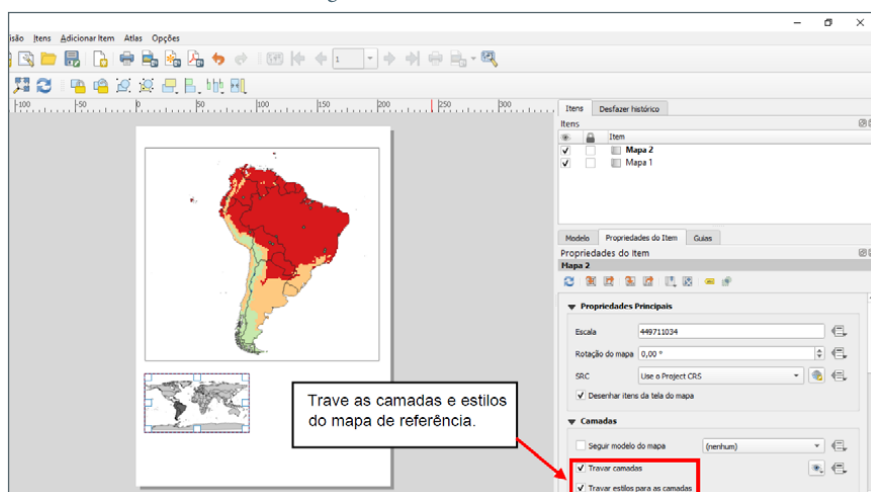
7. No *layout* de impressão, atualizar a página de *layout* (figura 124):

Figura 124: Atualizar a página de *layout*



8. Selecionar o segundo mapa e travar camadas (figura 125):

Figura 125: Travar camadas



9. Adicionar elementos cartográficos (figuras 126 a 140):

Figura 126: Adicionar um rótulo para escrever o título do mapa

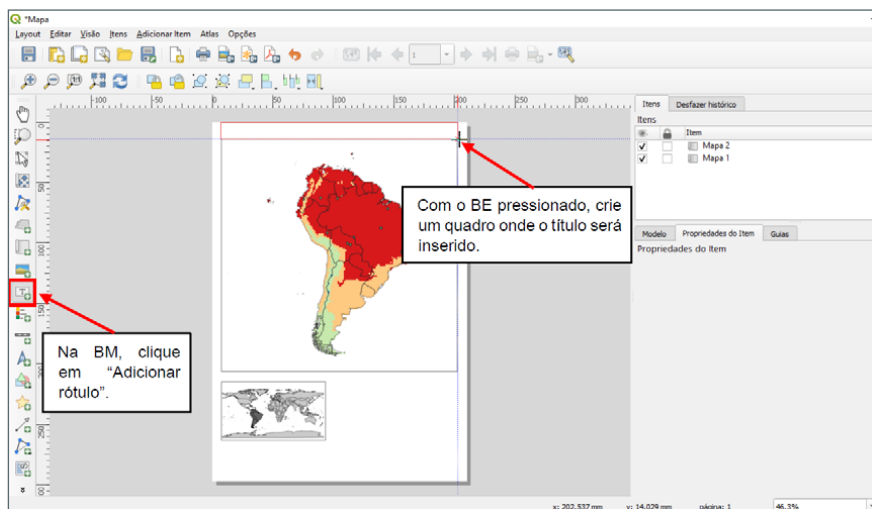


Figura 127: Escrever o título do mapa na caixa de texto do rótulo

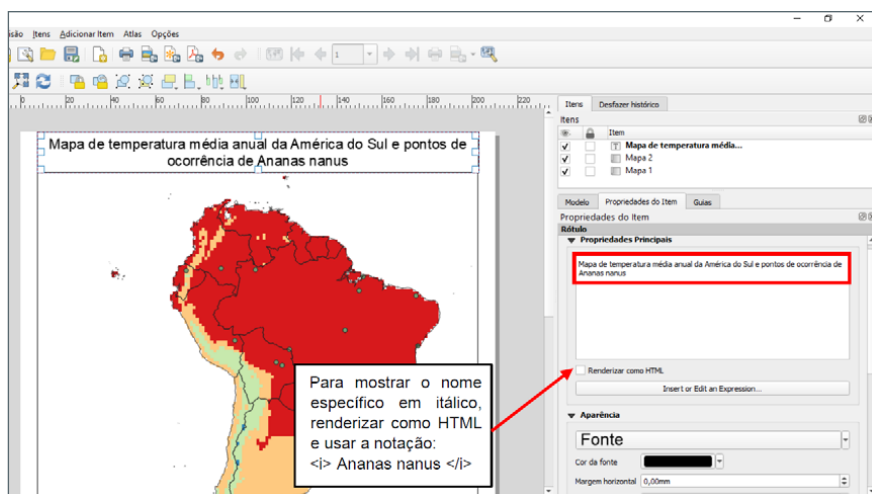


Figura 128: Adicionar grade de coordenadas geográficas

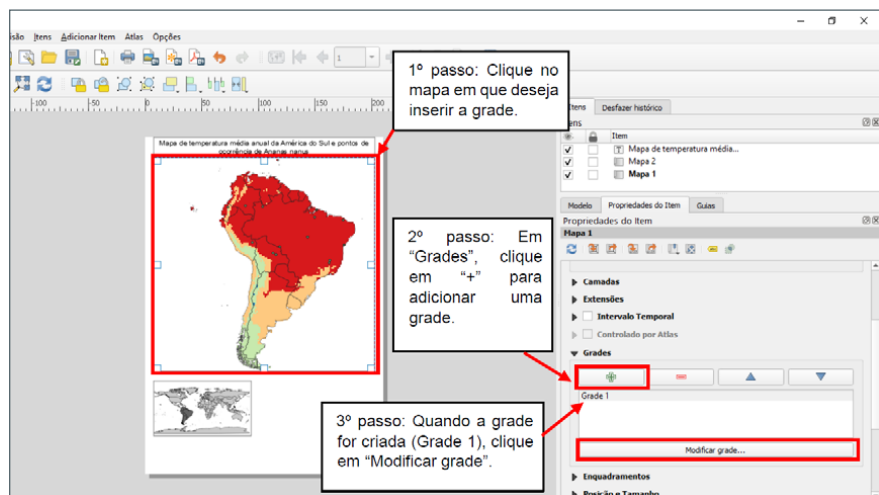


Figura 129: Configurar as propriedades da grade de coordenadas geográficas

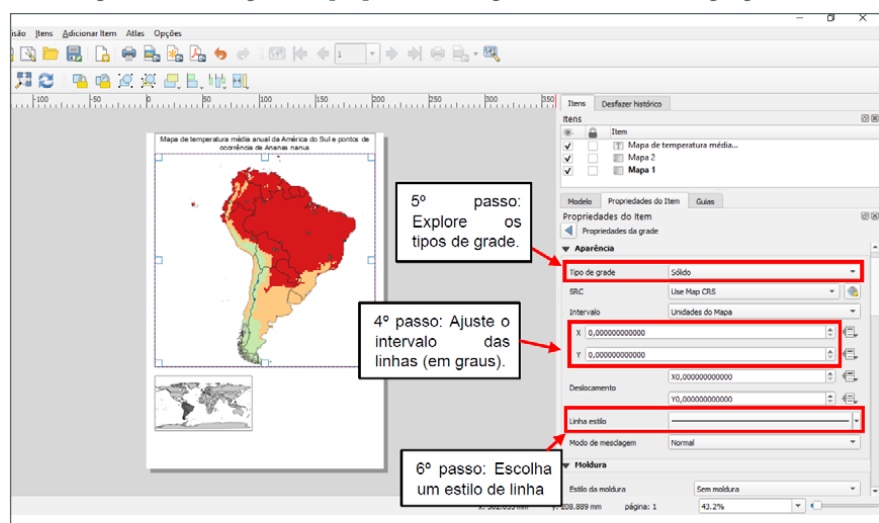


Figura 130: Configurar propriedades da grade para desenhar coordenadas

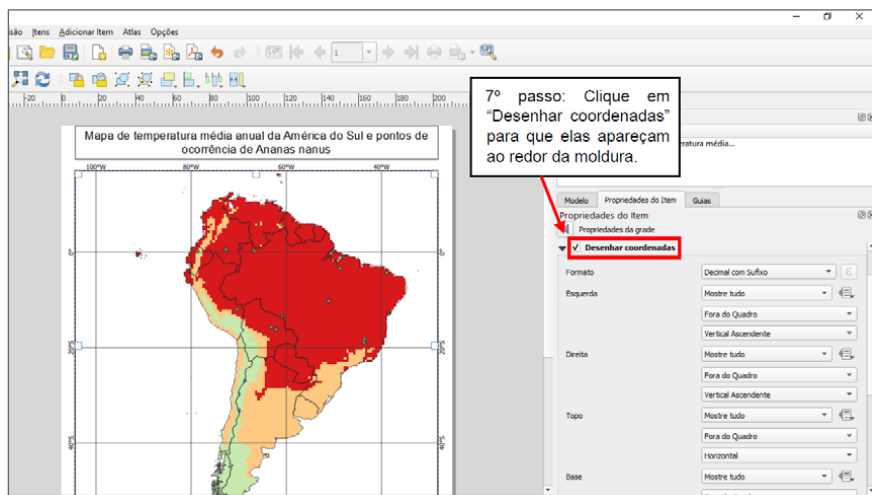


Figura 131: Adicionar legendas

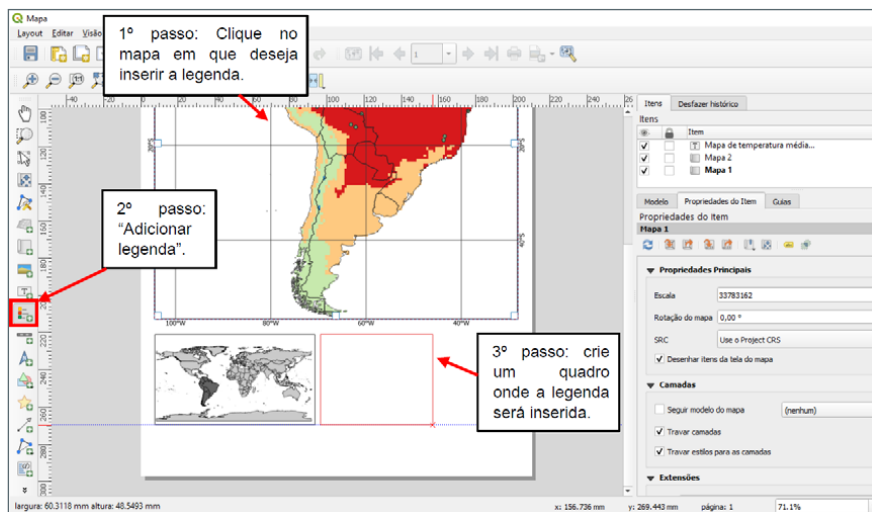


Figura 132: Configurar os itens da legenda

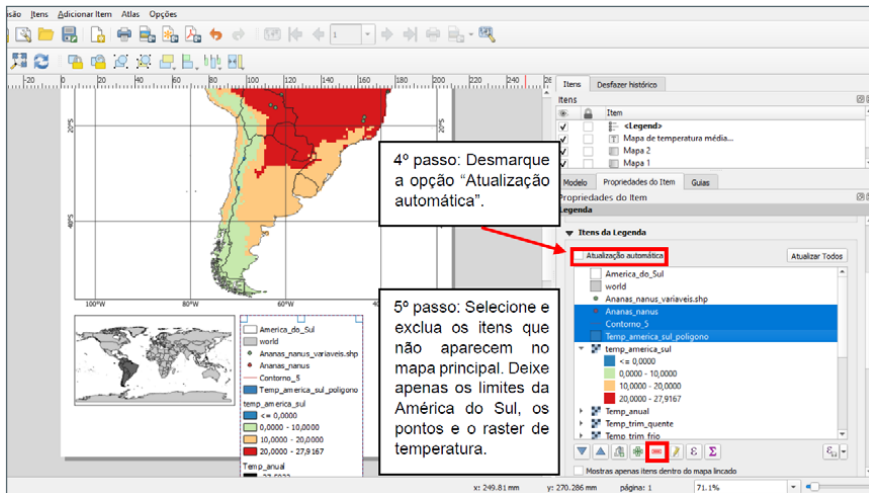


Figura 133: Renomear itens da legenda, se necessário

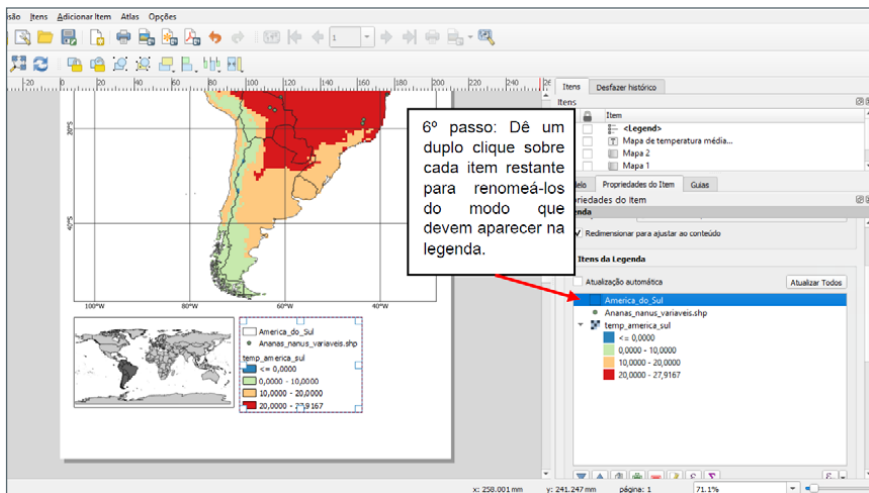


Figura 134: Alterar configuração da fonte da legenda, se necessário

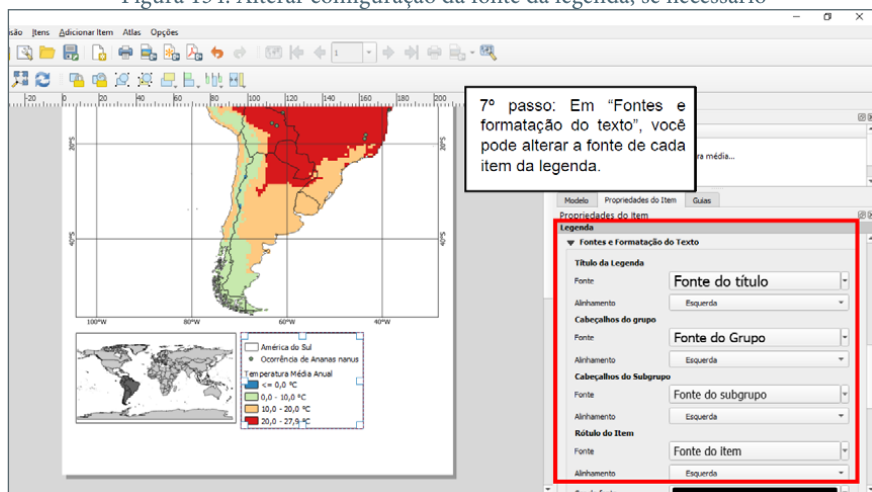


Figura 135: Adicionar barra de escala

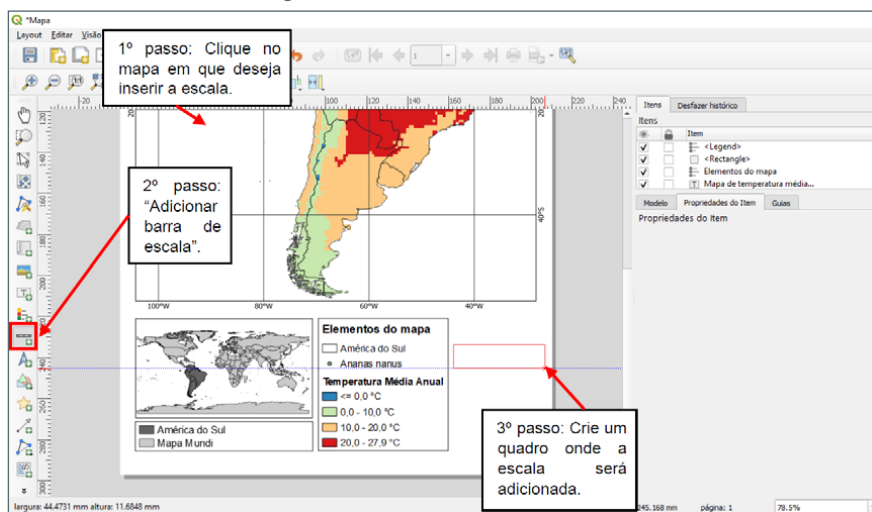


Figura 136: Configurar propriedades da barra de escala

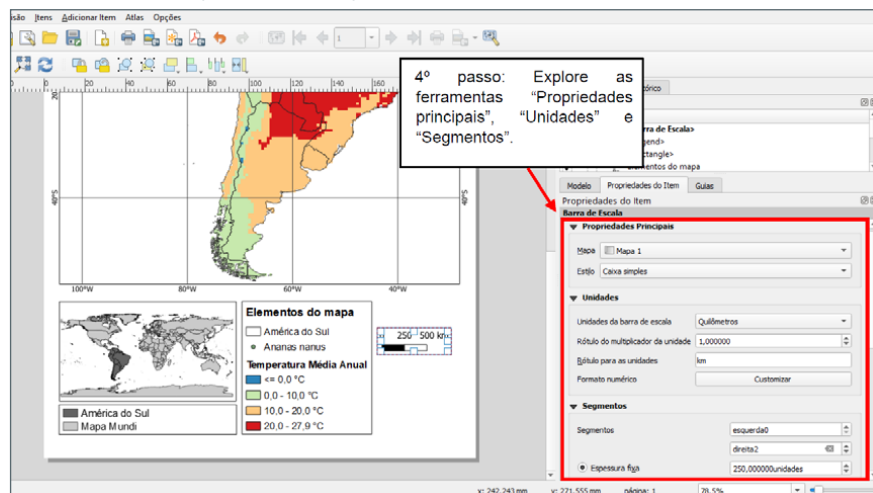


Figura 137: Adicionar seta Norte

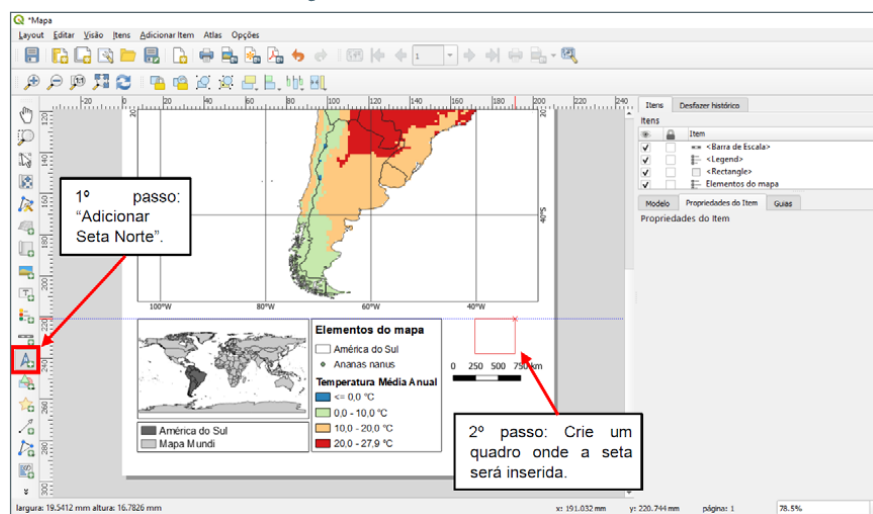


Figura 138: Escolher imagem da seta Norte

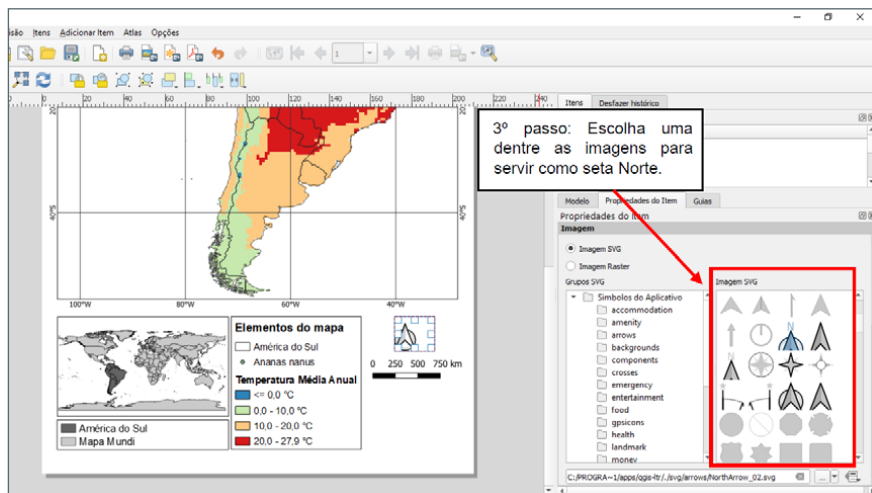


Figura 139: Adicionar rótulo com informações do mapa

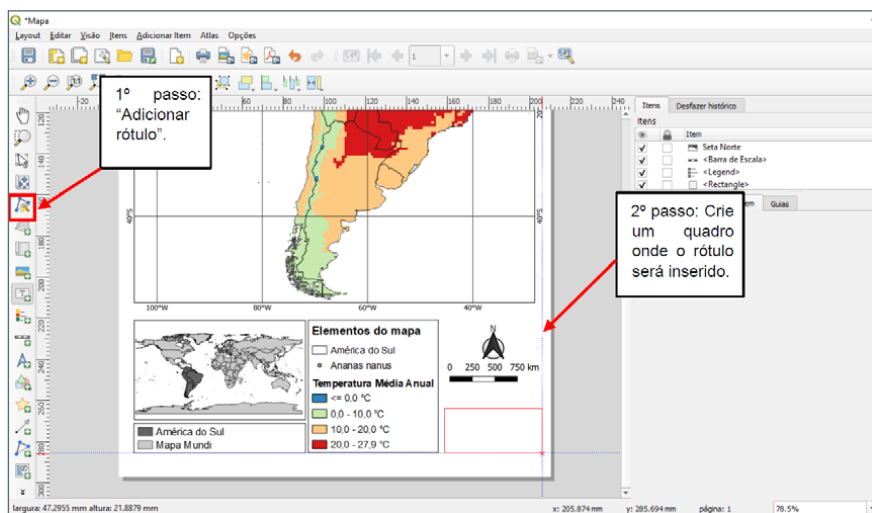
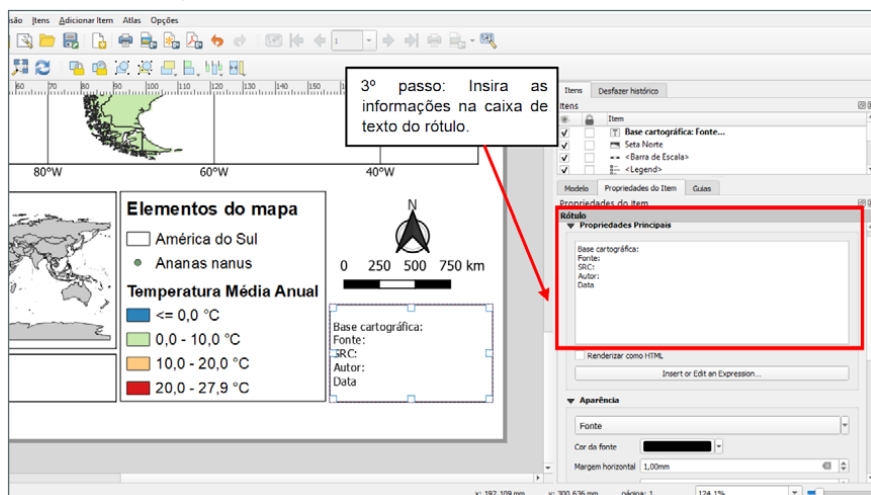
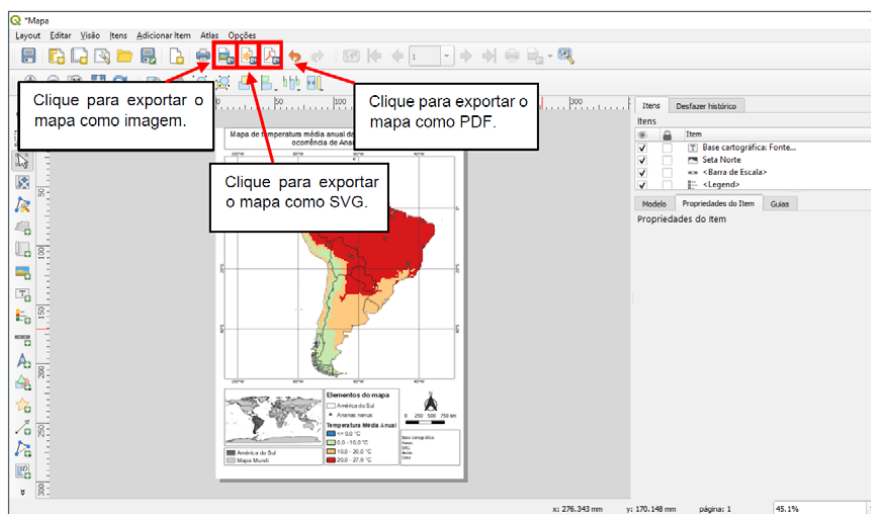


Figura 140: Inserir informações na caixa de texto do rótulo



10. Exportar o mapa como imagem, vetor ou PDF (figura 141):

Figura 141: Exportar o mapa



3.6 Considerações finais: Nesta aula prática, o estudante ou a estudante teve contato com o formato matricial (*rasterfile*) de dados. Entender a importância da extensão e do tamanho do pixel em dados contínuos é essencial para interpretação espacial e análise. Eles e/ou elas calcularam novas camadas ambientais de modo a obter os valores médios de variáveis e a categorizar valores contínuos. Ademais, foram abordadas ferramentas básicas para a produção de mapas para publicação.

4.

Atividade avaliativa: um artigo com mapas

Esta atividade tem por objetivo avaliar a capacidade instrumental do ou da estudante em Sistema de Informação Geográfica aplicado à pesquisa em Biogeografia. Propõe-se, então, a confecção de um artigo com a finalidade de verificar se o aluno ou a aluna aprendeu a usar as ferramentas disponíveis e se ele ou ela consegue aplicá-las para responder perguntas biogeográficas básicas.

No artigo, a parte textual servirá de contexto para apresentar os mapas: os elementos mais ponderosos da atividade (ver rubrica). No entanto, é importante que o alunado saiba que parte da avaliação recai sobre aspectos do texto. É esperado que o alunado apresente o artigo estruturado nas seguintes seções: Título, autor(es), resumo, introdução, objetivo, métodos, resultados, discussão (optativo), referências e anexos. Também é esperado que o artigo contenha – pelo menos – cinco mapas confeccionados por ele. Os mapas podem estar na seção de resultados ou nos anexos.

A avaliação pode ser aplicada na primeira ou na quarta aula. A vantagem de ocorrer na primeira aula é que o estudante ou a estudante já terá uma meta concreta de aprendizado e de produto e isso poderá ser motivador para a execução dos exercícios das aulas práticas. A desvantagem é que, para os alunados, as turmas que nunca tiveram contato com programas de SIG, a grande quantidade de informação para explicar os critérios de avaliação juntamente com o aprendizado das ferramentas da aula prática 1 pode sobrecarregá-los(as).

Após finalizadas as aulas práticas, é recomendado um prazo de 30 a 45 dias para que os estudantes e/ou as estudantes finalizem os artigos. Durante as aulas práticas, é comum que o estudante ou a aluna consiga executar as análises e confeccionar os mapas. No entanto, há a necessidade de tempo para leitura, escrita e formatação do artigo. No caso de disciplinas ofertadas de modo condensado, a alternativa é solicitar apenas os mapas e as descrições espaciais. Outra recomendação, é mostrar a rubrica de avaliação aos estudantes e às para que eles(as) saibam de antemão os critérios avaliativos.

4.1 Aula prática 4

Tema: Instalação da atividade avaliativa.

Objetivo: Avaliar a capacidade instrumental em Sistema de Informação Geográfica aplicado à pesquisa em Biogeografia. O aluno deverá confeccionar e entregar um artigo digital conforme instruções estabelecidas a seguir.

Produto esperado: Texto em forma de artigo científico contendo mapas e descrições espaciais.

Diretrizes iniciais:

1. Decidir se fará a atividade individualmente ou em dupla.
2. Delinear um objetivo ou uma pergunta científica no escopo da Biogeografia.
3. Escolher **uma espécie terrestre**. A espécie escolhida deverá ter, pelo menos, **20** pontos de ocorrência não coincidentes.
4. A extensão geográfica de estudo é a América do Sul.
5. Utilizar, pelo menos, uma variável contínua (*raster*) e uma variável categórica (*shapefile*).
6. Esta é uma atividade obrigatória.

Diretrizes de formatação:

1. Documento digital em formato PDF.
2. O artigo deverá conter as seguintes seções:
 1. Título, 2. Autor(es), 3. Resumo, 4. Introdução, 5. Objetivo, 6. Métodos, 7. Resultados, 8. Mapas e Anexos. A seção “Discussão” é opcional.
3. O texto deverá ser sintético e dar ênfase aos mapas e às descrições espaciais.

Diretrizes de envio:

1. Antes de enviar o arquivo, verifique se o seu artigo atende a todos os critérios da rubrica.
2. Enviar apenas um arquivo em PDF contendo todos os mapas e anexos.
3. Envios tardios, até três dias após o fim do prazo, serão aceitos, mas com penalidade (ver rubrica).
4. Atrasos de ordem técnica, como desconfiguração do documento, falta de acesso à internet, se encaixam no item anterior.

Rubrica de avaliação prática³

A rubrica de avaliação consiste na exposição dos critérios e parâmetros a serem avaliados, com as respectivas notas (figura 142). Serve como um gabarito para o ou a docente avaliar o artigo e para o ou a estudante saber o que será avaliado. Caso todos os critérios sejam atendidos plenamente, a soma das notas resultará em 100 pontos, mais cinco pontos pela seção de discussão (bônus).

3 Uma versão editável da rubrica está disponível em: https://github.com/pelow22/sig_biogeografia/tree/main/Capitulo_4.

Figura 142: Critérios de avaliação para a correção do artigo

ATIVIDADE: ARTIGO CIENTÍFICO	ATENDE PLENAMENTE	ATENDE PAR- CIALMENTE	NÃO ATENDE
Forma: O artigo apresenta as seguintes seções: título, autor, resumo, introdução, objetivo, métodos, resultados e referências.	O artigo apresenta as oito seções.	O artigo apresenta entre quatro e sete seções.	O artigo apresenta de uma a três seções.
Pontuação	5	3	0
Forma: A seção “discussão” é opcional (pontos bônus).	O artigo apresenta a seção “discussão”.	Não se aplica.	O artigo não apresenta a seção “discussão”.
Pontuação	5*	0	0
Contexto: Introdução sobre o táxon escolhido.	O texto apresenta três informações básicas sobre o táxon escolhido.	O texto apresenta uma a duas informações básicas sobre o táxon escolhido.	O texto não apresenta informações básicas sobre o táxon escolhido.
Pontuação	3	1,8	0
Contexto: Introdução sobre a ocorrência do táxon escolhido.	O texto apresenta dois conceitos que embasam as interações/ ocorrências.	O texto apresenta um conceito que embasa as interações/ ocorrências.	O texto não apresenta conceitos que embasam as interações/ ocorrências.
Pontuação	3	1,8	0
Contexto: Uso de referências.	O texto apresenta cinco ou mais referências científicas.	O texto apresenta de uma a quatro referências científicas.	O texto não apresenta referências científicas.

Pontuação	3	1,8	0
Objetivo: Redação.	O texto apresenta uma redação direta e clara do objetivo.	O texto apresenta uma redação indireta e confusa do objetivo.	O texto apresenta uma redação incompreensível do objetivo.
Pontuação	3	1,8	0
Objetivo: Abrangência e executabilidade.	O texto apresenta um objetivo coerente com o “tamanho” do artigo.	Não se aplica.	O texto apresenta um objetivo incoerente com o “tamanho” do artigo.
Pontuação	2	0	0
Método: Correspondência com o objetivo.	O artigo apresenta uma correspondência direta entre os dados, os métodos e o objetivo.	O artigo apresenta uma correspondência indireta entre os dados, os métodos e o objetivo.	O artigo não apresenta nenhuma correspondência entre os dados, os métodos e o objetivo.
Pontuação	2	1,2	0
Método: Número de pontos de ocorrência.	O texto apresenta o número de pontos de ocorrência ($n > 20$).	O texto apresenta o número de pontos de ocorrência ($n < 20$).	O texto não apresenta o número de pontos de ocorrência.
Pontuação	4	2,4	0
Método: Variáveis espaciais.	O texto apresenta as variáveis espaciais ($n > 2$).	O texto apresenta as variáveis espaciais ($n < 2$).	O texto não apresenta as variáveis espaciais.
Pontuação	4	2,4	0
Método: Área de estudo.	O texto apresenta a área de estudo que deve ser terrestre ou aquática e estar contida na América do Sul.	O texto apresenta a área de estudo fora dos limites na América do Sul.	O texto não apresenta a área de estudo que deve ser terrestre ou aquática e estar contida na América do Sul.

Pontuação	4	2,4	0
Método: Fonte dos dados	O texto apresenta fontes/referências de todos os dados.	O texto apresenta fontes/referências de até 50% dos dados.	O texto não apresenta fontes/referências dos dados.
Pontuação	2	1,2	0
Método: Uso de ferramentas SIG dos roteiros práticos.	O artigo utiliza pelo menos três ferramentas de SIG dos roteiros práticos.	O artigo utiliza duas ferramentas de SIG dos roteiros práticos.	O artigo utiliza nenhuma ou apenas uma ferramenta de SIG dos roteiros práticos.
Pontuação	3	1,8	0
Método: Descrição.	O texto descreve todos os métodos utilizados.	O texto descreve 50% dos métodos utilizados.	O texto descreve menos de 50% dos métodos utilizados.
Pontuação	1	0,6	0
Resultados: Correspondência com os métodos.	O artigo apresenta pelo menos um resultado para cada método/técnica empregada.	Não se aplica.	O artigo não apresenta um resultado para cada método/técnica empregada.
Pontuação	5	0	0
Resultados: Apresentação.	O artigo apresenta todos os resultados descritos em texto, tabela, gráfico ou mapa.	O artigo apresenta 50% dos resultados descritos em texto, tabela, gráfico ou mapa.	O artigo não apresenta resultados.
Pontuação	7	4,2	0
Mapas: Quantidade de mapas originais.	O artigo apresenta cinco ou mais mapas diferentes.	O artigo apresenta de três a quatro mapas diferentes.	O artigo apresenta de zero a dois mapas diferentes.

Pontuação	15	9	0
Mapas: Correspondência título/enunciado e mapa.	O artigo apresenta mapas que têm correspondência direta entre o título/enunciado e o mapa.	O artigo apresenta mapas que têm correspondência indireta entre o título/enunciado e o mapa.	O artigo apresenta mapas sem correspondência direta entre o título/enunciado e o mapa.
Pontuação	10	6	0
Mapas: Correspondência legenda e mapa.	O artigo apresenta mapas que têm correspondência direta entre a legenda e o mapa.	O artigo apresenta mapas que têm correspondência indireta entre a legenda e o mapa.	O artigo apresenta mapas sem correspondência direta entre a legenda e o mapa.
Pontuação	10	6	0
Mapas: Elementos cartográficos.	O artigo apresenta mapas com os cinco elementos cartográficos (título; legenda; escala; rosa dos ventos; paralelos e meridianos).	O artigo apresenta mapas com dois a quatro elementos cartográficos (título; legenda; escala; rosa dos ventos; paralelos e meridianos).	O artigo apresenta mapas com apenas um ou nenhum elemento cartográfico (título; legenda; escala; rosa dos ventos; paralelos e meridianos).
Pontuação	5	3	0
Escrita: Linguagem e ortografia.	O texto possui de zero a dois deslizes gramaticais (ortografia, acentuação, pontuação e concordância).	O texto possui de três a cinco deslizes gramaticais (ortografia, acentuação, pontuação e concordância).	O texto possui seis ou mais deslizes gramaticais (ortografia, acentuação, pontuação e concordância).
Pontuação	2	1,2	0

Escrita: Nomes científicos.	O texto apresenta todos os nomes científicos em itálico.	O texto apresenta alguns dos nomes científicos em itálico.	O texto não apresenta nenhum dos nomes científicos em itálico.
Pontuação	4	2,4	0
Entrega	No prazo	Com até um dia de atraso	Com até três dias de atraso
Pontuação	0	-15	-30

5.

Atividades de execução do artigo

Neste capítulo são apresentadas as diretrizes e instruções de como proceder para a execução do artigo de avaliação prática proposto no capítulo anterior. Recomenda-se o grupo taxonômico a ser estudado seja discutido em grupo e com o ou a docente e, também, o objetivo do artigo e o delineamento metodológico. É interessante instigar os e as estudantes a pensarem quais são os resultados esperados e que informações serão apresentadas em forma de tabela, gráfico e/ou mapas. É comum que as descrições e análises espaciais sejam executadas durante a aula presencial e a redação e formatação do artigo durante períodos extraclasse.

5.1 Aula prática 5

Objetivo da aula: Executar atividades descritivas e analíticas prévias à redação do artigo avaliativo.

Exercício 1

Definir o objetivo ou pergunta de pesquisa:

Todo artigo tem um objetivo e é necessário defini-lo. Para esta atividade prática há pelo menos três propostas de objetivos (escolha uma). Escreva o objetivo do seu artigo de forma clara e direta.

1. Descreva a ocorrência geográfica da espécie: Essa linha envolve descrever onde a espécie ocorre. É possível descrever quanto aos países, ecorregiões, áreas de endemismo, áreas protegidas e em relação ao clima, temperatura, precipitação, umidade etc. É a linha mais elementar em Biogeografia, mas isso não quer dizer que não seja importante. A descrição é o primeiro passo em qualquer estudo científico.

2. Descreva a coocorrência de duas espécies tendo como base uma interação ecológica: Essa linha envolve conhecer previamente uma interação entre duas espécies e assumir que ela afeta a ocorrência espacial das espécies. As interações mais comuns são: mutualística; parasita e hospedeiro; predador e presa; polinizador e planta. Quanto mais especializada for a interação, mais chances de haver coocorrência geográfica entre as espécies da interação.

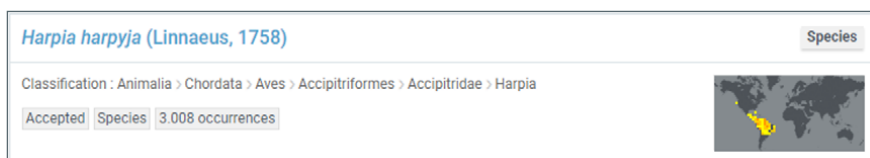
3. Descreva o nicho ecológico e estime a área de distribuição potencial: Essa linha envolve descrever o nicho da espécie de forma básica (2D) e utilizar essa estimativa do nicho para buscar por condições análogas no espaço geográfico e, assim, gerar área de distribuição geográfica a partir dos pontos de ocorrência.

Exercício 2

Escolher uma espécie terrestre

1. Escolha uma espécie terrestre que lhe interesse para trabalhar.
2. Busque informações básicas sobre a biologia e ecologia da espécie.
3. Busque dados de ocorrência da espécie no site www.gbif.org.
4. Ao buscar o nome da espécie, o GBIF retorna as seguintes informações: nome, autor, ano, classificação, número de ocorrências e  minimapa das ocorrências.
5. Verifique se o táxon ocorre na América do Sul.
6. Verifique se há mais de 20 linhas (registros) com coordenadas geográficas. Evite espécies com apenas um ou poucos pontos conhecidos.
7. Se um dos critérios acima não for contemplado, escolha outra espécie.

Figura 143: Nome da espécie e números de ocorrência do banco de dados



Fonte: <https://www.gbif.org/species/2480516>.

Exercício 3

Obter tabela da espécie e plotar mapa

1. Após escolher a espécie, baixe a tabela clicando em “Download”.
2. Após baixar a tabela, abra-a em um programa de planilha e verifique seu conteúdo.
3. Para plotar a tabela em pontos no mapa, siga os passos do roteiro 1.
4. Alternativa: Instale o complemento “GBIF Occurrences” no QGIS. Esse complemento busca a ocorrência da espécie na base de dados, baixa os dados automaticamente para o QGIS e plota os pontos no formato *shapefile*.
 - a) Abra o *shapefile* do mapa-múndi.
 - b) Utilize o botão “*Species Explorer*” para buscar a espécie pelo nome científico.
 - c) Ao encontrar, clique em “*Fetch occurrences*” para adicionar como camada.

Exercício 4

Definir as variáveis espaciais

1. Verifique, conforme seu objetivo, as variáveis mais adequadas para o estudo.
2. Liste as variáveis categóricas e as variáveis contínuas e indique nos métodos.

Exercício 5

Montar os mapas

1. Planeje a quantidade e os tipos dos mapas.
2. Decida quais mapas estarão no corpo textual e quais serão apresentados nos anexos. Os mapas têm alto peso na avaliação do artigo.

Exercício 6

Estruturar o texto

1. Utilize as seguintes seções: título, autor, resumo, introdução, objetivos, métodos, resultados, discussão (opcional) e mapas e anexos
2. Faça, para cada seção, a estrutura do seu texto em tópicos, indicando o conteúdo que entrará em cada parágrafo.
3. Separe dados, mapas, referências bibliográficas e posicione-os nos tópicos.

Exercício 7

Observar os itens a serem avaliados

1. Forma: todas as seções (título, autor(a), resumo etc.).
2. Contexto: Inclua na introdução informações básicas sobre a espécie escolhida. Dê preferência a informações biológicas que estejam relacionadas a sua ocorrência geográfica.
3. Métodos: Descreva todos os passos, dados e ferramentas usados nas descrições e análises.
4. Resultados: Descreva os resultados obtidos. Indique os principais resultados obtidos nos mapas em forma de texto.
5. Mapas: Invista tempo e energia em mapas organizados e informativos. Mostre todos os dados e análises em forma de mapas.
6. Redação: Escreva de forma clara, objetiva e correta. Destaque os nomes científicos no texto e nos mapas.

6.

Mapas de distribuição geográfica de espécies

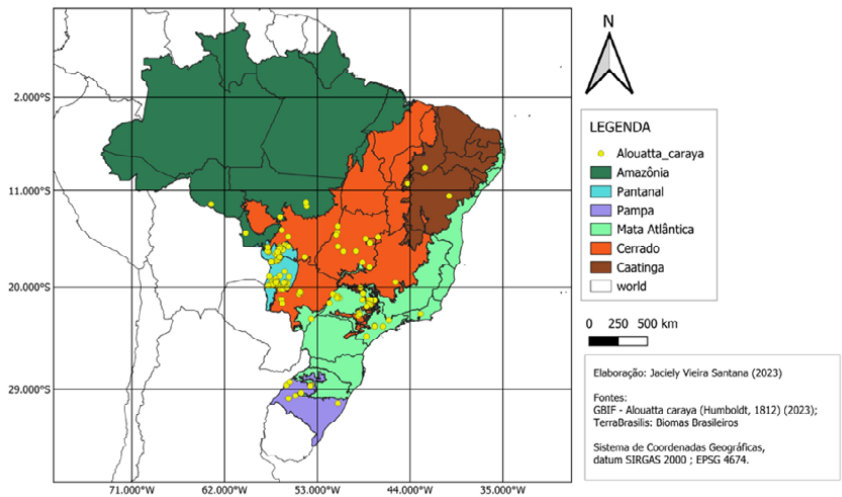
No capítulo anterior foram apontadas diretrizes de como instruir os e as estudantes na confecção do artigo. O artigo é o instrumento que tem por objetivo avaliar a capacidade dos e das estudantes em utilizar as ferramentas de um programa de SIG aplicadas à Biogeografia. Esta instrumentalização é avaliada, principalmente, pelos mapas que ilustram o artigo. Na rubrica de avaliação os elementos relacionados aos mapas somam até 40 por cento dos pontos. Seguindo os critérios da rubrica, um artigo é bem avaliado se ele contiver cinco mapas ou mais, se os mapas tiverem coerência interna (correspondência entre o título, a legenda e a representação cartográfica) e se contiverem os elementos cartográficos básicos. Subjetivamente, um bom mapa em Biogeografia deve apresentar a distribuição geográfica da espécie, em forma de pontos ou polígonos, e uma ou mais variáveis, categóricas ou contínuas, relacionadas à descrição espacial. Também o enquadramento e a combinação de elementos e cores favorecem a representação clara e direta. Foram selecionados quatro mapas de artigos bem avaliados para uma breve apresentação.

O primeiro mapa é a representação da distribuição geográfica do macaco bugio-preto, *Alouatta caraya* (figura 144). Este mapa fez parte do artigo cujo objetivo foi descrever a distribuição da espécie no Brasil (Santana, 2023). Os pontos de distribuição foram bem destacados, contrastou com os biomas coloridos sob os limites políticos estaduais do Brasil. O mapa foi bem enquadrado, mostrando a posição da área do estudo em relação aos demais países do continente, e a combinação dos elementos e cores deixaram a representação clara e direta. O segundo mapa é a representação da distribuição geográfica da planta leguminosa tara, *Tara spinosa* (figura 145). No mapa, os autores usaram o sinônimo homotípico *Caesalpinia spinosa*. Com o

objetivo de descrever a distribuição da espécie, os autores ilustraram a sua distribuição em pontos de ocorrência e coloriram os países que apresentaram intersecção (Goycolea-Veja; Fajardo-Mejicanos, 2023).

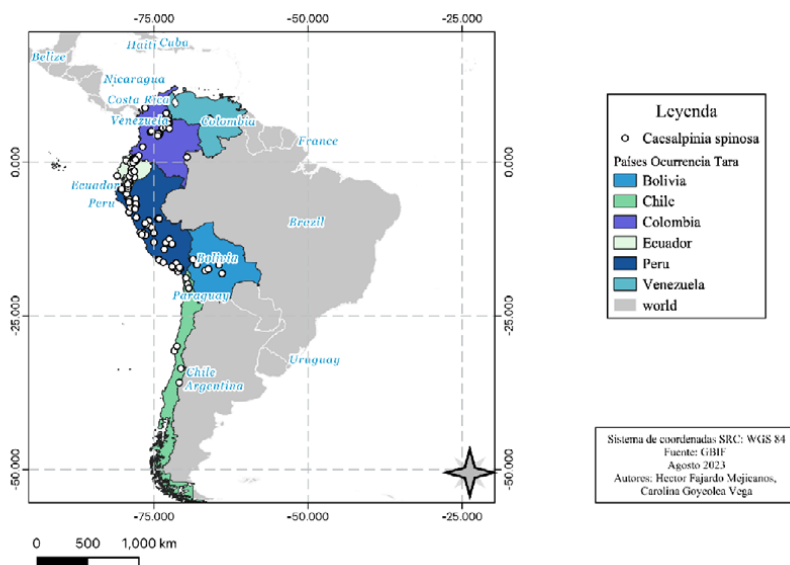
A distribuição geográfica da árvore baru, *Dipteryx alata*, foi representada no terceiro mapa (figura 146). Neste mapa, a autora contrastou a ocorrência geográfica da espécie em formato de pontos e a variável contínua de precipitação pluviométrica anual foi representada por uma rampa de branco para azul escuro (Gonçalves, 2023). Vale destacar que a unidade da variável no mapa foi um índice e não a unidade habitual, que é milímetros por metro quadrado. O quarto mapa representa a distribuição geográfica da arara-azul-grande, *Anodorhynchus hyacinthinus*. Neste mapa, a autora utilizou uma camada de precipitação pluviométrica de melhor resolução do que o mapa anterior e com a unidade habitual (Coelho, 2023). No entanto, a rampa de cores do azul para o vermelho é comumente utilizada para variáveis de temperatura. A variável contínua foi sobreposta por limites políticos de países e estados brasileiros, o que serviu como referência geográfica.

Figura 144: Distribuição geográfica de *Alouatta caraya*



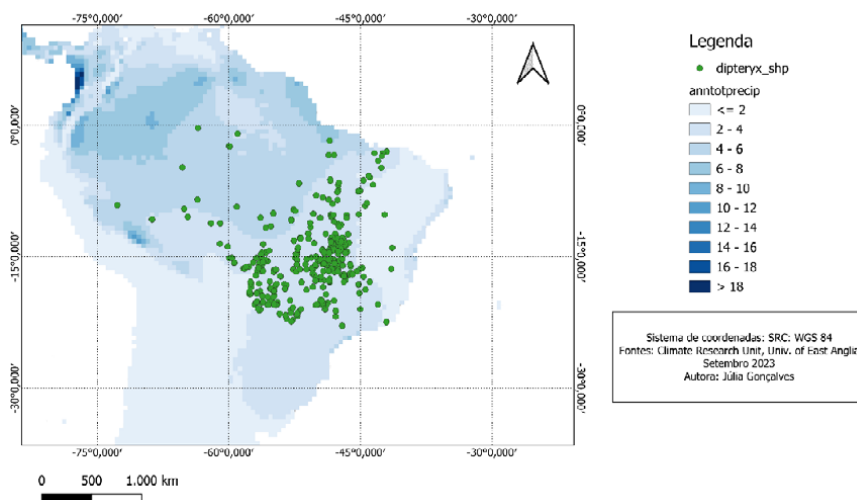
Fonte: Santana, 2023.

Figura 145: Distribuição geográfica de *Caesalpinia spinosa*



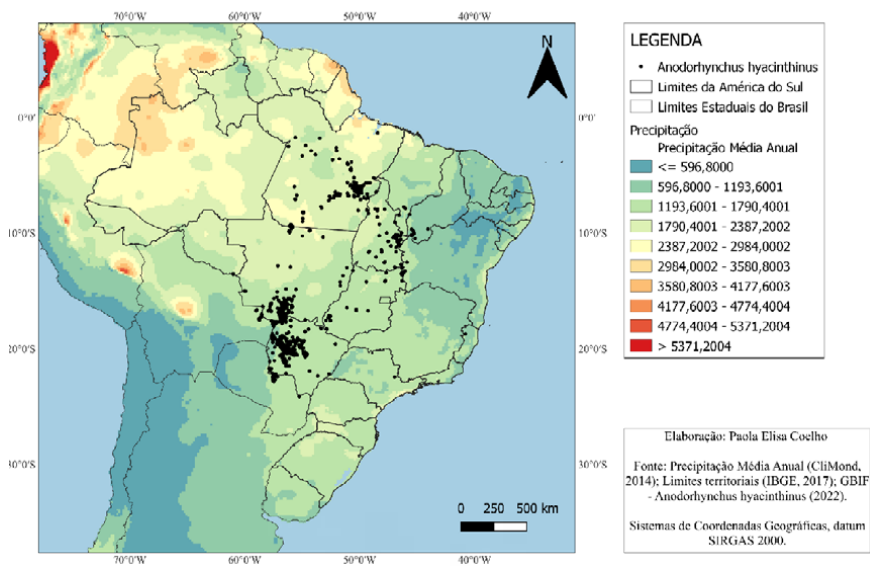
Fonte: Goycolea-Veja; Fajardo-Mejicanos, 2023.

Figura 146: Distribuição geográfica de *Dipteryx alata*



Fonte: Gonçalves, 2023.

Figura 147: Distribuição geográfica de *Anodorhynchus hyacinthinus*



Fonte: Coelho, 2023.

7.

Bancos de dados espaciais

7.1 Distribuição geográfica de espécies

BirdLife International – <http://datazone.birdlife.org/home>

BirdLife International é uma organização que coleta e fornece dados sobre as espécies de aves em todo o mundo para apoiar esforços de conservação. Eles mantêm um banco de dados de informações relacionadas às espécies de aves, suas populações, habitats e estado de conservação. Esses dados são cruciais para entender e abordar as necessidades de conservação das aves em escala global.

FishBase – <https://fishbase.net.br/>

FishBase é um banco de dados *online* de informações sobre espécies de peixes. Ele oferece uma vasta quantidade de dados sobre diversos aspectos dos peixes, incluindo sua taxonomia, biologia, distribuição, ecologia e informações relacionadas à pesca. Ele também contém dados sobre tópicos relacionados aos peixes, como: ecologia, comportamento e estado de conservação.

Global Biodiversity Information Facility (GBIF) – <https://www.gbif.org/>

GBIF é uma organização internacional que se dedica a coletar, compartilhar e tornar acessíveis dados sobre a biodiversidade global. Ela atua como uma plataforma que reúne informações de instituições de todo o mundo, incluindo museus, jardins botânicos, uni-

versidades e outras fontes, para fornecer dados sobre a distribuição de espécies e suas características. O GBIF permite que pesquisadores, cientistas e conservacionistas acessem dados valiosos sobre a biodiversidade, incluindo informações sobre a localização geográfica de espécies, suas características taxonômicas e outros detalhes relacionados.

Integrated Digitized Biocollections (IDigBio) – <https://portal.idigbio.org/>

IDigBio é uma iniciativa que visa a digitalização e a disponibilização *online* de coleções biológicas em todo o mundo. Essas coleções incluem espécimes de plantas, animais, fungos e outros organismos preservados em museus, herbários, zoológicos e instituições científicas. É possível acessar registros digitais de espécimes, incluindo informações sobre sua localização geográfica, identificação taxonômica, datas de coleta e detalhes relacionados.

International Union for Conservation of Nature (IUCN) – <https://www.iucnredlist.org/>

IUCN é uma organização internacional que trabalha na avaliação e classificação do risco de extinção de espécies e no monitoramento do estado de conservação de ecossistemas. Os dados espaciais podem incluir informações sobre a distribuição geográfica de espécies ameaçadas, áreas protegidas, habitats críticos e outros aspectos relacionados à biodiversidade.

Ocean Biodiversity Information System (OBIS) – <https://obis.org/>

OBIS é uma iniciativa global que visa coletar, gerenciar e disponibilizar informações sobre a biodiversidade marinha em todo o mundo. O objetivo principal é fornecer acesso a dados sobre a distribuição geográfica de espécies marinhas e outros aspectos relacionados à vida nos oceanos. O OBIS reúne dados de diversas fontes, como instituições de pesquisa, governos, organizações não governamentais e cientistas, para criar uma rede global de informações sobre a biodiversidade marinha.

Sistema de Nacional de Doenças e Agravos e Notificação (SINAN) – <https://datasus.saude.gov.br/aceso-a-informacao/doencas-e-agravos-de-notificacao-de-2007-em-diante-sinan/>

SINAN é um sistema de informação em saúde utilizado no Brasil para o registro e notificação compulsória de doenças e agravos à saúde. Ele faz parte do conjunto de sistemas de informação do Sistema Único de Saúde (SUS) e tem como principal objetivo monitorar e controlar doenças e agravos que representam risco para a saúde pública. Os dados são registrados por municípios brasileiros e necessitam ser geocodificados.

SpeciesLink – <http://www.splink.org.br/index?lang=pt>

SpeciesLink é um sistema de informação que se concentra na disponibilização de dados sobre biodiversidade relacionados a espécies vegetais e animais no Brasil. Ele atua como um portal *online* que reúne informações de coleções científicas, herbários, museus e outras instituições de pesquisa em todo o país. O principal objetivo do *SpeciesLink* é disponibilizar dados sobre a biodiversidade brasileira, tornando essas informações acessíveis à cientistas, pesquisadores(as), gestores(as) ambientais e ao público em geral. Esses dados incluem informações sobre a localização de espécies, registros de coleta, informações taxonômicas, fotografias e muito mais.

The Paleobiology Database – <https://paleobiodb.org>

PaleoBioDB é uma base de dados paleontológica que reúne informações sobre fósseis e paleobiologia de espécies extintas ao longo da história da Terra. Essa base de dados é uma ferramenta crucial para paleontólogos(as), cientistas e pesquisadores(as) que desejam estudar a história da vida na Terra e a evolução de espécies antigas. O PaleoBioDB coleta e disponibiliza dados relacionados a fósseis, incluindo informações sobre a idade geológica em que foram encontrados, localização geográfica, descrições taxonômicas e outros detalhes importantes.

7.2 Variáveis categóricas – *shapefiles*

Áreas protegidas – <http://protectedplanet.net/>

Protected Planet é uma plataforma *online* que oferece informações sobre áreas protegidas em todo o mundo. Essa plataforma é mantida pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN). O objetivo é fornecer acesso a dados e informações detalhadas sobre áreas protegidas, como parques nacionais, reservas naturais, santuários de vida selvagem e outras áreas designadas para a conservação da biodiversidade e a proteção dos ecossistemas. Essas informações incluem dados sobre a localização geográfica, tamanho, *status* de proteção, categorias de gestão e informações sobre as espécies e ecossistemas presentes nas áreas protegidas.

Dados por país – <https://www.diva-gis.org/gdata>

DIVA-GIS é um *software* gratuito de Sistema de Informações Geográficas (SIG) que fornece acesso a vários conjuntos de dados espaciais, incluindo dados ambientais e socioeconômicos. Dados para países do mundo: limites administrativos, estradas, ferrovias, altitude, cobertura do solo, densidade populacional.

Geologia generalizada do mundo – https://ftp.maps.canada.ca/pub/nrcan_rncan/publications/STPublications_PublicationsST/223/223767/of_5529.zip

Ele contém um mapa de geologia mundial em pequena escala com um banco de dados de atributos geológicos estendido (Chorlton, 2007).

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) é uma agência governamental brasileira responsável pela coleta, análise e divulgação de informações estatísticas e geográficas sobre o Brasil.

O instituto mantém um sistema de informações geográficas (GIS) e produz mapas e informações geográficas que são usados em planejamento urbano, ambiental e agrícola, além de fornecer suporte técnico na demarcação de limites territoriais.

Portal Brasileiro de Dados Abertos – <https://dados.gov.br/>

O Portal Brasileiro de Dados Abertos é uma plataforma *online* mantida pelo governo brasileiro que disponibiliza uma ampla gama de dados em formato aberto para o público em geral. Os dados disponíveis no portal abrangem várias áreas, como economia, educação, saúde, transporte, meio ambiente, entre outras. Por meio desse portal, os usuários podem acessar conjuntos de dados em formatos abertos, como CSV, JSON e XML, facilitando a análise e a manipulação dos dados.

Região Andina – https://github.com/pelow22/Andean_region_shapefile

A regionalização biogeográfica da região Andina de Morrone é baseada nas áreas de distribuição de plantas e animais terrestres. É o esquema biogeográfico mais abrangente e metodologicamente suportado para a região até o momento. A região andina compreende uma zona de transição (a zona de transição sul-americana), três sub-regiões (Chile Central, Subantártica e Patagônia) e 15 províncias (Löwenberg-Neto, 2015).

Região Neotropical – https://github.com/pelow22/Neotropical_region_shapefile

A Região Neotropical compreende as áreas tropicais da América do Sul, América Central, sul e centro do México e Antilhas. A regionalização biogeográfica da Região Neotropical de Morrone é baseada nas áreas de distribuição de espécies endêmicas. As províncias pertencem às sub-regiões das Antilhas, Brasileira e Chaquenha, e às zonas de transição mexicana e sul-americana (Löwenberg-Neto, 2014).

Tipos climáticos – <https://hess.copernicus.org/articles/11/1633/2007/hess-11-1633-2007-supplement.zip>

Mapa global do clima usando o sistema Köppen-Geiger baseado em um grande conjunto de dados globais de séries temporais mensais de estações de precipitação e temperatura a longo prazo (Peel *et al.*, 2007).

7.3 Variáveis contínuas – *rasterfiles*

Atlas of the Biosphere – <https://sage.nelson.wisc.edu/data-and-models/atlas-of-the-biosphere/>

O Atlas da Biosfera é um recurso *online* criado pelo *The Nelson Institute Center for Sustainability and the Global Environment* (SAGE) da Universidade de Wisconsin. O objetivo do projeto era fornecer informações sobre o meio ambiente e as interações humanas com o meio ambiente. O Atlas contém mapas com dados divididos em quatro categorias: humanos, uso do território, ecossistemas e recursos hídricos.

CHELSA – <https://chelsa-climate.org/>

O *Climatologies at High Resolution for the Earth's Land Surface Areas* (CHELSA) é um conjunto de dados climáticos global de alta resolução (30 segundos de arco, ~1 km). Ele inclui camadas climáticas para vários períodos e variáveis, que variam do Último Máximo Glacial ao presente, a vários cenários futuros.

CLIMOND – <https://www.climond.org/>

O *Global Climatologies for Bioclimatic Modelling* (Climond) consiste em dados climáticos históricos e alguns dados de cenários climáticos futuros com resolução espacial de 10' ou 30'. Os dados históricos subjacentes são provenientes dos conjuntos de dados

“*Worldclim*” e do “*Climate Research Unit*”. Esses dados foram reformatados, ajustados e combinados para gerar todas as variáveis necessárias (Kriticos *et al.*, 2012).

Earthdata – <https://earthdata.nasa.gov/>

O Earthdata é um portal de acesso a dados de observação da Terra da NASA⁴. O programa *Earth Science Data Systems* (ESDS) fornece acesso completo e aberto à coleção de dados de ciência da Terra da NASA. O portal oferece acesso a várias coleções de dados de satélite *Earth Observing System Data and Information System* (EOSDIS) da NASA, incluindo dados climáticos, imagens de satélite, dados de qualidade do ar, entre outros.

EarthEnv - <https://www.earthenv.org/>

EarthEnv é um projeto colaborativo de cientistas da área de biodiversidade e especialistas em sensoriamento remoto para desenvolver camadas padronizadas de resolução de 1 km para monitorar e modelar a biodiversidade, ecossistemas e clima. Ele fornece informações ambientais globais para ecossistemas de água doce em resolução de 1 km e informações ambientais globais para ecossistemas de montanha.

ecoClimate – <https://www.ecoclimate.org/>

ecoClimate é um projeto que visa fornecer um banco de dados aberto de simulações climáticas processadas em uma resolução adequada e formato amigável ao usuário para estudos macroecológicos e biogeográficos. O banco de dados inclui todos os modelos climáticos atualmente disponíveis dos projetos CMIP5 e PMIP3 para períodos passados, presentes e futuros. Os dados estão disponíveis em resolução espacial de 0,5 grau e incluem simulações para condições modernas (1950-1999), históricas (1900-1949), pré-industriais (~1760), Holoceno médio (6ka), Último Máximo Glacial (21ka), Plioceno (3Ma) e futuras (média das simulações para 2080-2100).

4 *National Aeronautics and Space Administration* (Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço)

ISRIC – www.isric.org

International Soil Reference and Information Centre (ISRIC) é uma fundação independente com a missão de servir a comunidade internacional como guardião da informação global do solo. Eles apoiam o fornecimento de dados, informações e conhecimentos do solo em níveis global, nacional e subnacional para aplicação na gestão sustentável do solo e do território. Eles têm uma coleção de dados de solos globais que inclui dados históricos e alguns dados de cenários climáticos futuros em resolução espacial de 10' ou 30'.

MapBiomass – <https://brasil.mapbiomas.org/>

O MapBiomass Brasil é um projeto colaborativo que visa mapear a cobertura e uso do território do Brasil em alta resolução espacial (30 m) e temporal (1985-2022). Ele fornece informações sobre a cobertura e uso em todo o território brasileiro, incluindo dados sobre desmatamento, vegetação secundária, mineração, irrigação e condição de vigor da pastagem. Também inclui dados climáticos globais de alta resolução (30 segundos de arco, ~1 km).

PaleoClim – <http://www.paleoclim.org/>

PaleoClim é um recurso *online* que fornece dados paleoclimáticos de alta resolução para uso em modelagem biológica e SIG. O banco de dados inclui simulações climáticas para vários períodos e variáveis que variam do Plioceno (3.3 Ma) ao Holoceno tardio (0.3 ka) (Brown *et al.*, 2018).

SEDAC – <https://sedac.ciesin.columbia.edu/>

Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC) é um centro de dados em NASA que fornece acesso a dados socioeconômicos e ambientais globais. Ele é gerenciado pelo Centro Internacional de Informação sobre Ciências da Terra (CIESIN) da Universidade de Columbia.

WorldClim – <http://www.worldclim.org/>

WorldClim é um banco de dados de alta resolução espacial global de dados climáticos e meteorológicos. Ele fornece informações sobre o clima global em resolução espacial de 30 segundos de arco (~1 km). O banco de dados inclui dados climáticos históricos e alguns dados de cenários climáticos futuros em resolução espacial de 10' ou 30'. O *WorldClim* também inclui variáveis bioclimáticas derivadas dos valores mensais de temperatura e precipitação para gerar variáveis mais biologicamente significativas frequentemente usadas em modelagem de distribuição de espécies.

7.4 Agregadores de bancos de dados

Natural Earth – <https://www.naturalearthdata.com/>

Natural Earth é um conjunto de dados de mapa de domínio público disponível em escalas de 1:10m, 1:50m e 1:110 milhões. Disponibiliza dados em formato vetorial e matricial.

Free GIS Data – <https://freegisdata.rtwilson.com/>

O *Free GIS Data* é um site que reúne links para vários sites que oferecem dados geoespaciais gratuitos. O site é organizado em três partes: banco de dados de geografia física, banco de dados de geografia humana e banco de dados geográficos por país/região. Cada site listado no *Free GIS Data* tem uma breve descrição dos dados que oferece e um link para o site original.

8.

Roteiros e dados para as aulas práticas

A seguir, encontram-se os roteiros de aula prática para serem impressos. As versões editáveis dos roteiros, os dados para a execução e a rubrica de avaliação estão disponíveis *online* em https://github.com/pelow22/sig_biogeografia.

Prática 1

Área de distribuição geográfica de uma espécie

Objetivo geral: Conhecer as ferramentas básicas de visualização da informação no QGIS e os tipos de arquivos; confeccionar um mapa de distribuição geográfica em pontos e polígonos.

No programa QGIS carregar os seguintes dados:

- Mapa-múndi político = world.shp
- Planilha com pontos de distribuição geográfica = Ananas_nanus.xls
- Polígono área de distribuição = hydr_hydr_pl.shp

1. Plote uma tabela com coordenadas geográficas em pontos

1. Adicione um mapa base (Camada > Adicionar camada > Adicionar camada vetorial > Fonte > Base(s) de vetores > ... > world.shp > Adicionar).
2. Adicione a tabela com os pontos de ocorrência da bromélia (Camada > Adicionar camada > Adicionar camada vetorial > Fonte > Base(s) de vetores > ... > Ananas_nanus.xls > Adicionar).
3. Abra a tabela da bromélia e observe o tipo de informação (No painel Camadas > Botão direito na camada > Abrir tabela de atributos). Observe as colunas: Sp., lat, long, family.
Importante: as colunas “lat” e “long” serão usadas como coordenadas para mapear um ponto para cada linha, ou seja, um ponto de ocorrência geográfica para cada registro da espécie (passo 6).
4. Transforme a tabela em arquivo CSV (Botão direito na camada > Exportar > Salvar feições como > Formato: Valor

Separado por Vírgula [CSV] > Inserir nome e local do Arquivo (...) > Codificação = UTF-8 > Ok).

5. Use as colunas “*lat*” e “*long*” da tabela da bromélia em formato CSV (passo 5) para plotar um ponto de ocorrência geográfica por registro (linha) (Camada > Adicionar camada > Adicionar Camada de Texto Delimitado > Ananas_nanus.csv > Formato do Arquivo: CSV > Definição de Geometria: Coordenadas de ponto > Campo X = long > Campo Y = lat > Geometria SRC: SRC do Projeto > Adicionar).
6. Observe os pontos de ocorrência da bromélia no mapa.
7. Os pontos plotados a partir da tabela (passo 5) precisam ser guardados no formato *shapefile*. Salve os pontos de distribuição (CSV) como um arquivo *shapefile* (Botão direito na camada > Exportar > Salvar feições como > Formato: *Shapefile* > Inserir o nome *Ananas* e indicar o local do Arquivo (...) > Ok).
8. Após salvar os pontos em *shapefile* não há mais necessidade de manter os pontos plotados a partir da tabela. Remova a tabela e a camada dos pontos da tabela (.csv) (Botão direito na camada > Remover) e mantenha o *shapefile* de pontos.

2. Ferramentas básicas do programa

1. Adicione o painel de visão geral (Ctrl + 8).
2. Enquadre a camada de pontos de distribuição geográfica (botão direito na camada > Aproximar para camada).
3. Mova o mapa (Barra de ferramentas > Deslocar mapa).
4. Identifique os atributos de um ponto (No painel Camadas, selecione a camada da qual deseja ver informações. Na barra de ferramentas > Identificar feições (ou Ctrl + Shift + i) > Clicar nos pontos de ocorrência geográfica). Observe que as informações apresentadas são as mesmas da tabela que gerou o *shapefile* (passo 3).

5. Retire o preenchimento de cor do mapa-múndi, deixe apenas contorno (duplo clique na camada world > Simbologia > Símbolo simples > Preenchimento simples > Cor do preenchimento > clicar no botão de lista a direita > Preenchimento transparente).
6. Adicione *shapefile* de área de distribuição da Capivara (Camada > Adicionar camada > Adicionar camada vetorial > hydr_hydr_pl.shp).
7. No painel Camadas, desligue e ligue os pontos e os polígonos (☐ ou ☒.
8. No painel Camadas, mova a camada da Capivara para o topo (Arrastar ou Botão direito na camada > Mover ao topo).
9. No painel Camadas, mova a camada do mapa-múndi (world.shp) para o topo (Arrastar ou Botão direito na camada > Mover ao topo).
10. No painel Camadas, mova os pontos de ocorrência da bromélia para o topo (Arrastar ou Botão direito na camada > Mover ao topo).
11. Amplie o mapa todo [Barra de ferramentas > Ver tudo (Ctrl + Shift + F)].
12. Salve o projeto (.qgz).

3. Área de distribuição: Mínimo polígono convexo

1. Gere um mínimo polígono convexo para o conjunto de pontos da bromélia (no painel Caixa de Ferramentas de processamento > Geometria do vetor > Limites mínimo de geometria).
2. Na janela limites mínimo da geometria > Camada de entrada = *Ananas* > Tipo de geometria = Envoltório convexo > Executar.

4. Área de distribuição: círculo

1. Gere o menor círculo que contém o conjunto de pontos de *Ananas* (no painel Caixa de Ferramentas de processamento > Geometria do vetor > Limites mínimo de geometria).
2. Na janela limites mínimo da geometria > Camada de entrada = *Ananas* > Tipo de geometria = Menor círculo envolvente > Executar).

5. Área de distribuição: *Buffer*

1. Desligue a camada da Capivara (☐ hydr_hydr_pl). Deixe apenas ☒ *Ananas* e ☒ *world*.
2. Gere distribuição circular para cada ponto da bromélia (botão direito na barra de ferramentas > no menu Painel, escolher Caixa de Ferramentas de processamento > Geometria do vetor > *Buffer*). Na janela *Buffer* > Camada de entrada = *Ananas* > Distância = 2 graus > Executar).
3. Gere distribuições circulares concêntricas para cada ponto da bromélia (no painel Caixa de Ferramentas de processamento > Geometria do vetor > *Buffer* multi-anel (distância constante). Na janela *Buffer* multi-anel > Camada de entrada = *Ananas* > Número de anéis = 3 > Distância entre anéis = 1 grau > Executar).

Prática 2

Extraindo informação dos dados e das relações espaciais

Objetivo geral: Conhecer as ferramentas de seleção de feições por atributos e seleção de feições por localização para explorar os dados geográficos.

No programa QGIS carregue os seguintes dados:

- *Shapefiles* da aula prática 1: *world*, *ananas*, *hydrochaerus*
- *Shapefile* de pontos da distribuição de *Philornis augustifrons* > *Philornis_augustifrons.shp*
- Mapa de ecorregiões > *wwf_terr_ecos.shp*

1. Explorando a tabela de atributos de um *shapefile*

1. Quais são os países que apresentam área superior a 8.000.000 km²?
2. Quantos países apresentam população (coluna POP_EST) inferior a 1.000.000 de habitantes?
3. Quais são as ecorregiões das savanas tropicais e subtropicais (bioma 7) com área superior a 400.000 km²?
4. Quais são as ecorregiões com área superior a 360.000 km² que ocorrem nas florestas tropicais de folhas largas (bioma 1) da Região Neotropical (NT)?

Observe que para responder as questões de 1 a 4 é necessário consultar o *shapefile* da respectiva pergunta. Ou seja, se a pergunta for “Quais são os países?”, a resposta estará no *shapefile* de mapa-múndi (world.shp); se a pergunta for “Quais ecorregiões?”, a resposta estará no *shape* de ecorregiões (wwf_terr_ecos.shp).

Este tipo de questão é respondido usando a ferramenta de seleção de feições por atributos. Os atributos são variáveis e valores que estão na tabela do *shapefile*. Selecionando atributos da tabela, as feições geométricas (pontos, linhas ou polígonos) serão selecionadas no mapa.

Ferramenta: no painel Camadas > Botão direito no *shapefile* > Abrir tabela de atributos > Selecionar feições usando uma expressão > Aba Expressão.

No quadro em branco monte a questão em uma expressão lógica que o programa entenda. Isso se faz usando a seguinte sintaxe (SQL):

“VARIÁVEL” [OPERADOR] VALOR

Para responder a questão 1, por exemplo, utiliza-se a seguinte sintaxe:

“AREA” > 8000000

Caso a pergunta envolva duas ou mais expressões lógicas (questões 3 e 4), use operador booleano (AND, OR, NOT) na sintaxe. “VARIÁVEL” [OPERADOR] VALOR AND “VARIÁVEL” [OPERADOR] VALOR

Responda as questões de 1 a 4:

- Para cada resposta faça um *screenshot* (= *printscreen*) do mapa e envie no *moodle*.
- Para limpar as feições selecionadas de uma questão, utilize o botão “Desfazer seleções de feições em todas as camadas”  (Ctrl + Shift + A).

2. Explorando relações espaciais entre dois *shapefiles*

5. Quais são os países de ocorrência de *Ananas*?
6. Quais são os países de ocorrência de *Philornis*?
7. Quais são os países de ocorrência de *Hydrochoerus*?
8. Quais são as ecorregiões de ocorrência de *Ananas*?
9. Quais são as ecorregiões de ocorrência de *Philornis*?
10. Quais são as ecorregiões de ocorrência de de *Hydrochoerus*?
11. Quantos pontos de ocorrência de *Ananas* coincidem com a área de distribuição de *Hydrochoerus*?
12. Quantos pontos de ocorrência de *Philornis* coincidem com a área de distribuição de *Hydrochoerus*?

Observe que quando a pergunta envolve dois *shapefiles*, a resposta não está na tabela de atributos, mas sim na relação espacial entre os dois *shapefiles*. Na pergunta 5, por exemplo, queremos saber que países ocorrem *Ananas*. Isto não está na tabela, mas na intersecção entre os países (polígonos) do mapa-múndi e os pontos de ocorrência da bromélia.

Esse tipo de questão é respondido usando a ferramenta de seleção por localização. Nela, você indica qual camada quer selecionar, com qual regra e qual camada irá gerar a seleção.

Ferramenta: no menu Vetor > Investigar > Seleção por localização.

Para responder à questão 5, por exemplo, utilizam-se os seguintes parâmetros:

Selecionar feições de

world [EPSG:4326]

Onde as feições (predicado geográfico)

☒ interseccionam ☐ tocam

☐ contêm ☐ Sobrepõem

☐ desunidos ☐ estão dentro

☐ igual ☐ cruzam

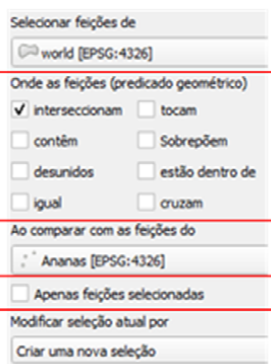
Ao comparar com as feições de

Ananas [EPSG:4326]

Após obter a seleção e a resposta de uma questão, limpar as feições selecionadas utilizando o botão “Desfazer seleções de feições em todas as camadas”  (Ctrl + Shift + A).

13. Em que países ocorrem os pontos de *Philornis* que não coincidem com a área de distribuição de *Hydrochoerus*?
14. Em que ecorregiões ocorrem os pontos de *Philornis* que não coincidem com a área de distribuição de *Hydrochoerus*?
15. Em que ecorregiões ocorrem *Ananas* e *Philornis*?
16. Quais são as ecorregiões que ocorrem no Brasil?
17. Quantas ecorregiões não ocorrem no Brasil?
18. Quais são as ecorregiões que ocorrem exclusivamente dentro dos limites do Brasil?

Este tipo de questão é respondida usando a ferramenta de seleção por localização. Explore os parâmetros de predicado geométrico e feições selecionadas.



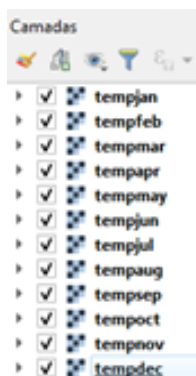
3. Área de distribuição: quadrículas

19. Gere malha em polígonos de 2° de longitude e latitude na extensão do mapa-múndi: (Menu > Vetor > Investigar > Criar grade > Tipo de grade: Retângulo (Polígono) > Extensão da grade > ... > Usar a extensão da camada > *world* > Espaçamento vertical e horizontal: 2 > Executar > *Close*).

20. Selecione as que não fazem intersecção com o continente: (Menu > Vetor > Investigar > Selecionar por localização > Selecionar feições de: grade > Onde as feições: desunidos > Ao comparar com as feições do: *world* > Modificar seleção atual por: criar nova seleção > Executar > *Close*).
21. Apague os polígonos selecionados: (No painel Camadas > Botão direito na camada > Abrir tabela de atributos > Alternar modo de Edição > Excluir feições selecionadas > Alternar modo de Edição > Salvar).
22. Selecione as quadrículas que fizerem intersecção com *Ananas*: (No menu > Vetor > Investigar > Selecionar por localização > Selecionar feições de: Grade > Onde as feições: Interseccionam > Ao comparar com as feições do: *Ananas* > Modificar seleção atual por: criar nova seleção > Executar > *Close*).
23. Na tabela de atributos da grade, adicione um campo com o nome “Presença_A” e atribua apenas para as linhas selecionadas o valor “1”. (No painel Camadas > Botão direito na camada > Abrir tabela de atributos > Alternar modo de Edição > Abrir calculadora de campo > Atualizar apenas feições selecionadas > Criar novo campo > Nome do campo: Presença_A > Tipo do campo: número inteiro > No lugar para escrever a expressão, digitar o número 1 > OK) → Expressão: 1 > Alternar modo de Edição).
24. Mude a simbologia da malha para categórica com valores únicos: (Botão direito na camada “grade” > Propriedades > Simbologia > Escolher: Categorizado > Valor: Presença_A > Gradiente de cores: gradientes de cores aleatórias > Classificar > mudar símbolo de todos os outros valores > escolher um *outline* > OK > OK).

Prática 3

Variáveis contínuas de temperatura e precipitação



Objetivo geral: Observar e manipular dados matriciais (*rasterfiles*) de variáveis ambientais contínuas.

No programa QGIS, carregar os seguintes dados:

- Camadas de temperatura mensal = avganntemp.zip (descompactar)
- Camada de precipitação anual = anntotprecip.zip (descompactar)

1. Observe a camada de temperatura média do mês de abril

1. Projeto novo.
2. Adicione as camadas de temperatura à visualização (Camada > Adicionar camada > Adicionar camada *Raster...*). Para cada pasta de mês (tempjan até tempdec), adicione o arquivo com nome: “hdr.adf”. Adicione as 12 camadas uma a uma.

3. No painel “Camadas”, verifique se as 12 camadas foram adicionadas. Ordene-as de janeiro a dezembro arrastando com o mouse e mudando a posição das camadas.

a) Calcule a temperatura média anual

Cada camada representa a disposição espacial da temperatura média no mês. Temperatura é uma variável contínua e sua representação se dá pela cor de cada pixel. Observe que para a primeira camada (tempjan) os pixels mais escuros representam valores baixos de temperatura (até -52 °C) e os pixels mais claros representam valores mais altos de temperatura (até 33 °C). Para saber o valor de um pixel individual utilize a ferramenta: “Identificar feições” (Ctrl + Shift + i). O valor está em graus Celsius.

4. Calcule a média aritmética simples utilizando as camadas dos meses (Menu > *Raster* > Calculadora *raster*).
5. Na caixa em branco (calculadora de expressão *raster*), monte a expressão matemática que realiza o que se pede abaixo:
 - 5.1 Camada de temperatura média anual.
 - 5.2 Camada de temperatura média de dezembro, janeiro e fevereiro (trimestre quente, hemisfério sul).
 - 5.3 Camada de temperatura média de junho, julho e agosto (trimestre frio, hemisfério sul).
 - 5.4 Camada da diferença do trimestre quente e do trimestre frio.

b) Delimite a camada de temperatura média anual nos limites da América do Sul

6. Crie um *shape* apenas dos países da América do Sul (Selecionar feições > Exportar > Exportar feições selecionadas...)

7. Abra a ferramenta “Recortar *raster* pela camada de máscara” (BM > *Raster* > Extrair > Recortar *raster* pela camada de máscara...).
8. Indique o *shapefile* da América do Sul como máscara. Execute.

c) Isotermas

9. Gere linhas que mostrem espacialmente localidades com o mesmo intervalo de temperatura.
10. Abra a ferramenta “Contorno” (BM > *Raster* > Extrair > Contorno...).
11. Gere contornos com intervalo de 5. Execute.

d) Gere classes em dados contínuos

12. Calcule uma camada que represente a temperatura média anual.



13. Reclassifique a camada (Painel Camada > duplo clique > Simbologia).
14. Em Simbologia:
 - Tipo de renderização = Banda simples falsa-cor.
 - Configurações de Valor Min/Max = Min / max.
 - Interpoler = Método Discreto.
 - Gradiente de cores = *Spectral* > inverter gradiente de cores.
 - Modo = Intervalo igual.
 - Classes = 10.

e) Extraia informação da camada para os pontos de ocorrência

Pergunta: “Quais são os valores de temperatura média anual e precipitação anual para os pontos de ocorrência de *Philornis*?”

15. Adicione o *shapefile* de *Philornis*.
16. Adicione o *raster* de precipitação anual (os valores são códigos, não mm de chuva).
17. Menu > Complementos > Gerenciar e instalar complementos.
18.  Busque por “*Point sampling tool*” e instale complemento. Aparecerá novo ícone.
19. Na barra de ferramentas > “*Point Sampling Tool*”:
 - a) *Layer containing sampling points* = *Philornis_augustifrons*
 - b) *Layers with fields/bands to get values from*: selecione duas camadas:
 - i. Temperatura média anual gerada no passo 5.4.
 - ii. *anntotprecip* (precipitação anual)
 - c) *Output point vector layer*: salvar como *Shapefile *.shp*
20. Menu > Complementos > Gerenciar e instalar complementos.
21. Busque por “*Data Plotly*” e instale complemento. Aparecerá novo ícone.
22. Na barra de ferramentas > “*Data Plotly*”.
 - a) *Plot type* = *Scatter Plot*.
 - b) *Layer* = *shapefile* de *Philornis* com as colunas de temperatura e precipitação (passo 16).
 - c) *X field* = temperatura média anual.
 - d) *Y field* = precipitação anual.
 - e) *Create Plot*.

f) Crie um *layout* para impressão ou publicação

7. No menu Projeto > Novo *layout* de impressão... (Ctrl +P)
8. Defina tamanho e formato da página de sua preferência (Botão direito na página > Propriedades da página...).
9. Na barra lateral esquerda > Adicionar um novo mapa ao compositor. 
10. Clique na página em branco e desenhe o tamanho e posição do mapa.
11. Inclua elementos no mapa: no menu superior > Adicionar Item:
 - a) Adicionar > Rótulo. Use para escrever um título para o mapa.
 - b) Adicionar > Legenda.
 - c) Adicionar > Barra de escala.
 - d) Adicionar > Seta Norte.
 - e) Adicionar > Rótulo. Use para escrever a fonte dos dados, créditos, SRC etc.).
 - f) Adicionar > Grade de coordenadas [Propriedades do item (mapa) > Grade].
 - g) *Layout* > Exportar como Imagem.

Prática 4

Instalação da avaliação

Sinopse: A atividade tem por objetivo avaliar a capacidade instrumental em Sistema de Informação Geográfica aplicado à pesquisa em Biogeografia. O estudante ou a estudante deverá produzir e entregar um artigo digital conforme instruções estabelecidas a seguir. O texto deverá ser sintético e dar ênfase aos mapas e às descrições espaciais.

Artigo: documento digital em formato PDF, contendo as seguintes seções: 1. Título; 2. Autor(es); 3. Resumo; 4. Introdução; 5. Objetivo; 6. Métodos; 7. Resultados; 8. Mapas e Anexos. A seção “Discussão” é opcional e haverá nota complementar.

1. Itens avaliados

- Forma
- Contexto
- Objetivo
- Métodos
- Resultados
- Mapas
- Escrita
- Entrega

2. Diretrizes iniciais

1. Decidir se fará a atividade individualmente ou em dupla.
2. Delinear um objetivo ou uma pergunta científica no escopo da Biogeografia.
3. Escolher uma espécie terrestre. A espécie escolhida deverá ter, pelo menos, 20 pontos de ocorrência não coincidentes.

4. A extensão geográfica de estudo é a América do Sul.
5. Utilizar pelo menos uma variável contínua (*raster*) e uma variável categórica (*shapefile*).
6. Esta é uma atividade obrigatória.
7. A nota desta atividade é a nota prática (NP).

3. Diretrizes de envio

8. Antes de enviar o arquivo, verifique se o seu artigo atende a todos os critérios da rubrica.
9. Envie apenas um arquivo em PDF contendo todos os mapas e anexos.
10. Envios após três dias do prazo serão aceitos, mas com penalidade. 
11. Atrasos de ordem técnica se encaixam no item anterior.

4. Cronograma

Dia 1: Prática 1 (ou Prática 4).

Dia 2: Prática 2.

Dia 3: Prática 3.

Dia 4: Prática 4 (ou Prática 5).

Dia 5: Prática 5.

Dia 5 + 30: Entrega do artigo.

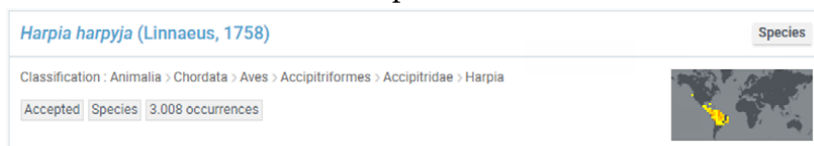
Prática 5

Executando a avaliação

Objetivo geral: Executar atividades para a elaboração do artigo.

1. Escolha da espécie

1. Escolha uma espécie terrestre que lhe interesse para trabalhar.
2. Busque informações básicas sobre a biologia e ecologia da espécie.
3. Busque dados de ocorrência da espécie no *site* www.gbif.org.
4. Ao buscar o nome da espécie, o GBIF retorna as seguintes informações: nome, autor, ano, classificação, número de ocorrências e um minimapa das ocorrências.



5. Verifique se o táxon ocorre na América do Sul.
6. Verifique se há mais de 20 linhas (registros) com coordenadas geográficas. Evite espécies com apenas um ou poucos pontos conhecidos.
7. Se um dos critérios acima não for contemplado, escolha outra espécie.

2. Obtenha a tabela da espécie e plote no mapa

8. Após escolher a espécie, baixe a tabela clicando em “Download”:

TABLE	GALLERY	MAP	TAXONOMY	METRICS	DOWNLOAD
⋮	Scientific name		Country or area		Coordinates
	<i>Harpia harpyja</i> (Linnaeus, 1758)		Colombia		6.1N, 77.5W
	<i>Harpia harpyja</i> (Linnaeus, 1758)		Colombia		6.3N, 77.4W

9. Após baixar a tabela, abra-a em um programa de planilha e verifique seu conteúdo.
10. Para plotar a tabela em pontos no mapa, siga os passos do roteiro 1.
11. Alternativa: Instale o complemento “GBIF Occurrences” no QGIS. Esse complemento busca a ocorrência da espécie na base de dados, baixa os dados automaticamente para o QGIS e plota os pontos no formato *shapefile*.
- Abra o *shapefile* do mapa-múndi.
 - Utilize o botão “Species Explorer” para buscar a espécie pelo nome científico.
 - Ao encontrar, clique em “Fetch occurrences” para adicionar como camada.

3. Defina seu objetivo ou pergunta de pesquisa

12. Todo artigo tem um objetivo e é necessário defini-lo. Para esta atividade prática há pelo menos três propostas de objetivos (escolha uma). Escreva o objetivo do seu artigo de forma clara e direta.
- Descreva a ocorrência geográfica da espécie.

- b) Descreva a coocorrência de duas espécies tendo como base uma interação ecológica.
 - c) Descreva o nicho ecológico e estime a área de distribuição potencial.
13. Escreva o objetivo do seu artigo de forma clara e direta.

4. Defina as variáveis espaciais

14. Verifique, conforme seu objetivo, as variáveis mais adequadas para o estudo.
15. Liste as variáveis categóricas e as variáveis contínuas e indique nos métodos:
- Variáveis categóricas = *shapefile* (ponto, linha ou polígono).
- Variáveis contínuas = *rasterfiles* (valores nos pixels).

5. Monte os mapas

16. Liste os mapas necessários para mostrar os dados e para realizar as análises.
17. Decida quais mapas estarão no texto e quais serão apresentados nos anexos.
18. Lembre-se que os mapas têm alto peso na avaliação do artigo (ver rubrica).
19. Siga as diretrizes de *layout* no capítulo 3. Invista tempo nos mapas.
20. Exporte em formato de figura para incluir no texto final.

6. Estruture seu texto

21. Utilize as seguintes seções: título, autor, resumo, introdução, objetivos, métodos, resultados, discussão (opcional) e mapas e anexos
22. Faça, para cada seção, a estrutura do seu texto em tópicos, indicando o conteúdo que entrará em cada parágrafo.
23. Separe os dados, mapas, referências bibliográficas e posicione-os nos tópicos.
24. Redija o artigo.

7. Observe os itens a serem avaliados

Forma: todas as seções (título, autor(a), resumo etc.).

Contexto: Inclua na introdução informações básicas sobre a espécie escolhida. Dê preferência a informações biológicas que estejam relacionadas a sua ocorrência geográfica.

Métodos: Descreva todos os passos, dados e ferramentas usados nas descrições e análises.

Resultados: Descreva os resultados obtidos. Indique os principais resultados obtidos nos mapas em forma de texto.

Mapas: Invista tempo e energia em mapas organizados e informativos. Mostre todos os dados e análises em forma de mapas.

Redação: Escreva de forma clara, objetiva e correta. Destaque os nomes científicos no texto e nos mapas.

Referências

- Brown, J. L., Hill, D., Dolan, A. M., Carnaval, A. C. & Haywood, A. H. (2018). PaleoClim, high spatial resolution paleoclimate surfaces for global land areas. *Scientific Data*, 5, 180254. <https://doi.org/10.1038/sdata.2018.254>
- Chorlton, L. B. (2007). Generalized geology of the world: bedrock domains and major faults in GIS format: a small-scale world geology map with an extended geological attribute database. *Geological Survey of Canada*, 5529, 48 p. <https://doi.org/10.4095/223767>
- Cobos, M. E., Barve, V., Barve, N., Jiménez-Valverde, A., & Nuñez-Penichet, C. (2022). Rangemap: an R Package to explore species' geographic ranges. *Biodiversity Informatics*, 17, 59–66. <https://doi.org/10.17161/bi.v17i.16271>
- Coelho, P. E. (2023). Distribuição geográfica da arara-azul-grande *Anodorhynchus hyacinthinus* (Latham, 1790) no Brasil. Trabalho apresentado à disciplina de graduação de Biogeografia, Universidade Federal da Integração Latino-Americana. 8 p.
- Erp, M., Hensel, R., Ceolin, D., & Meij, M. (2015). Georeferencing animal specimen datasets. *Transactions in GIS*, 19(4), 563–581. <https://doi.org/10.1111/tgis.12110>
- ESRI. (1998). *ESRI shapefile technical description*. Environmental System Research Institute, 34 p. <https://www.esri.com/content/dam/esrisites/sitecore-archive/Files/Pdfs/library/whitepapers/pdfs/shapefile.pdf>
- Gonçalves, J. (2023). Distribuição geográfica de *Dipteryx alata*. Trabalho apresentado à disciplina de graduação de Biogeografia, Universidade Federal da Integração Latino-Americana. 7 p.
- Goycolea-Veja, C., Fajardo-Mejicanos, H. (2023). Distribución geográfica de tara *Caesalpinia spinosa* (mol) O. Kuntze. Trabalho

apresentado à disciplina de graduação de Biogeografia, Universidade Federal da Integração Latino-Americana. 11 p.

Heberling, J. M., Miller, J. T., Noesgaard, D., Weingart, S. B., & Schigel, D. (2021). Data integration enables global biodiversity synthesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 118(6), 1–7. <https://doi.org/10.1073/pnas.2018093118>

IUCN. (2018). *Mapping standards and data quality for the IUCN red list categories and criteria*. Red list technical working group, 30p. https://nc.iucnredlist.org/redlist/resources/files/1539098236-Mapping_Standards_Version_1.16_2018.pdf

Kriticos, D. J., Webber, B. L., Leriche, A., Ota, N., Macadam, I., Bathols, J. & Scott, J. K. (2010). CliMond: global high-resolution historical and future scenario climate surfaces for bioclimatic modelling. *Methods in Ecology and Evolution*, 3(1), 53–64. <https://doi.org/10.1111/j.2041-210X.2011.00134.x>

Lomolino, M. V, Riddle, B. R., Whittaker, R. J., & Brown, J. H. (2010). *Biogeography*. (4a ed.). Sinauer Associates. 560p.

Löwenberg-Neto, P. (2014). Neotropical region: a *shapefile* of Morrone's (2014) biogeographical regionalisation. *Zootaxa*, 3802(2), 300. <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.3802.2.12>

Löwenberg-Neto, P. (2015). Andean region: a *shapefile* of Morrone's (2015) biogeographical regionalisation. *Zootaxa*, 3985(4), 600. <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.3985.4.9>

Miller, S. E., Barrow, L. N., Ehlman, S. M., Goodheart, J. A., Greiman, S. E., Lutz, H. L., Misiewicz, T. M., Smith, S. M., Tan, M., Thawley, C. J., Cook, J. A., & Light, J. E. (2020). Building Natural History Collections for the Twenty-First Century and Beyond. *BioScience*, 70(8), 674–687. <https://doi.org/10.1093/biosci/biaa069>

Morais, M. R., & Löwenberg-Neto, P. (2019). SIG aplicado à biogeografia. In UNILA (org.) *II SIEPE - Semana Integrada Ensino, Pesquisa, Extensão*, p. 379–383. <https://dspace.unila.edu.br/handle/123456789/5506>

Peel, M. C., Finlayson, B. L., & McMahon, T. A. (2007). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, 11:1633–1644. <https://doi.org/10.5194/hess-11-1633-2007>

Raedig, C. & Kreft, H. (2011). Influence of different species range types on the perception of macroecological patterns. *Systematics and Biodiversity*, 9(2), 159–170. <https://doi.org/10.1080/14772000.2011.588726>

Rapoport, E. H. (1982). *Aerography: geographical strategy of species*. Fundación Bariloche e Pergamon Press. 269p.

Rapoport, E. H. & Monjeau, J. A. (2001). Aerografía. In: Bousquets, J, Morrone, J. J. (orgs.) *Introducción a la Biogeografía en Latinoamérica: teorías, conceptos, métodos y aplicaciones*. Prensas de Ciencias, UNAM, p. 23–30. <http://repositorio.fcencias.unam.mx:8080/xmlui/handle/11154/177718>

Rocha, Y. T. (2011). Técnicas em estudos biogeográficos. *RA'E GA - O Espaço Geográfico Em Análise*, 23(23), 398–427. <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v23i0.24846>

Rondinini, C., Wilson, K. A., Boitani, L., Grantham, H., & Possingham, H. P. (2006). Tradeoffs of different types of species occurrence data for use in systematic conservation planning. *Ecology Letters*, 9(10), 1136–1145. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2006.00970.x>

Santana, J. V. (2023) Distribuição geográfica do bugio-do-pantanal: análise da distribuição geográfica de *Alouatta caraya*, com foco na região Brasileira. Trabalho apresentado à disciplina de graduação de Biogeografia, Universidade Federal da Integração Latino-Americana. 15 p.

Soberón, J., & Peterson, A. T. (2004). Biodiversity informatics: managing and applying primary biodiversity data. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 359(1444), 689–698. <https://doi.org/10.1098/rstb.2003.1439>

Spellerberg, I. F. & Sawyer, J. W. D. (1999). *An introduction to applied biogeography*. Cambridge University Press. 243p.

Tyner, J. A. (2014). *Principles of map design*. Guilford Publications. 259p.

Zizka, A., Carvalho, F. A., Calvente, A., Baez-Lizarazo, M. R., Cabral, A., Ramos Coelho, J. F., Colli-Silva, M., Fantinati, M. R., Fernandes, M. F., Ferreira-Araújo, T., Lambert Moreira, F. G., Da Cunha Santos, N. M., Borges Santos, T. A., Dos Santos-Costa, R. C., Serrano, F. C., Da Silva, A. P. A., De Souza Soares, A., De Souza, P. G. C., Tomaz, E. C., Vale, V. F., Vieira, T. L. & Antonelli, A. (2020). No one-size-fits-all solution to clean GBIF. *PeerJ*, 8, e9916. <https://doi.org/10.7717/peerj.9916>

Sobre os autores

Peter Löwenberg Neto

Peter Löwenberg Neto é biólogo, mestre e doutor em Ciências Biológicas (Entomologia) pela Universidade Federal do Paraná. Iniciou seus estudos em Biogeografia durante a graduação no Laboratório de Biogeografia de Díptera - UFPR em 2002, utilizando o programa ArcView 3.2. Desde então desenvolve pesquisa em análise espacial e temporal da biodiversidade Neotropical, incluindo Biogeografia histórica e macroecologia evolutiva. Desde 2010 é professor da Universidade Federal da Integração Latino-Americana em Foz do Iguaçu, PR, é responsável pelas disciplinas de Biogeografia ofertadas para a graduação (Ciências Biológicas e Geografia) e pós-graduação (Biodiversidade Neotropical, PPGBN/Unila), coordena o Laboratório de Biogeografia da Unila e é líder do grupo de pesquisa em “Biogeografia Neotropical” (DGP/CNPq).

Christian Bergmann Kirsch

Christian Bergmann Kirsch é bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná em Cascavel, PR. Durante a graduação fez estágio no Laboratório de Biologia Estrutural e Funcional, no Laboratório de Investigação Biológica da UNIOESTE e no Laboratório de Biogeografia da Unila. Tem capacitação em Geoprocessamento para Estudos Ambientais e interesse nas áreas de bioestatística, biogeografia, ecologia e paleontologia.

MAPEAMENTO DA DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DE ESPÉCIES NA REGIÃO NEOTROPICAL

MANUAL PARA AULAS PRÁTICAS

Como descrever a distribuição geográfica de espécies? Que técnicas podem ser usadas para obter a área de distribuição geográfica? Como transformar uma tabela com coordenadas de latitude e longitude em pontos de ocorrência num mapa? O livro **"Mapeamento da distribuição geográfica de espécies na região neotropical"** é fruto da experiência de uma década de sala de aula, mostrando que o ensino na graduação também produz conhecimento - lugar comumente atribuído à pós-graduação. **Peter Löwenberg Neto** e **Christian Bergmann Kirsch**, com base na disciplina "Fundamentos da Biogeografia", ministrada nos bacharelados em Ciências Biológicas: Ecologia e Biodiversidade e em Geografia, da Universidade Federal de Integração Latino-Americana (UNILA), organizaram um material voltado para aulas práticas, com o intuito de facilitar a compreensão da distribuição das espécies no território com o uso de ferramentas do Sistema de Informação Geográfica (SIG).



EDUNILA

Editora da
Universidade Federal da
Integração Latino-Americana

EDUNILA – Editora Universitária
Campus Integração
Av. Tancredo Neves, 3147 - Porto Belo
Foz do Iguaçu - PR | CEP: 85867-970
editora@unila.edu.br
<https://portal.unila.edu.br/editora>