



OnSSET/Plataforma Global de Eletrificação

Aula prática 6: Como executar uma análise de eletrificação usando o GEP Scenario Generator¹

Instalação:

1. Primeiro, acesse [aqui](#) e clique em **Clone ou faça download de > Download zip** para fazer download do gerador de cenários GEP.
2. Este exercício tem como pré-requisito que você tenha o Jupyter Notebook <https://jupyter.org/install.html> e Python (você pode usar o Anaconda para fazer download de todos os pacotes Python necessários <https://docs.anaconda.com/anaconda/install/installed>) em seu computador.

Resultados da aprendizagem

Ao final deste exercício, você será capaz de:

- 1) Executar um cenário para Benin no gerador de cenários GEP
- 2) Executar diferentes processos-chave no gerador de cenários GEP
- 3) Criar mapas no QGIS para visualizar os resultados.

¹ Este exercício é um exercício desenvolvido por Korkovelos, A., Sahlberg, A., Khavari, B., 2019. Exercício 6: Como executar uma análise de eletrificação usando o gerador de cenários GEP [Documento WWW]. Kit de Ensino OnSSET. URL https://onsset.github.io/teaching_kit/courses/module_2/Exercise%206/ (acessado em 2.18.21).

Todas as imagens são capturas de tela do **gep-onsset** no notebook Jupyter, salvo indicação em contrário, que está licenciado sob a [licença MIT](#).



Gerador de cenários GEP (OnSSET)

O objetivo desta sessão é aprender a usar a ferramenta GEP Scenario Generator (OnSSET) para executar um cenário de eletrificação. Isso abrange as operações básicas do Jupyter Notebook, como inserir dados de entrada e onde encontrá-los.

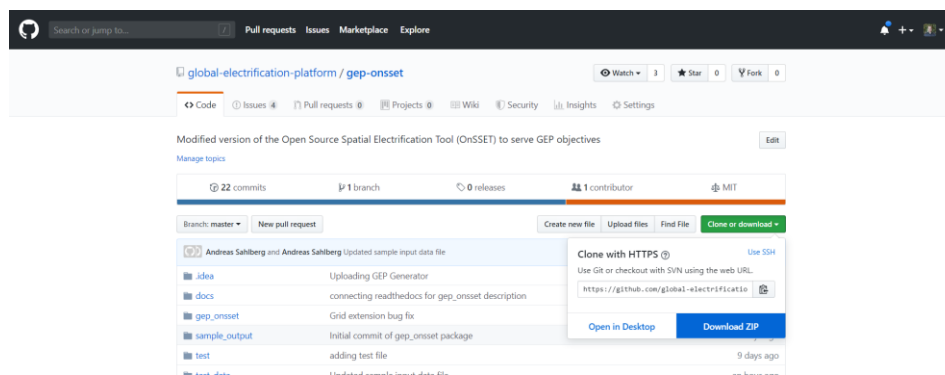


Figura 1

(Fonte da imagem: página do GitHub do gep-onsset <https://github.com/global-electrification-platform/gep-onsset> licença sob o [MIT](#))

Salve e descompacte a pasta, que será denominada **gep-onsset-master**. Ela contém todo o código necessário para executar a análise de eletrificação. Além disso, crie uma pasta chamada **Results (Resultados)** onde você deseja salvar os resultados de sua análise. Além disso, você precisará do arquivo csv que contém os dados GIS extraídos do exercício da semana passada. Vá para a **pasta gep-onsset** e abra o **Jupyter Notebook**.

Commented [si1]: Esta é a primeira figura rotulada. As outras estão sem rótulos até o momento.



Exercício 1: Aquisição e inserção de dados no modelo de eletrificação

Clique no arquivo GEP_generator.ipynb, que é a interface para executar a ferramenta de eletrificação.



Figura 2

Em seguida, selecione a primeira célula com o cabeçalho *Welcome to the GEP Generator*. Quando selecionada, a célula deve ser circundada por uma borda com uma linha azul à esquerda.



Figura 3

Commented [si2]: Esta é a primeira figura rotulada. As outras estão sem rótulos até o momento.

Commented [si3]: Esta é a primeira figura rotulada. As outras estão sem rótulos até o momento.



Clique no botão Executar para executar a célula. Durante a execução de uma célula de código, o círculo de modo no canto superior direito fica cheio enquanto o processo está em execução e vazio novamente quando o processo é concluído. Observe que isso pode ocorrer muito rapidamente para algumas células, enquanto outras levam mais tempo.

Quando um processo é concluído, a seleção passa automaticamente para a próxima célula.

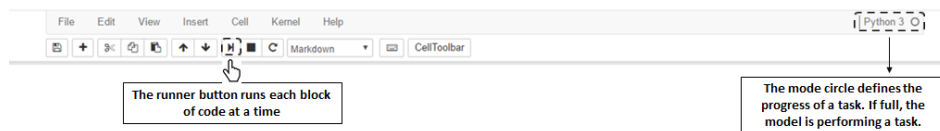


Figura 4

Commented [si4]: Esta é a primeira figura rotulada. As outras estão sem rótulos até o momento.

Execute a primeira célula para carregar o código.

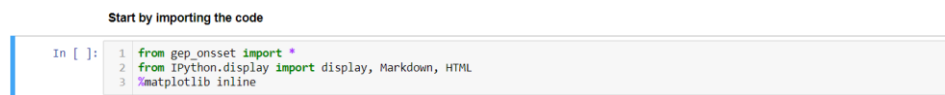


Figura 5

Commented [si5]: Esta é a primeira figura rotulada. As outras estão sem rótulos até o momento.

Etapa 1. Seleção de dados GIS.

Execute a próxima célula. Isso abre a janela abaixo; clique em *OK* para abrir o navegador. Navegue até o local onde se encontra o arquivo de entrada com todos os dados extraídos do GIS e selecione-o.



1. GIS data selection

First, run the cell below to browse to the directory your input CSV file is located at and select the input file. Sample file shall be located at `.\gep-onssettest_data`.

```
1 import tkinter as tk
2 from tkinter import filedialog, OnSSET
3 from openpyxl import load_workbook
4 root = tk.Tk()
5 root.withdraw()
6 root.attributes("-topmost", True)
7 messagebox.showinfo('OnSSET', 'Please select the input file')
8 input_file = filedialog.askopenfilename()
9
10 onsetter = SettlementProcessor(input_file)
```

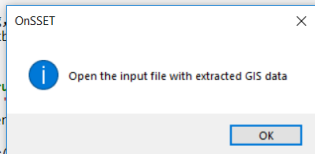


Figura 6

Commented [si6]: Esta é a primeira figura rotulada. As outras estão sem rótulos até o momento.



Etapa 2. Período de modelagem e meta de taxa de eletrificação.

Primeiro, insira o ano inicial e o ano final, bem como a meta de taxa de eletrificação até o ano final. Em seguida, execute a célula. Para o ano intermediário de 2025, deixe os valores padrão como estão.

2. Modelling period and target electrification rate

Next, define the modelling period and the electrification rate to be achieved by the end of the analysis. Further down you will also define an intermediate year and target (in the **Levers** section).

```
1 start_year = 2018
2 end_year = 2030
3 electrification_rate_target = 1 # E.g. 1 for 100% electrification rate or 0.80 for 80% electrification rate
```

Figura 7

Commented [si7]: Esta é a primeira figura rotulada. As outras estão sem rótulos até o momento.

Etapa 3. Alavancas

Passa para a seção de alavancas. Em cada uma das células, siga a descrição da alavanca e insira o valor de sua escolha. Lembre-se de executar cada célula antes de passar para a próxima.

Para priorização, escolha 5 para a abordagem de menor custo em nível nacional.

Etapa 4. Inserir dados específicos do país

Além das alavancas acima, o usuário pode personalizar um grande número de variáveis que descrevem o ambiente social, econômico e tecnológico do país selecionado. No total, cerca de 100 variáveis podem ser ajustadas nessa seção.

Para o Benin, você deve coletar os dados de diferentes fontes. Essas fontes podem ser, entre outras, data.worldbank.org, dataportal.opendataforafrica.org, esa.un.org/unpd/wup, UN Househould Size and Composition Around the World 2017 etc., e escritórios nacionais de estatística. Se você não conseguir encontrar todos os dados de entrada, mantenha o valor padrão.

OBSERVE que você precisa coletar pelo menos a **população** (ano inicial e final), a **taxa de urbanização** (use o mesmo ano final de 2018 se não encontrar nenhum



outro dado), a **taxa de eletrificação nacional** e o **tamanho da família** para este exercício.

Para os parâmetros de entrada social, em *a. Demografia e componentes sociais*, digite:

- a população em 2018 (por exemplo, **10870000**)
- a população projetada até 2030 (por exemplo, "15507000")
- a parcela da população urbana em 2018 (por exemplo, "**0,44**" para 44%)
- a parcela projetada da população urbana em 2030 (por exemplo, "**0,51**")
- o número de pessoas por domicílio em áreas urbanas até 2030 (por exemplo, "**3.1**")
- o número de pessoas por domicílio em áreas rurais até 2030 (por exemplo, "**3,6**")
- a taxa de eletrificação nacional em 2018 (por exemplo, "**0,41**" para 41%)
- a taxa nacional de eletrificação *urbana* em 2018 (por exemplo, "**0,41**" para 41%)
- a taxa nacional de eletrificação *rural* em 2018 (por exemplo, "**0,41**" para 41%)

Caso nenhum outro valor tenha sido coletado, os valores padrão poderão ser usados.

Continue com a Etapa 4 e execute todas as células.

Etapa 5. Importação e processamento de dados GIS

Execute a primeira célula na Etapa 5. Isso calibra a população e fornece algumas informações básicas adicionais com base nos dados do GIS. Se a execução for bem-sucedida, deverá ser exibida uma visualização dos dados de entrada do GIS. Se essa tabela não aparecer, ou não aparecer corretamente, isso pode ser causado por um erro no arquivo csv ou no código.

Commented [si8]: Esse é o número exato ou é um "e.g.", como todos os outros. Os dois primeiros parecem diferentes dos outros e talvez nenhum deles deva ser "e.g.".



The Madagascar.csv file has been imported correctly. Here is a preview:

	Country	X	Y	Pop	GridDistPlan	NightLights	TravelHours	GHI	WindVel	Hydropower	HydropowerDist
2199	Madagascar	5377380.0	-1984130.0	42.48930	134.672	0	5	2049.0	5.0	19.84110	784
2384	Madagascar	5397380.0	-2014130.0	35.86460	102.356	0	2	2049.0	6.0	29.73370	784
2320	Madagascar	5367380.0	-2004130.0	39.46830	116.119	0	2	2041.0	5.0	3.05809	784
2925	Madagascar	4987380.0	-2114130.0	6.67943	304.235	0	9	2268.0	0.0	44.55440	754
1177	Madagascar	5397380.0	-1814130.0	18.99970	301.828	0	11	2225.0	7.0	19.88800	564
2724	Madagascar	5217380.0	-2074130.0	19.64630	93.184	0	2	2347.0	6.0	7.75732	771

Figura 8

Com base nos dados de entrada das etapas anteriores, na próxima célula, o código cria algumas camadas adicionais que são úteis para a análise de eletrificação. Esse pode ser um processo iterativo que exige calibração do usuário. Uma das etapas mais importantes da análise de eletrificação é a identificação dos assentamentos atualmente eletrificados. Com base em sua localização, o modelo decide se é fácil estender a rede para as células vizinhas ou escolher uma tecnologia fora da rede.

O modelo calibra quais assentamentos provavelmente serão eletrificados no ano inicial, para corresponder aos valores estatísticos nacionais definidos acima. Um assentamento é considerado eletrificado se atender a todas as condições a seguir:

- Tem mais luzes noturnas do que o limite definido (definido como 0 por padrão).
- Está mais próximo da rede elétrica existente do que o limite de distância.
- Tem mais população do que o limite.

Primeiro, defina os limites de limiar. Em seguida, execute a calibração e leia a mensagem na parte inferior para verificar se os resultados estão corretos. Caso contrário, redefina esses limites e execute novamente.

Commented [si9]: Esta é a primeira figura rotulada. As outras estão sem rótulos até o momento.



```
1 min_night_lights = 0    ### 0 Indicates no night light, while any number above refers to the night-lights intensity
2 min_pop = 50           ### Settlement population above which we can assume that it could be electrified
3
4 max_service_transformer_distance = 2    ### Distance in km from the existing grid network below which we can assume a settl
5 max_mv_line_distance = 2
6 max_hv_line_distance = 25
7
8 Technology.set_default_values(base_year=start_year, start_year=start_year, end_year=end_year, discount_rate=discount_rate)
9
10 elec_modelled, urban_internal_elec_ratio, rural_internal_elec_ratio = onsets.elec_current_and_future(elec_ratio_start_year
11                                                    urban_elec_ratio,
12                                                    rural_elec_ratio,
13                                                    pop_start_year,
14                                                    start_year,
15                                                    min_night_lights=min_
16                                                    min_pop=min_pop,
17                                                    max_transformer_dist=
18                                                    max_mv_dist=max_mv_li
19                                                    max_hv_dist=max_hv_li
20
21 onsets.grid_reach_estimate(start_year, gridspeed=9999)
```

2019-06-06 16:51:55,214 Calibrate current electrification

We have identified the existence of transformers or MV lines as input data; therefore we proceed using those for the calibration

The modelled electrification rate achieved is 0.11. Urban elec. rate is 0.51 and Rural elec. rate is 0.03.

If this is not acceptable please revise this part of the algorithm

Figura 9

Execute a próxima célula para plotar os assentamentos que foram calibrados como eletrificados (azul) e não eletrificados (amarelo) na etapa anterior.

Commented [si10]: Esta é a primeira figura rotulada. As outras estão sem rótulos até o momento.

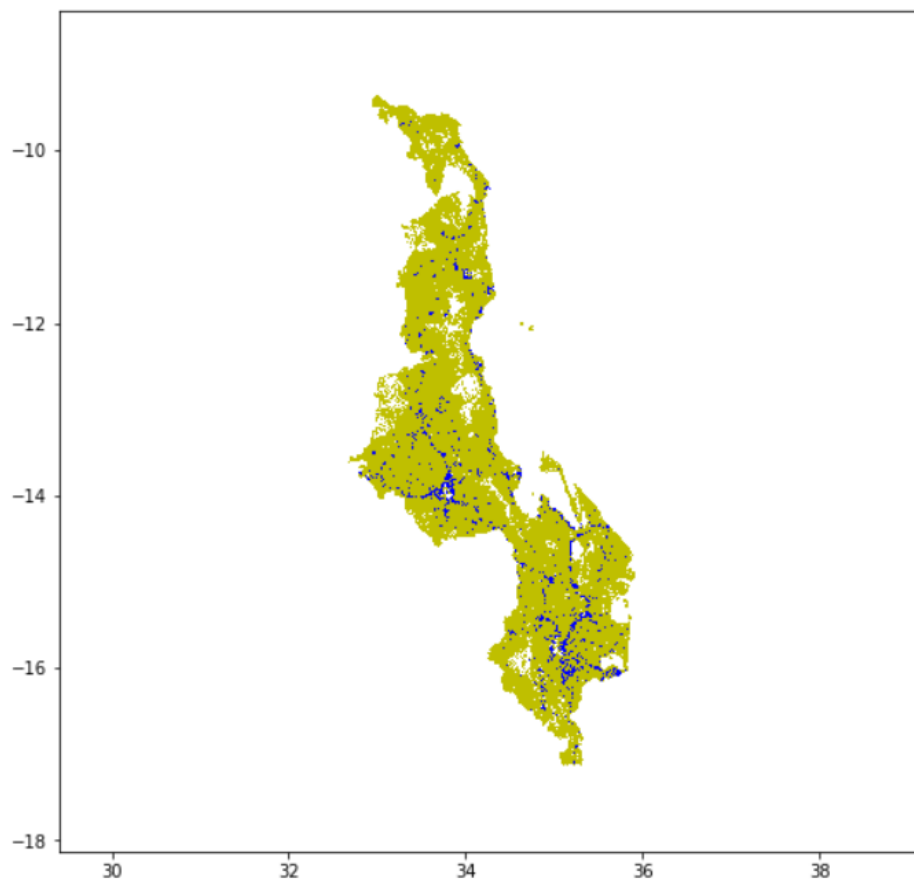


Figura 10

Commented [si11]: Esta é a primeira figura rotulada. As outras estão sem rótulos até o momento.

Etapa 6. Definir a demanda

Aqui você pode ajustar ainda mais a demanda no cenário. Você pode alterar o número de kWh/domicílio/ano que uma camada representa ou adicionar demanda para usos produtivos de eletricidade. Observe que não há um método predefinido para estimar a demanda por usos produtivos no modelo. Execute as duas células e passe para a próxima etapa.



Etapa 7. Iniciar uma execução de cenário

Essa etapa executa o algoritmo para calcular a tecnologia de eletrificação de menor custo em cada assentamento do país. Observe que isso levará algum tempo (de minutos a algumas horas, dependendo de seu país).

Etapa 8. Resultados, resumos e visualização

Após a conclusão das etapas 1 a 7, a análise estará concluída. Execute todas as células na Etapa 7 para obter os resultados. Eles são apresentados como tabelas de resumo e um mapa simples.



(Fonte da imagem: Material didático OnSSET: <https://doi.org/10.5281/zenodo.457403> licenciado sob CC-BY 4.0)

Etapa 9. Exportação de resultados

Na primeira célula, dê um nome ao seu cenário. Na célula seguinte, execute-o e clique em **OK** na caixa que aparece e navegue até a pasta onde deseja salvar os resultados. Execute a última célula para salvar dois arquivos csv com informações de cada assentamento e resumos de todo o país. O arquivo csv denominado **"Results" (Resultados)** pode ser usado para gerar mapas no QGIS.

Commented [si12]: Esta é a primeira figura rotulada. As outras estão sem rótulos até o momento.



Visualização dos resultados de eletrificação no GIS

Todas as imagens nesta seção são capturas de tela do [QGIS 3.10](#), que está licenciado sob Attribution-ShareAlike 3.0 Unported ([CC BY-SA 3.0](#)), salvo indicação em contrário.

A seção a seguir fornece um guia para as etapas básicas que devem ser seguidas para visualizar os resultados da eletrificação em um ambiente QGIS. Siga o processo passo a passo e, caso tenha mais dúvidas, use o [fórum OnSSET](#).

Etapa 1. Importação do arquivo .csv com os resultados

Depois de executar sua análise OnSSET, você terá um arquivo csv com os resultados. Se você simplesmente importar esse arquivo csv para qualquer software GIS, obterá uma camada de pontos. Ao visualizar seus resultados, gostaríamos, no entanto, de visualizar os clusters que você usou para a camada de população. As instruções abaixo explicarão como visualizar o arquivo csv com os clusters de população.

1. Comece importando o arquivo csv acessando **Layer → Add Layer → Add Delimited Text Layer**.

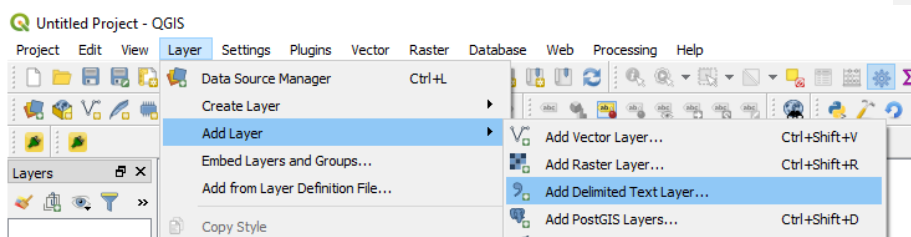


Figura 12

2. A janela a seguir será aberta:

Commented [si13]: Esta é a primeira figura rotulada. As outras estão sem rótulos até o momento.

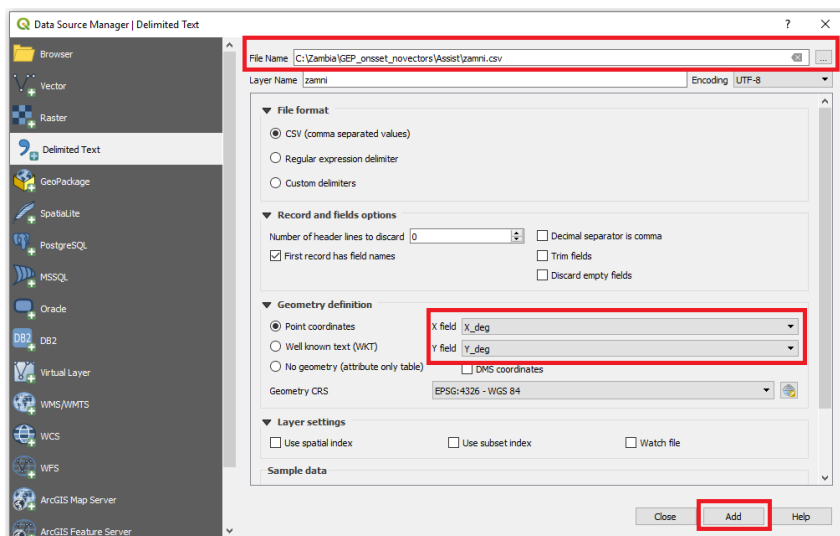


Figura 13

3. Em *Formato de arquivo*, verifique se a opção *CSV (valores separados por vírgula)* está marcada. Uma visualização do arquivo é exibida na parte inferior da janela. Clique em *Ok*. Em seguida, o sistema de coordenadas da camada deve ser definido. Na caixa *Geometry CRS*, selecione **WGS84**. Além disso, no **campo X** e no **campo Y**, selecione **X_Deg** e **Y_Deg**. Por fim, clique em *Add* para carregar a camada. Quando o arquivo for carregado (o que pode levar algum tempo), você poderá ver o arquivo no painel *Camadas*, na parte inferior esquerda da tela.

Commented [si14]: Esta é a primeira figura rotulada. As outras estão sem rótulos até o momento.



File Name: C:\Users\j... \Documents\GitHub\Kenya\ke-1_0_0_0_0_0_0_0.cav
Layer Name: ke-1_0_0_0_0_0_0_0 Encoding: UTF-8

File format

☒ CSV (comma separated values)
☐ Regular expression delimiter
☐ Custom delimiters

Record and fields options

Number of header lines to discard: 0
☒ First record has field names
☐ Decimal separator is comma
☐ Trim fields
☐ Discard empty fields

Geometry definition

☒ Point coordinates X field: X Y field: Y
☐ Well known text (WKT)
☐ No geometry (attribute only table) ☐ DMS coordinates
Geometry CRS: EPSG:4326 - WGS 84

Layer settings

Sample data

	Pop	ID	GridCellArea	NTLBin	NTLArea	ElecPop	WindVel	GHI	TravelHours	Elevation	Slope
1	101.13053	ke-727664	0.043	0.0	0.200591086	0.0	5.888211952000001	2104.0	1.328207398	4.047792435	0.225567177
2	10.11305	ke-509761	0.0090000000000000001	0.0	0.040190357	0.0	5.892278194	2104.371492	1.231074282	1.18278658	0.183970869
3	111.24358	ke-727663	0.069	0.0	0.320897599	0.0	5.885137552000001	2103.00868	1.10066243	2.000822726	0.165246695
4	10.11305	ke-509760	0.0090000000000000001	0.0	0.040190357	0.0	5.872775328	2103.0	1.100180817	2.0	0.165246695
5	20.2261	ke-727662	0.017	0.0	0.08033256700000001	0.0	5.8798097139999985	2103.0	1.100180817	2.0	0.165246695
6	20.2361	ke-509760	0.017	0.0	0.08033256700000001	0.0	5.8798097139999985	2103.0	1.100180817	2.0	0.165246695

Close Add Help

Figura 14

Commented [si15]: Esta é a primeira figura rotulada. As outras estão sem rótulos até o momento.

- Depois de clicar em **Add (Adicionar)**, você verá que adicionou uma camada de pontos à tela do mapa.



Figura 15

Commented [si16]: Esta é a primeira figura rotulada. As outras estão sem rótulos até o momento.

5. Agora, adicione os clusters que você usou como camada de população durante o processo de extração, acessando **Layer → Add Layer → Add Vector Layer** ou simplesmente arrastando-os para a tela do mapa.
6. Agora vamos mesclar as camadas. Abra a caixa de ferramentas e procure por **"Join attributes by field value" (Unir atributos por valor de campo)**.

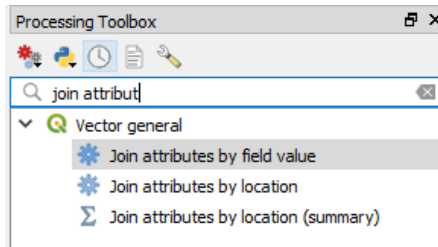


Figura 16

Commented [si17]: Esta é a primeira figura rotulada. As outras estão sem rótulos até o momento.

7. A janela a seguir é aberta:

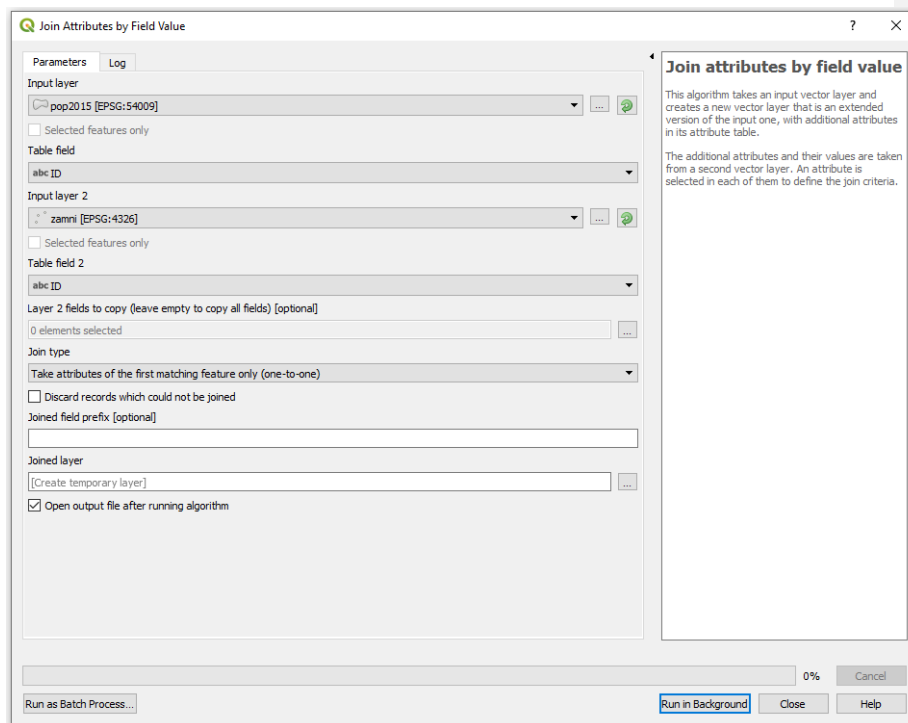


Figura 17

Commented [si18]: Esta é a primeira figura rotulada. As outras estão sem rótulos até o momento.



A ideia por trás dessa ferramenta é pegar a tabela de atributos de uma camada e adicioná-la à tabela de atributos de outra camada usando um campo em cada camada como identificador.

O campo **Input layer (Camada de entrada)** define a camada que você verá. Como queremos ver clusters e não pontos, escolheremos os clusters de população nesse campo.

Campo da tabela é o nome do campo na tabela de atributos que será usado como identificador durante a mesclagem. Selecione o arquivo denominado ID.

O campo **Input layer 2** define a segunda camada. Selecione a camada de pontos definida pelo seu arquivo .csv.

O campo denominado **Table field 2** é o nome do campo na tabela de atributos da segunda camada que será usado como identificador durante a mesclagem. Escolha o campo denominado ID. Isso significa que todas as linhas com o mesmo ID nos clusters de população e no arquivo de entrada serão combinadas umas com as outras.

Não altere nenhuma das outras opções.

Quando terminar, clique em **Run in Background (Executar em segundo plano)**.

Etapa 2. Exibição de informações úteis no QGIS

O mapa do arquivo csv importado não transmite muitas informações no início. Para alterar isso, clique com o botão direito do mouse na camada unida no *Painel de camadas* e escolha *Propriedades*. Selecione a guia *Style (Estilo)* e, na parte superior, mude de *Single symbol (Símbolo único)* para *Categorized (Categorizado)*.

Em seguida, escolha a opção *Coluna* e, na lista suspensa, role para baixo e escolha **MinimumOverall2030** para exibir a opção de tecnologia que pode fornecer eletricidade com o menor LCOE em cada célula em 2030. Em seguida, clique em *Classify (Classificar)* para mostrar todas as opções de tecnologia que são utilizadas nos resultados.



Depois de escolher o que exibir, é preciso também garantir que as informações possam ser compreendidas com clareza. A primeira etapa é alterar a aparência dos símbolos. Clique em *Change...* (*Alterar...*) na caixa *Symbol* (*Símbolo*) e, em seguida, em *Simple marker* (*Marcador simples*) (Fig. 10); depois, em *Outline* (*Contorno*), selecione *Transparent boundary* (*Limite transparente*) e pressione *Ok*. Você pode alterar a cor dos símbolos clicando duas vezes sobre eles e modificando sua aparência. Por fim, clique em *Apply* (*Aplicar*) e depois em *Ok* para exibir o mapa. Levará algum tempo para o mapa ser desenhado no QGIS.

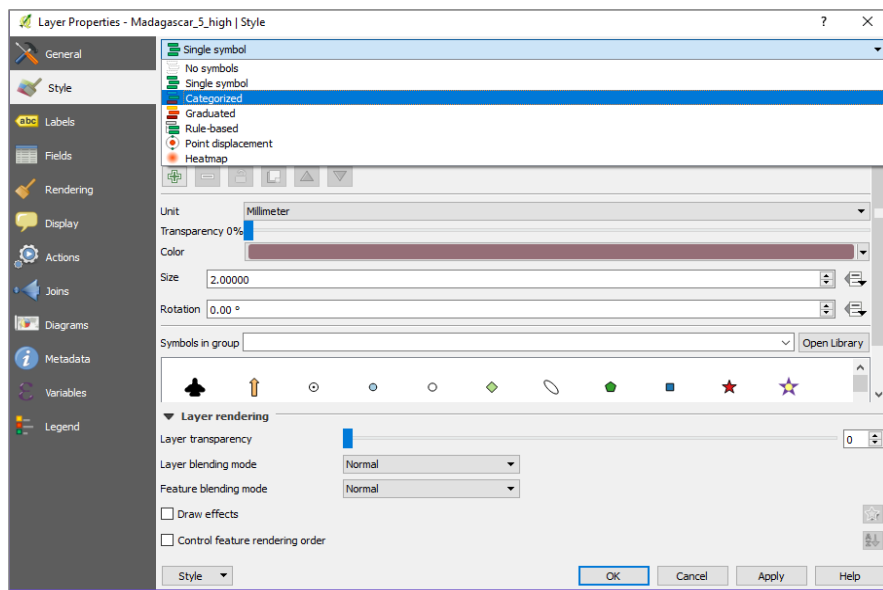


Figura 18

Commented [si19]: Esta é a primeira figura rotulada. As outras estão sem rótulos até o momento.

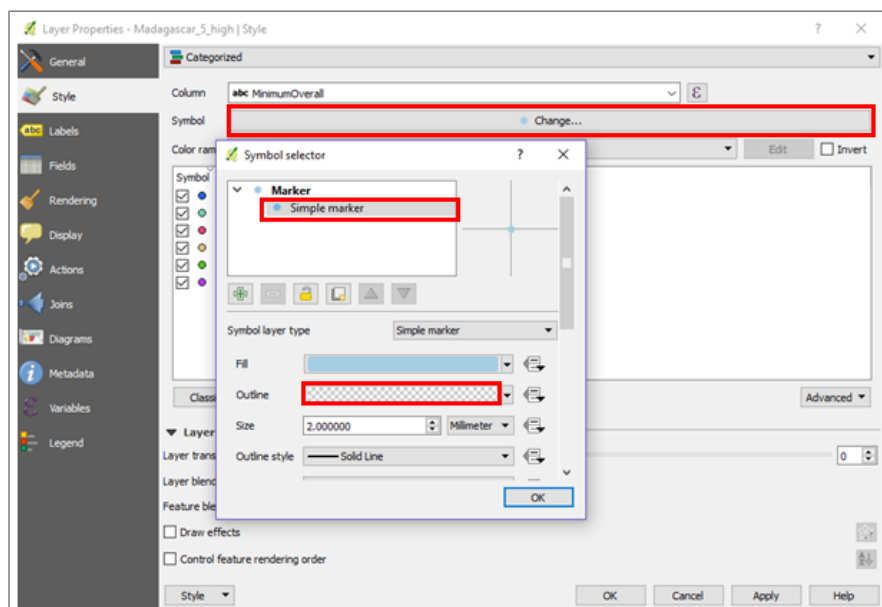


Figura 19

A próxima etapa é adicionar alguns textos informativos e figuras ao mapa. No QGIS, isso pode ser feito na visualização **Print Composer**. Abra-a selecionando *Projeto > Novo Compositor de Impressão* (Fig. 11).

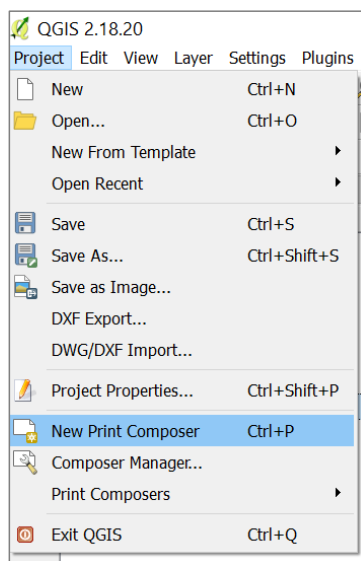


Figura 20

Isso solicitará que você escolha um nome para o seu mapa. Escolha um nome e clique em *OK* ou deixe-o em branco para usar um nome aleatório (Fig. 21).

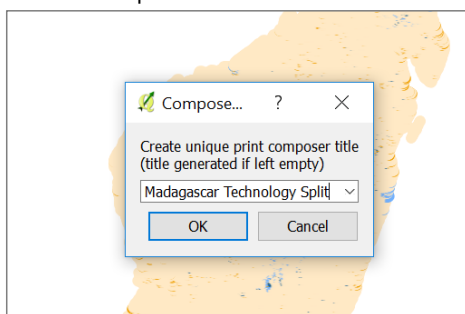


Figura 21

Nessa etapa, a tela do mapa é aberta (Fig. 22).

1. Primeiro, defina as propriedades do seu mapa no lado direito da imagem acima, na guia *Composition* (*Composição*). Defina *Presets* (*Predefinições*) como **A4** e escolha *Orientation* (*Orientação*) como **Portrait** (**Retrato**). Deixe o restante como está.



2. Em seguida, em **Exportar configurações** (ainda no lado direito da imagem acima), você pode definir a resolução. Para os fins destes exercícios, 300 dpi é suficiente. Essa opção também é definida no menu de composição.
3. No lado esquerdo, há várias ferramentas diferentes que podem ser usadas para abrir mapas e preparar seu mapa

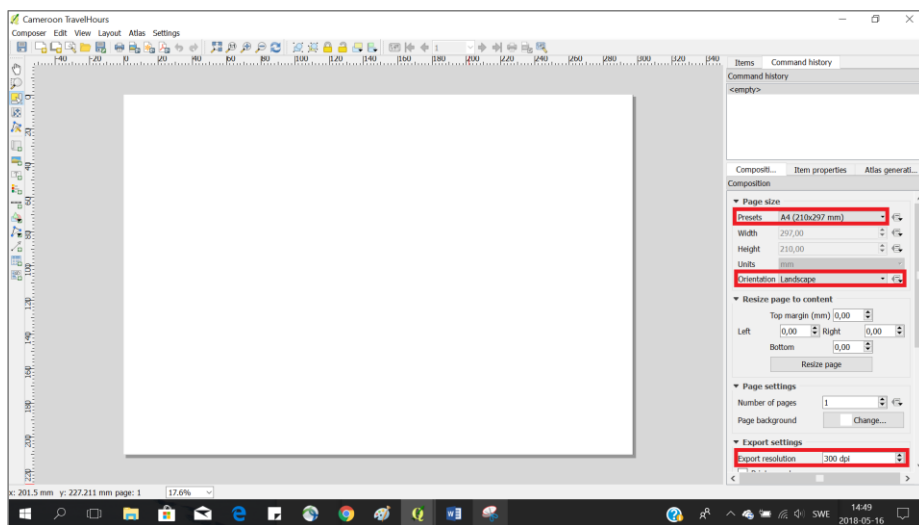


Figura 21

4. Clique em **Add new map**  (**Adicionar novo mapa**) no lado esquerdo da janela (Fig. 23) para começar a criar um mapa.

Commented [si20]: Não tenho certeza do que está acontecendo com o '2' e o símbolo seguinte na próxima linha aqui... mas não está certo como está,

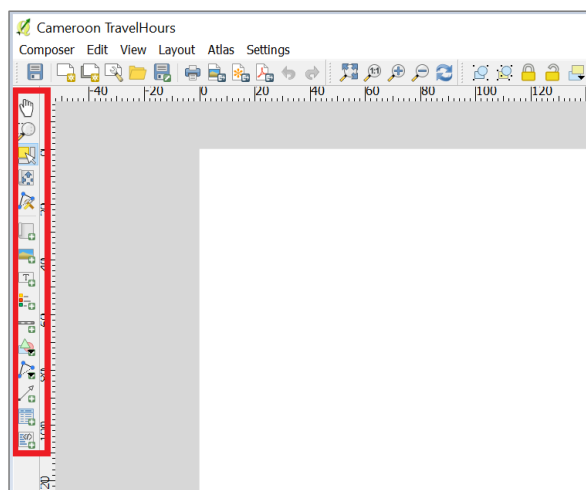


Figura 23

5. Em seguida, coloque o cursor em um canto do papel, clique e arraste para definir a área à qual o mapa deve se estender (Fig. 24). A exibição da janela normal do QGIS aparecerá nessa área.

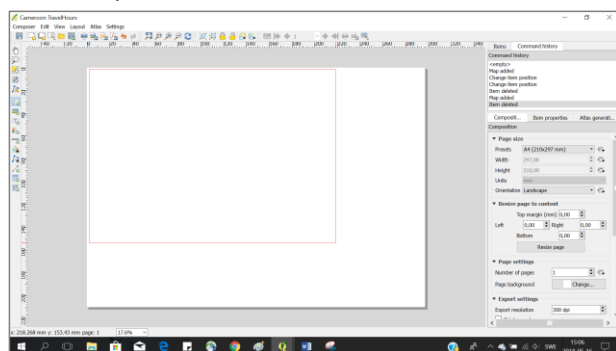


Figura 24

6. No compositor de mapas do QGIS, cada item (por exemplo, legenda, título, barra de escala) pode ser editado clicando-se no item e, em seguida,

escolhendo a guia *Propriedades do item* à direita. Isso inclui o tamanho, a escala, a posição, a extensão e outros atributos.

7. Adicione título, legenda e barra de escala no menu à esquerda. Ajuste sua posição e estilo para criar um mapa informativo.
8. Após finalizar o conteúdo do mapa, marque as caixas **Bloquear camadas** e **Bloquear estilos para camadas** (Fig. 25). Isso garante que, se você desativar algumas camadas ou alterar seus estilos na janela original, a visualização não será alterada na janela do compositor

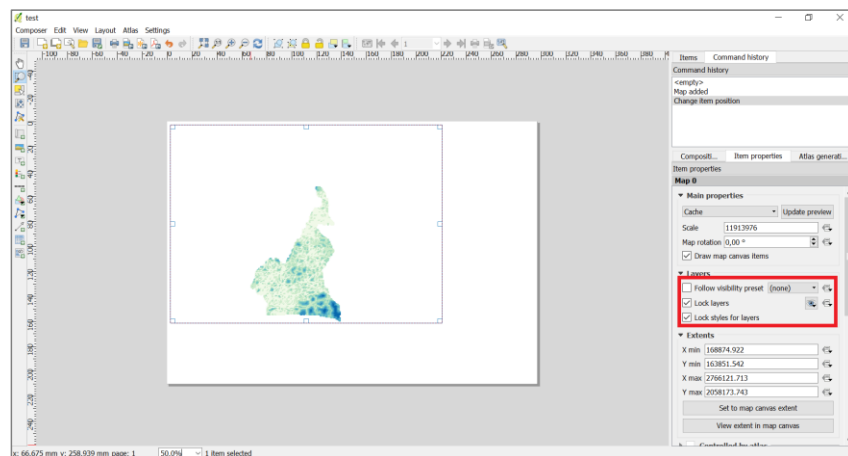


Figura 25

9. Por fim, exporte o mapa como uma imagem clicando no ícone  e salve-o na pasta *Results (Resultados)*.

Quando o mapa de divisão de tecnologia estiver satisfatório e salvo na pasta *Results (Resultados)*, feche a janela do *Composer*. Abra a janela *Properties (Propriedades)* da camada e vá para a guia *Style (Estilo)* mais uma vez. Na parte superior, mude de *Categorized (Categorizado)* para *Graduated (Graduado)*. Agora, escolha a coluna *MinimumOverallLCOE2030* na parte superior para exibir o LCOE obtido em cada célula. Pressione *Classificar, Aplicar* e *OK* para desenhar o mapa de LCOE.



Abra a janela *Composer* e insira uma barra de título, legenda e escala e salve o novo mapa quando estiver satisfeito com o layout.

Parabéns por ter concluído os exercícios práticos! Se você tiver dúvidas ou quiser contribuir com a comunidade OnSSET, acesse onsset.org para obter mais informações!

Commented [si21]: Seria bom acrescentar apenas "parabéns por ter concluído o material prático", ou talvez uma observação final sobre os fóruns OnSSET (ou o que for apropriado). Opcional, é claro