

UTILIZAÇÃO DO PROGRAMA QGIS NA ELABORAÇÃO DE MAPA DE IRRADIAÇÃO SOLAR

Manoel Henrique de Oliveira Pedrosa Filho (IFPE) - manael.henrique.opf@gmail.com

Elton Barbosa Cavalcante (IFPE) - eltoncavalcante66@gmail.com

Resumo:

Os estudos de viabilidade de projetos de energia solar utilizam como uma das variáveis de entrada a irradiação solar no local. A disponibilidade de informações em formato de mapa permite não somente o desenvolvimento de estudos sobre a distribuição espaço-temporal da radiação solar, mas de diversas outras variáveis como temperatura, velocidade do vento etc. Como forma de fomentar esta metodologia de estudo, este trabalho apresenta um guia para a elaboração de mapas temáticos utilizando-se o programa Qgis, que é um programa livre de tratamento de dados georreferenciados. Como exemplo, foram utilizados dados de irradiação solar diária média de 33 estações solarimétrica espalhadas no Estado de Pernambuco. Todos os passos desde a importação do shapefile até a definição da rampa de cores são apresentados. Como resultado, espera-se que sejam elaborados mapas temáticos com diferentes tipos de informação sempre no sentido de ampliar o conhecimento sobre a distribuição espacial das variáveis.

Palavras-chave: *Qgis, Radiação solar, Mapa solarimétrico*

Área temática: *Radiação Solar*

Subárea temática: *Recursos Solares e Meteorologia da Radiação Solar*

UTILIZAÇÃO DO PROGRAMA QGIS NA ELABORAÇÃO DE MAPA DE IRRADIAÇÃO SOLAR

Elton Barbosa Cavalcanti – eltoncavalcante66@gmail.com

Manoel Henrique de Oliveira Pedrosa Filho – manoel@pesqueira.ifpe.edu.br

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Campus Pesqueira

1. Radiação solar

1.1 Recursos solares e meteorologia da radiação solar

Resumo. *Os estudos de viabilidade de projetos de energia solar utilizam como uma das variáveis de entrada a irradiação solar no local. A disponibilidade de informações em formato de mapa permite não somente o desenvolvimento de estudos sobre a distribuição espaço-temporal da radiação solar, mas de diversas outras variáveis como temperatura ambiente, velocidade do vento, etc. Como forma de fomentar esta metodologia de estudo, este trabalho apresenta um guia para a elaboração de mapas temáticos, utilizando-se o programa Qgis, que é um programa livre para o tratamento de dados georreferenciados. Como exemplo, foram utilizados dados de irradiação solar diária média mensal de 33 estações solarimétrica espalhadas no Estado de Pernambuco. Todos os passos desde a importação do shapefile até a definição da rampa de cores são apresentados. Como resultado, espera-se que sejam elaborados mapas temáticos com diferentes tipos de informação sempre no sentido de ampliar o conhecimento sobre a distribuição espacial das variáveis.*

Palavras-chave: *Qgis, Radiação solar, Mapa solarimétrico*

1. INTRODUÇÃO

A partir da promulgação da Resolução Normativa 482/12 e 687/15 (ANEEL, 2012; ANEEL, 2015) e da entrada da fonte solar na participação nos leilões de energia realizados pela EPE (Empresa de Pesquisa Energética), o estudo do recurso solar começou a se tornar objeto de viabilização de empreendimentos deste os de pequeno até os de grande porte.

A utilização da fonte solar necessita como dado primordial de entrada, valores de irradiação solar, pelo menos na escala horária, para que seja possível realizar estudos de viabilidade técnica e econômica de sua implantação, porém para que esta informação seja representativa, se faz necessária a realização de medições em solo, que devido à grande extensão territorial brasileira e a necessidade de medições em solo com longos períodos, como por exemplo, de pelo menos 1 ano para a elaboração de propostas de usinas de grande porte fotovoltaicas sem concentração e 3 anos para concentração conforme (EPE, 2018), torna o procedimento de viabilização de empreendimentos uma tarefa complexa.

Por outro lado, o desenvolvimento de mapas temáticos sobre irradiação solar é uma forma de resolver o problema a distribuição territorial brasileira. Pode-se citar a 1ª versão do mapa solarimétrico brasileiro (Tiba, 2000; Tiba *et al.*, 2004) que foi elaborado utilizando-se 576 estações de medição com actinígrafos, heliógrafos e piranômetros. Em seguida foram publicadas a 1ª edição do Atlas Brasileiro de Energia Solar (Pereira *et al.*, 2006) e a 2ª edição (Pereira *et al.*, 2017), estes mapas foram elaborados utilizando-se imagens de satélite e o modelo Brasil-SR de transferência radiativa para estimação de valores de irradiância em solo.

Também são verificadas iniciativas de elaboração de mapas e estudos geoespaciais que não só utilizam a radiação solar, mas que cruzam outras informações como linhas de transmissão, corpos de água, etc., para melhor embasamento para a tomada de decisão, como o trabalho de (Azevedo e Tiba, 2013).

A nível regional, destacam-se o mapa solarimétrico do Estado do Paraná (Tiepolo *et al.*, 2018), do Estado do Rio Grande do Sul (Soares *et al.*, 2018), do Estado de Alagoas (ELETROBRÁS, 2008), do Estado de Minas Gerais (Reis e Tiba, 2016), do Estado de São Paulo (Pires *et al.*, 2013), entre outros.

Os mapas são utilizados, normalmente, para uma análise visual das informações existentes. Embora em sua maioria tratem da radiação solar, é possível elaborar mapas com diversas outras variáveis de estudo, como a produtividade, retorno de investimento, indicadores estatísticos, entre outros.

Com o objetivo de fomentar a elaboração de mapas temáticos e agregar mais uma ferramenta de análise de distribuição espacial de variáveis, principalmente aquelas relacionadas à área de energia solar, este trabalho apresenta um guia para elaboração de mapa temático utilizando o programa livre Qgis, que pode ser utilizado em Windows, Linux, Mac OSX e outras plataformas. Ele é totalmente gratuito e permite funções como a edição, visualização e importação de dados georreferenciados (QGIS, 2019).

2. METODOLOGIA

O procedimento exemplo utilizará dados de irradiação solar diária média mensal obtidos em 33 estações solarimétricas espalhadas pelo Estado de Pernambuco.

Para se construir um mapa no Qgis, precisa-se de um arquivo que contém o ‘contorno’ da região que o mapa vai abordar. Esse arquivo é chamado de *Shapefile* (SHP) e pode ser obtido facilmente em uma busca na internet, desde que a área de interesse não seja tão específica. No endereço: <<https://wwwn.cdc.gov/epiinfo/html/shapefiles.htm>>, pode-se encontrar os *shapefiles* de todos os Estados do Brasil, mais o Distrito Federal. Também é possível confeccionar um, porém isso exige um alto conhecimento das ferramentas do Qgis.

Inicialmente, com o console do Qgis aberto, o primeiro passo consiste em importar os arquivos SHP para o programa. Para realizar a importação de um *shapefile* para o Qgis utiliza-se a função “adicionar camada” no menu “camada”. Na lista, escolhe-se a opção “Vetorial” como mostra a Fig. 1. Na janela que será aberta, basta indicar o arquivo no campo “Vector Database”.

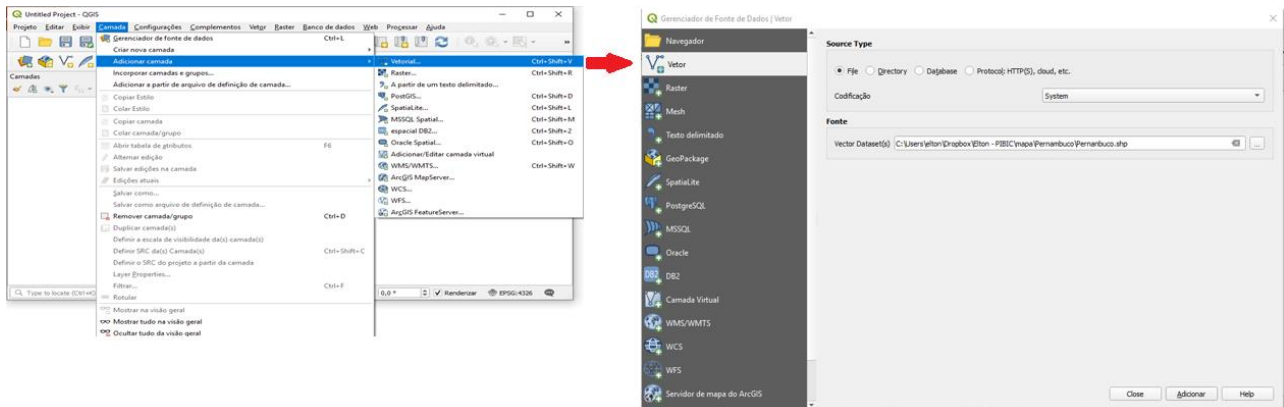


Figura 1: Importação do arquivo SHP para o QGIS.

Após clicar em “Adicionar”, o arquivo SHP será importado para a área de trabalho do QGIS (Fig. 2).

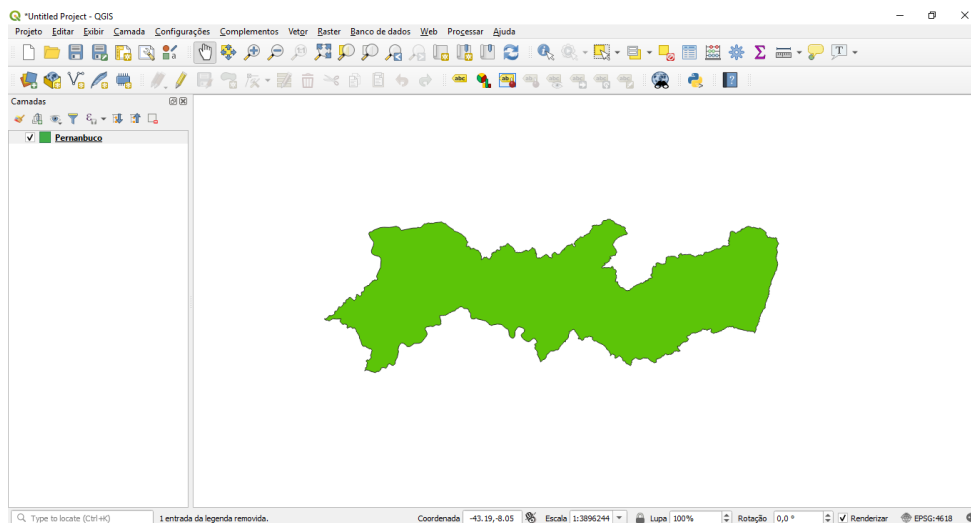


Figura 2: Arquivo SHP importado.

A próxima etapa é a da importação dos valores que serão utilizados durante o processo de interpolação (*kriging*), para tanto é necessário montar uma tabela de dados com os valores da grandeza (neste caso, a irradiação diária) e as coordenadas dos locais (neste caso, das estações solarimétricas). É importante notar que, caso a planilha esteja em formato XLS que é o padrão do Excel é necessário salvá-la no formato CSV separado por vírgulas já que é o único formato que o Qgis aceita. Um exemplo da estrutura do arquivo está mostrado na Tab. 1.

Tabela 1: Modelo a ser usado para importar a tabela de dados no Qgis.

id	Longitude	Latitude	Nome	Rad
1	-9,29	-35,57	São Luiz do Quintude	4448,354
2	-9,39	-40,52	Petrolina	4561,155

3	-7,85	-35,24	Carpina Apac	4866,345
4	-8,67	-35,57	Palmares	4919,563

É necessário observar que, os valores decimais da tabela devem usar a vírgula como separador decimal e que a longitude e latitude devem estar em graus decimais. Com a tabela no formato CSV finalizada, utiliza-se a função “adicionar camada” no menu “camada” e seleciona-se a opção “a partir de um texto delimitado” conforme Fig. 3.

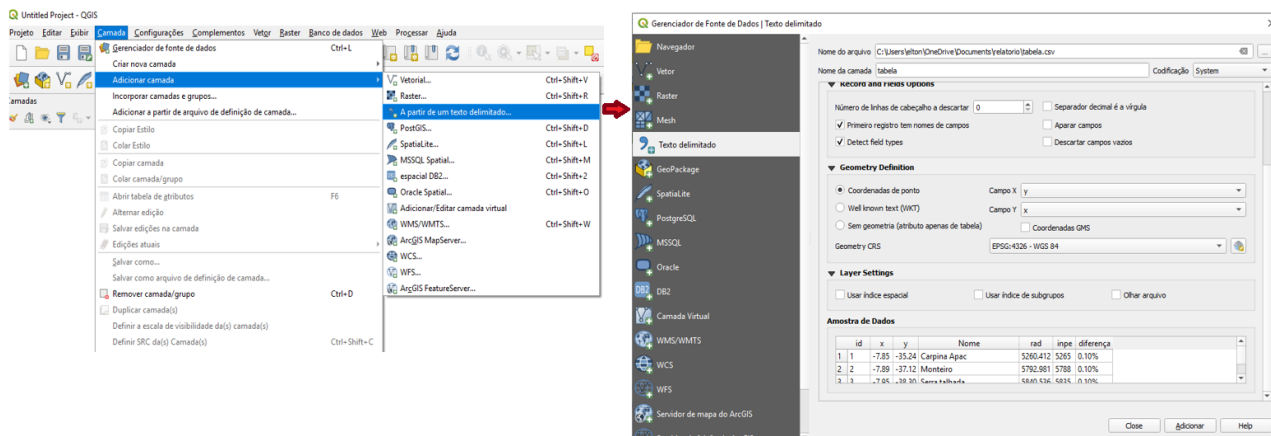


Figura 3: Importação da tabela de dados.

No exemplo apresentado na Fig. 3, inicialmente é necessário selecionar o arquivo .csv, após marcaram-se as opções de “Primeiro registro tem nomes de campos”, “*Detected field types*” e “Separador decimal é a virgula”. Na sessão de “*Geometry Definition*”, preenche-se a opção “coordenada de ponto” e coloca-se o campo x com a latitude da estação e o campo y com a longitude (esta sequência depende da organização das colunas do arquivo CSV), caso as coordenadas sejam marcadas ao contrário os pontos não ficarão com sua localização correta. Somente deve-se marcar a caixa de coordenadas GMS, caso as coordenadas estejam em graus, minutos e segundos.

E por fim, no campo “*Geometry CSR*”, que é o código do sistema de referência de coordenadas (SRC), foi utilizado o EPSG:4326 – WGS 84, código que é válido para todos os Estados do Brasil. Após estas configurações, clique em “Adicionar” e em “Close”, a aba se fechará e a área de trabalho se parecerá com a da Fig. 4.

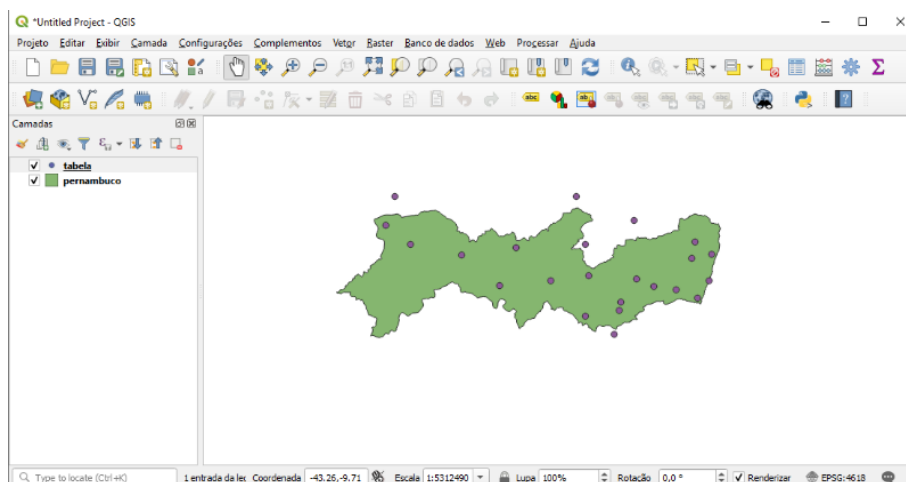


Figura 4: Arquivos importados no QGIS, os pontos que indicam as estações do arquivo CSV.

Note-se que, na parte esquerda da área de trabalho do Qgis (Fig. 4) ficam listadas as duas camadas (arquivo SHP e CSV) que foram adicionadas. A ordem que elas estão interfere no formato do mapa, pois neste caso a camada CSV está sobre a SHP, fazendo com que no desenho, os pontos aparecem sobrepostos ao mapa.

Com os arquivos devidamente importados para o QGIS, a interpolação está quase pronta para ser aplicada, mas antes, os arquivos SHP de Pernambuco e a planilha com os pontos em formato CSV adicionados anteriormente têm que sofrer uma alteração em seu SRC (Sistema de Referência de Coordenada) fazendo com que eles passem a ser vetores com coordenadas planas, pois a interpolação só funciona nesse formato.

Para tanto, é necessário fazer esta alteração em cada camada, será apresentado como exemplo a alteração da camada do arquivo CSV. Para esta camada, clicar com o botão direito do mouse sobre ela e selecionar a opção “exportar” e “Salvar feições como...” como mostrado na Fig. 5.

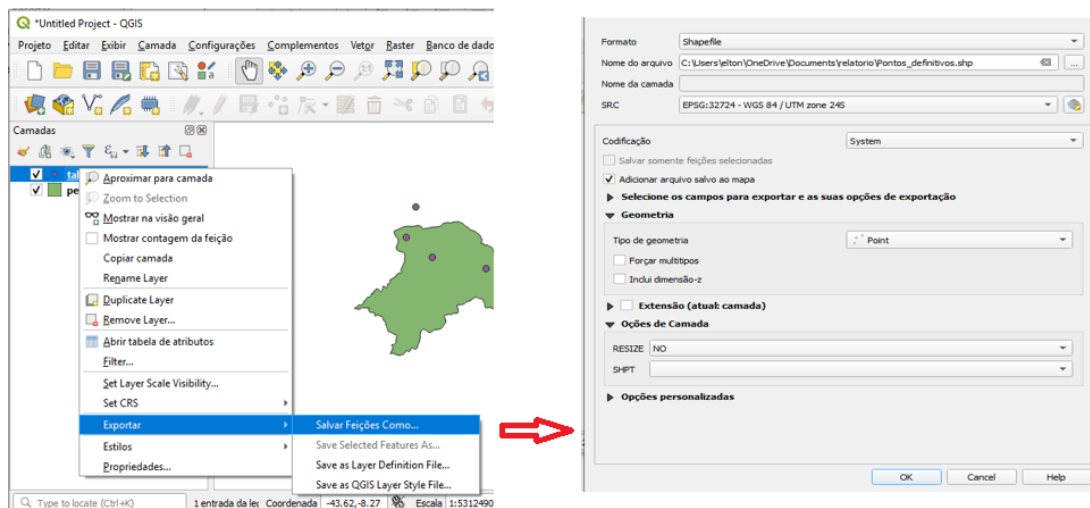


Figura 5: Alterar o código SRC das camadas no QGIS.

Ao selecionar a opção “Salvar feições como...”, uma nova caixa de diálogo será aberta, nesta, no campo “Formato” deve ser escolhida a opção “Shapefile”. No campo “nome do arquivo”, seleciona-se a pasta onde o novo arquivo deverá ser salvo. E no campo SRC, escolhe-se o código WGS 84/ UTM zone 24s 32724, este código é definido de acordo com a localização de cada região em relação aos fusos horários que ele faz parte. Escolhe-se o fuso horário 24, pois o Estado de Pernambuco encontra-se em sua maior parte neste fuso. Após clicar em OK.

Com a alteração do SRC dos arquivos completa, pode-se dar início ao procedimento para interpolação pelo inverso da distância (IDW) que é utilizado para a construção deste tipo de mapa, que se baseia no algoritmo de *Kriging* (Landim, 2003). Para dar início ao processo, é necessário selecionar o ícone “Caixa de ferramentas de processamento” na barra de ferramentas do programa (ícone em destaque). Ao clicar no ícone, será aberta uma lista de funções de processamento que não estão disponíveis diretamente na área de trabalho do QGIS, nesta, pesquisar por “interpolação” e selecionar a opção “interpolação IDW”, como mostra a Fig. 6.

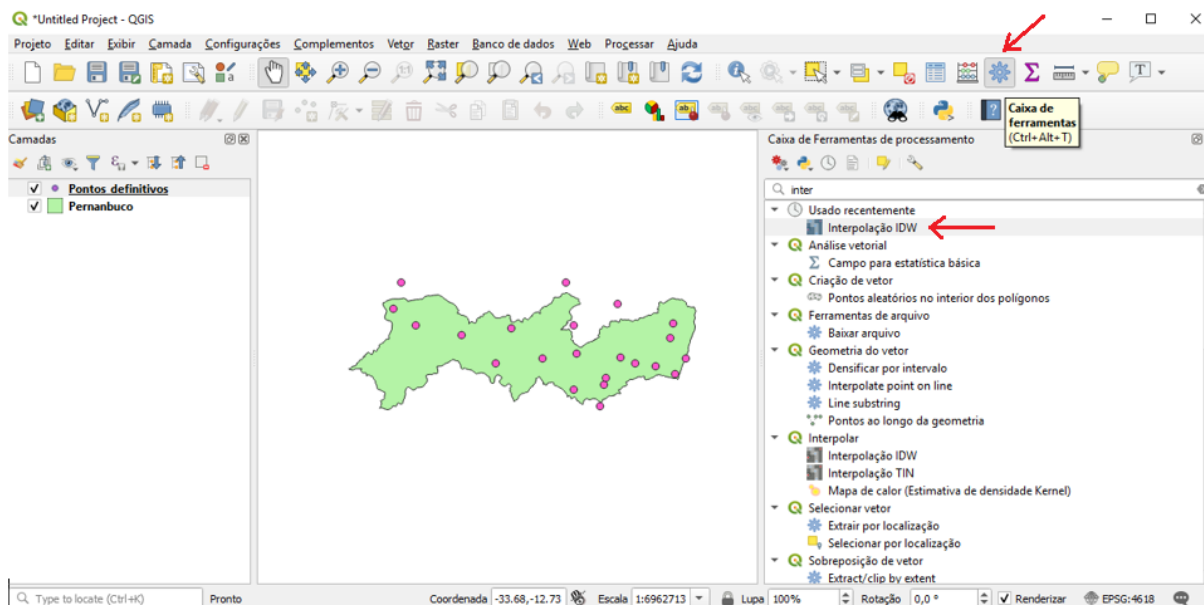


Figura 6: Seleção do método de interpolação IDW.

Ao selecionar “interpolação IDW”, será aberta a janela da Fig. 7.

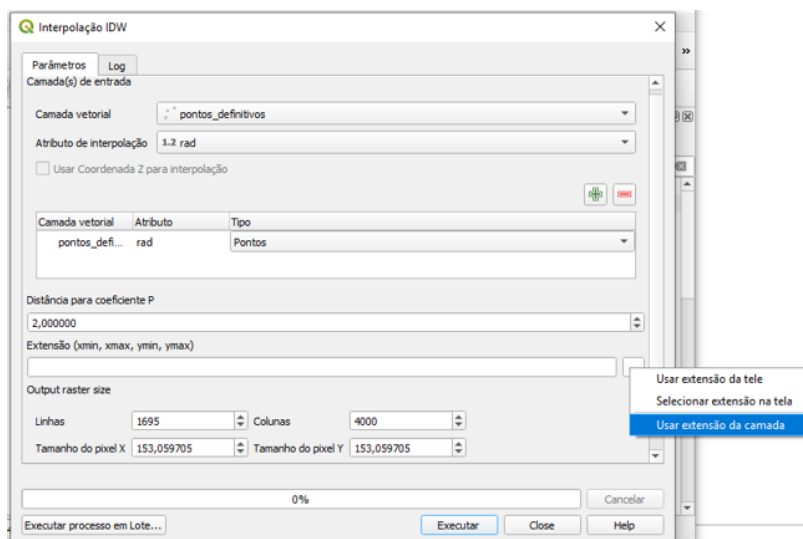


Figura 7: Configuração do procedimento de interpolação IDW.

Para a configuração do algoritmo IDW (Fig. 7), inicialmente, no campo “Camada vetorial”, é necessário escolher a camada dos dados que teve o SRC alterado, no exemplo, escolheu-se “pontos definitivos”. Após seleciona-se o atributo a ser interpolado, no caso “rad” e adiciona-se ele, clicando no ícone “+” verde. No campo “Extensão”, escolhe-se “Usar extensão da camada”, pois esta opção fornece uma maior precisão e utiliza toda a extensão da camada. No campo “Output raster size” especifica-se o número de linhas e colunas, ou seja, a quantidade de pontos na camada que o algoritmo irá trabalhar, quanto maior o número, maior tempo de processamento, porém o pixel será menor. Neste exemplo, foram utilizadas 200 linhas e 4000 colunas. Após finalizar estas configurações, clicar em “Executar”. Após o processamento, o resultado será apresentado na área de trabalho, conforme Fig. 8.

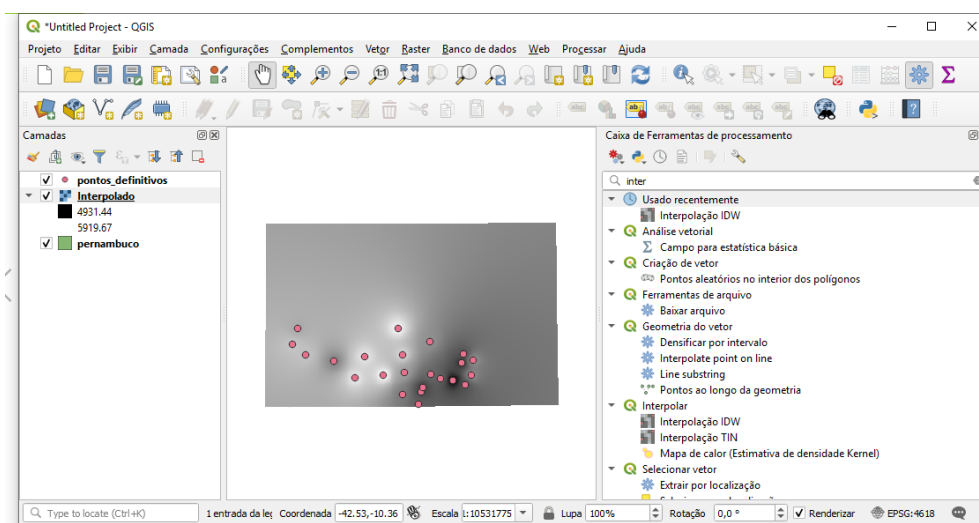


Figura 8: Resultado da interpolação e criação do arquivo *raster*.

Após o final da interpolação, um arquivo do tipo *raster* será criado, caso não tenha o nomeado antes, ele será nomeado como “interpolado”, como pode-se verificar na lista de camadas da Fig. 8. Este arquivo deverá ser recortado pela extensão de uma máscara que neste caso é o arquivo SHP do Estado de Pernambuco, este recorte serve para deixar apenas a parte útil da interpolação, ou seja, a parte do resultado da interpolação que está contida nos limites do Estado. Para realizar este recorte, seleciona-se a opção “extrair” e após “recortar *raster* pela camada de máscara” no menu “*Raster*”. A tela apresentada na Fig. 9 permite a configuração deste recorte.

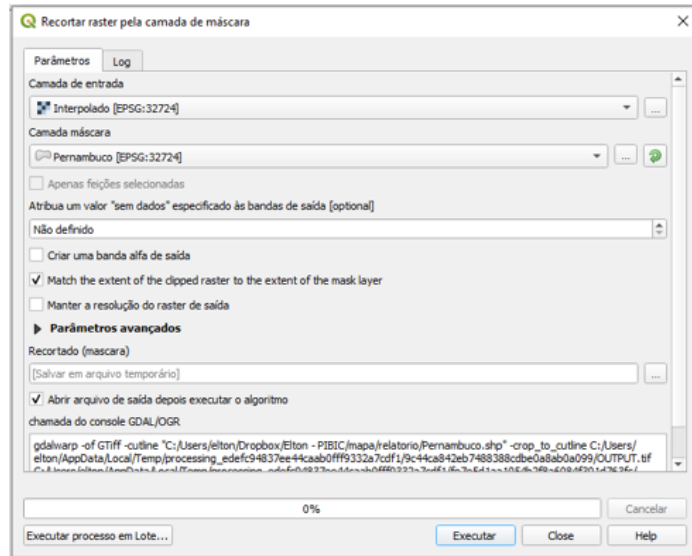


Figura 9: Configuração do recorte da camada de interpolação.

Na tela da Fig. 9, deve-se selecionar a camada de entrada, que é a camada chamada “interpolado e a camada máscara que é o *shapefile* de Pernambuco, após clicar em executar. O resultado será o mapa da Fig. 10.



Figura 10: mapa interpolado após o corte.

Após o recorte estar completo, temos então todos os passos que envolvem a formatação da base do mapa completos, restando somente passos que envolvem a aparência do mapa, como a escolha da escala, legenda e a rampa de cores pois, como percebe-se no exemplo da Fig. 10, a interpolação tem um aspecto acinzentado.

Tem-se acesso às configurações do mapa na camada que esta nomeada como “recortado (máscara)”, realizando um duplo clique sobre ela, uma nova janela se abrirá como mostrado na Fig. 11.

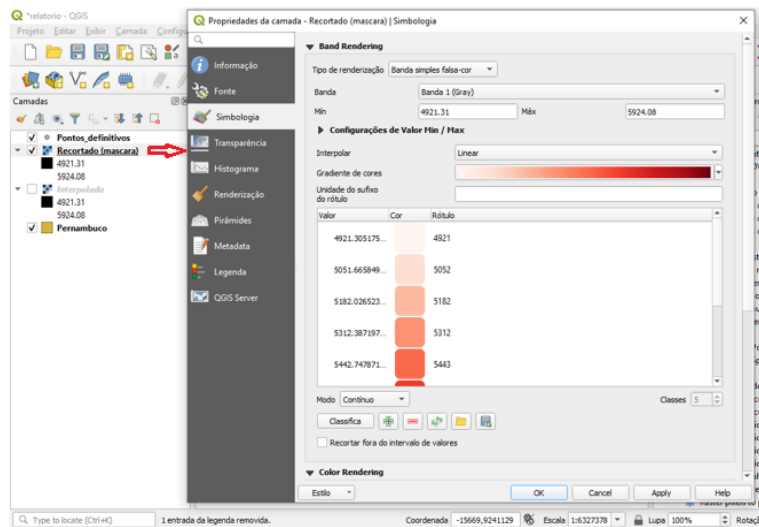


Figura 11: Tela para configuração da rampa de cores e os valores dos rótulos.

Na lista de opções a esquerda, clicando em “simbologia”, altera-se na parte “*Band Rendering*” o tipo de renderização, colocando a opção “Banda simples falsa cor”. Depois, na parte “Configurações de Valor Min/Max” no campo “interpolat”, escolhe-se a escala de cores, neste projeto foi utilizada a escala “Reds”. Também é possível alterar os rótulos ou valores do atributo da interpolação, neste caso a irradiância, para isso é necessário ir à opção “modo” e alterar de “contínuo” para “intervalo igual”, podendo assim alterar a quantidade de classes. Depois disso, basta apenas dar um duplo click em cima do valor do rótulo e alterar com o teclado numérico até ficar com o valor desejado, após terminar as alterações basta clicar em “Apply” e “OK”. Utilizando a escala de cor *Reds* e um valor de rótulo com variações de 100 em 100, o mapa ficará como mostra a Fig. 12.

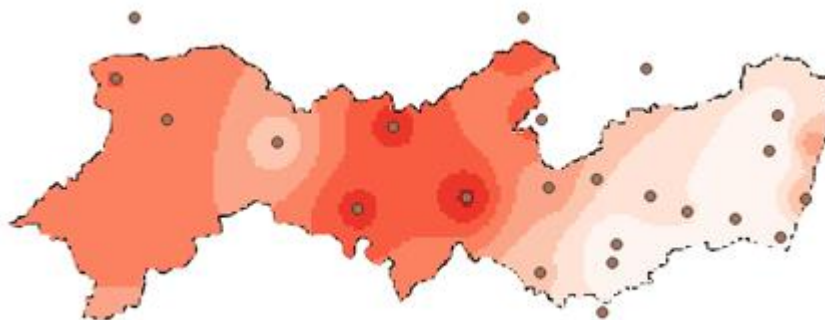


Figura 12: Resultado da configuração da rampa de cores e rótulos.

Nota-se, que após o procedimento anterior, o contorno do mapa apresenta diversas falhas, que não são causadas pela nitidez da figura, mas pelo processo da renderização. Para melhorar esta aparência, é necessário alterar a camada do arquivo SHP de Pernambuco para que apenas seu contorno fique aparecendo no mapa com mais destaque, para isso, basta dar um duplo clique sobre sua camada, que uma nova aba será aberta como mostra a Fig. 13.

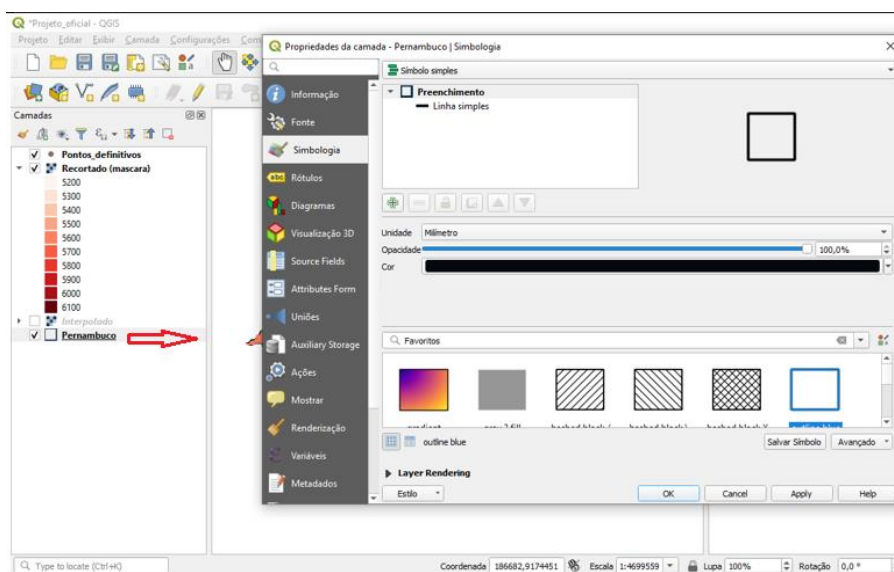


Figura 13: Alteração do contorno da camada do SHP de Pernambuco.

Para alterar o contorno basta clicar no menu lateral “simbologia” e escolher o quadrado azul com fundo branco (clicando nele) e alterar sua cor. A cor escolhida para este exemplo foi a preta. Ao final, basta clicar em “Apply” e em “OK” para fechar aba. Com isto, o mapa ficara semelhante à Fig. 14, que apresenta o contorno do Estado com mais clareza e definição.

Para ficar com um aspecto melhor, é aconselhável que a camada do contorno que acabou de ser alterada fique por cima da camada do Recorte (máscara) e abaixo da camada de pontos, de forma que eles fiquem expostos, para isso basta clicar e arrastar para a parte superior das camadas.

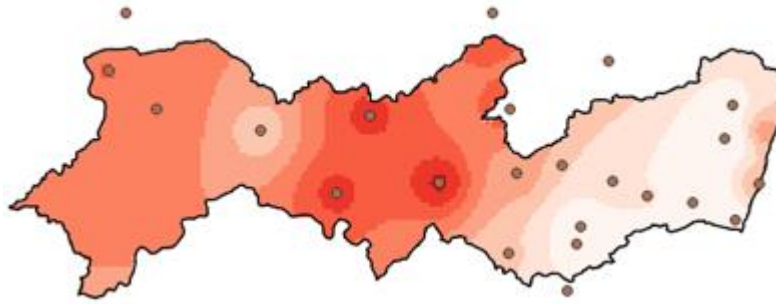


Figura 14: Mapa com o contorno alterado.

Para finalizar o mapa, resta a criação e inserção da legenda da escala de cores, para tal, é necessário clicar na opção “Mostra gerenciador de layout” na barra de ferramentas do Qgis.

Após clicar nessa opção, aparecerá uma caixa de texto, como mostra a Fig. 15, deve-se clicar no botão “criar” e colocar um nome para o arquivo como no exemplo da Fig. 15, ao clicar “ok” uma janela como a da Fig. 16 será aberta.

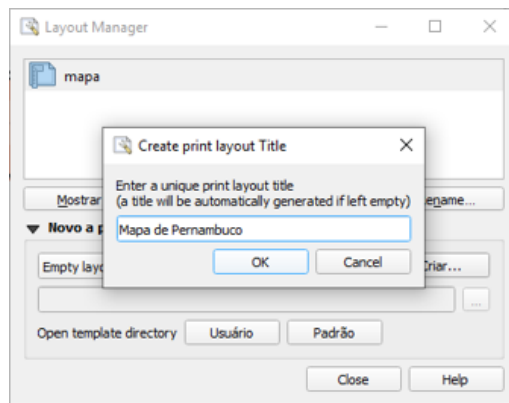


Figura 15: Janela do gerenciador de layout.

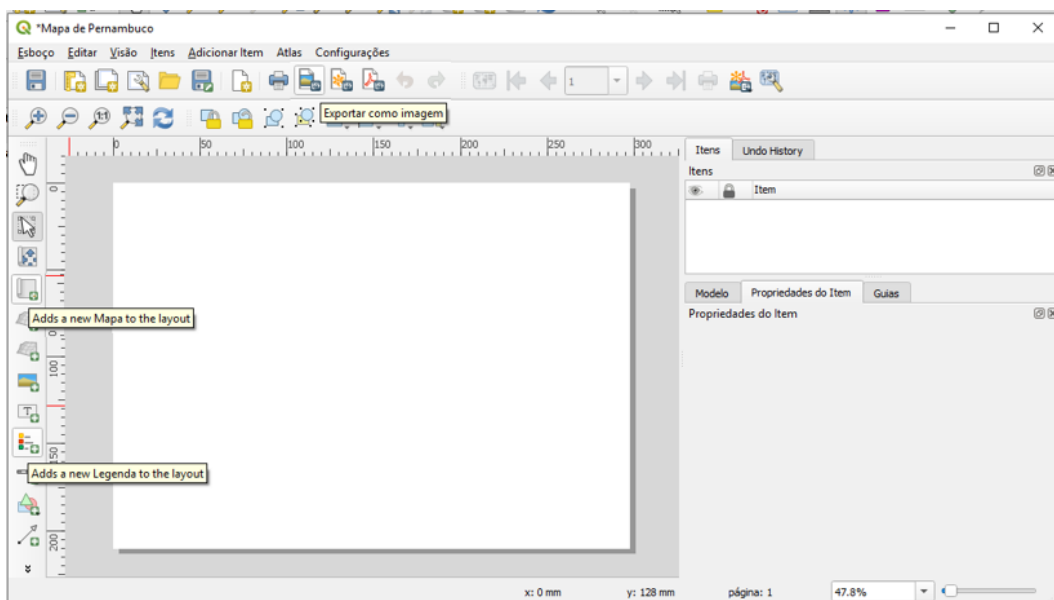


Figura 16: Janela do organizador de layout.

Pode-se adicionar o mapa com o botão “adicionar mapa” localizada à esquerda e arrastá-lo na “folha”. Para adicionar a legenda existe um botão denominado “Adds a new Legenda to the layout” logo abaixo do botão de adicionar mapa, pode-se clicar nela e então arrastar a legenda para a folha, de forma a organizar o layout da imagem da maneira desejada, também é possível retirar camadas indesejáveis da legenda como mostra a Fig. 17.

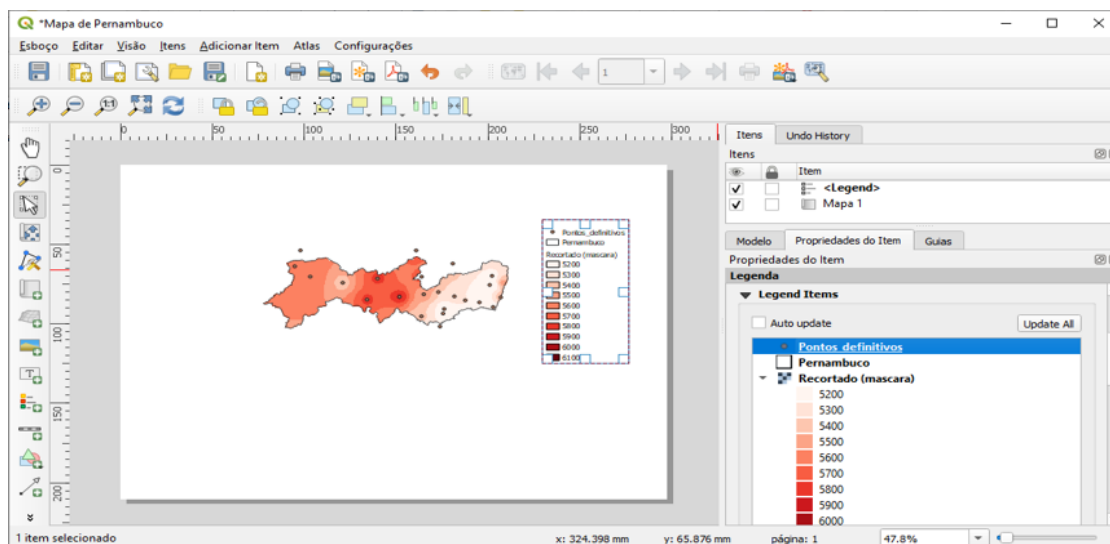


Figura 17: Aspecto do layout do mapa.

Após este procedimento, pode-se exportar o mapa finalizado como imagem, utilizando a opção “exportar” na barra de ferramentas superior da Fig. 17 e salvar a imagem do mapa junto com a legenda em um formato de imagem (png) em alguma pasta do computador, o resultado será semelhante à Fig. 18.

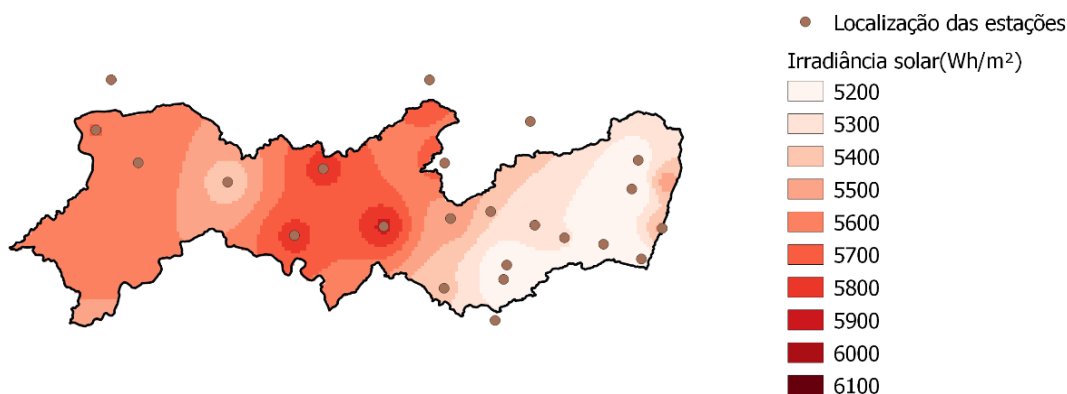


Figura 18: Mapa finalizado com legenda.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A elaboração de mapas temáticos consiste em uma sequência de passos determinados, para os quais, se faz necessário ter em mãos informações preliminares como arquivos SHP e arquivos de dados da grandeza a ser utilizada.

Neste trabalho foi apresentado um guia detalhado para a elaboração destes mapas utilizando o programa QGIS. Para a obtenção do mapa com a distribuição espacial, se fazem necessários diferentes passos, como a inclusão dos dados e do sistema de referência geográfica, além de uma escala de cores adequada e sua legenda.

Espera-se que esse trabalho contribua com o objetivo de fomentar o desenvolvimento de novas fontes de informação geoespaciais que colaborem ainda mais na difusão do conhecimento sobre variáveis não só relacionadas com a radiação solar, mas com quaisquer áreas do conhecimento.

Agradecimentos

Ao IFPE pelo estímulo para a realização deste trabalho por meio da concessão de bolsa, à APAC, INMET e ao INPE por terem disponibilizado os dados de radiação solar das estações. E à FACEPE pelo fomento à pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ANEEL, 2012. Resolução Normativa 482.
 ANEEL, 2015. Resolução Normativa 687.
 Azevedo, V. W. B. e Tiba, C., 2013. Location of large-scale concentrating solar power plants in Northeast Brazil. Journal of geographic information system, vol. 5, n. pp. 452-470.
 ELETROBRÁS, 2008. Atlas solarimétrico de Alagoas. E. d. UFPE. Maceió, UFPE, UFAL.
 EPE, 2018. Instruções para Solicitação de Cadastramento e Habilitação Técnica com vistas à participação nos Leilões de Energia Elétrica - empreendimentos fotovoltaicos.

- Landim, P. M. B., 2003. Análise estatística de dados geológicos. São Paulo, UNESP.
- Pereira, E. B., Martins, F. R., Abreu, S. L. e Rütther, R., 2006. Atlas Brasileiro de Energia Solar. São José dos Campos, INPE.
- Pereira, E. B., Martins, F. R., Gonçalves, A. R., Costa, R. S., Lima, F. J. L., Rütther, R., Abreu, S. L., Teipolo, G. M., Pereira, S. V. e Souza, J. G., 2017. Atlas Brasileiro de Energia Solar. INPE.
- Pires, P. B., Barillari, S. N., Souto, J. Q. e Almança, R., 2013. Energia solar paulista - levantamento do potencial.
- QGIS. 2019. Open Source Geospatial Foundation (OSGeo). Disponível em: < https://www.qgis.org/pt_BR/site/about/index.html >. Acesso em: 02/08/2019.
- Reis, R. J. d. e Tiba, C., 2016. Atlas solarimétrico de Minas Gerais - volume II. E. F. Express.
- Soares, R. S., Tomaszewski, G. A. e Haag, R., 2018. Elaboração de mapas solarimétricos para o estado do Rio Grande do Sul através do tratamento e interpolação de dados oriundos de estações meteorológicas. VII Congresso Brasileiro de Energia Solar, Gramado-RS.
- Tiba, C., Ed. 2000. Atlas Solarimétrico do Brasil – banco de dados terrestres. Recife, Editora Universitária da UFPE.
- Tiba, C., Fraidenraich, N., Gallegos, H. G. e Lyra, F. J. M., 2004. Brazilian solar resource atlas CD-ROM. Renewable energy, vol. 29, n. pp. 991-1001.
- Tiepolo, G. M., Pereira, E. B., Junior, J. U., Pereira, S. V., Gonçalves, A. R., Lima, F. J. L. d., Costa, R. S. e Alves, A. R., 2018. Atlas de energia solar do Estado do Paraná - resultados. VII Congresso Brasileiro de Energia Solar, Gramado-RS.

UTILIZATION OF QGIS SOFTWARE IN ELABORATION OF SOLAR IRRADIATION MAPS

Abstract. *The feasibility studies of solar power plants use the local solar irradiation as an input variable. The information availability in map format allows not only to develop space-time distribution of solar radiation studies but many other variables as air temperature, wind speed, etc. This work presents, as a manner to promote this methodology, a guide to elaborate thematic maps using the Qgis, that is a free software to georeferenced data treatment. As an example, it was used daily solar irradiation data of 33 solarimetric stations distributed along Pernambuco State. All steps since the shapefile importation up to colors gradient are presented. As result, it is expected the thematic maps with different types of information could be developed to extend the knowledge about the spatial distribution of variables.*

Key words: *Qgis, Solar radiation, Solarimetric maps*