

TÉCNICAS

Tutorial de preparação de mapas de distribuição geográfica Parte II - Mapa Hipsométrico

Bárbara B. Calegari^{1,2} & João Pedro Fontenelle³

Mapas de distribuição geográfica de táxons, dentro do contexto biológico, muitas vezes requerem expressar diversas variáveis e informações abióticas, além de meramente o registro de localização das entidades. Esse é o caso de, por exemplo, a exploração de características topográficas como a altitude, ilustradas nos mapas, as quais por vezes são muito importantes como um indicador da aparência geográfica e geológica.

A hipsometria é uma técnica de representação da elevação de um terreno através de um sistema de gradiente contínuo de cores correspondentes. Geralmente utiliza-se um gradiente de cores frias (ex. verde, azul) para representar baixas altitudes e cores quentes (ex. vermelho, laranja) para representar altitudes mais elevadas do relevo. Os estudos de hipsometria permitem conhecer mais detalhadamente características do relevo de certa região, possibilitando ainda inferir processos erosivos, identificação de áreas de inundação, depressões, etc.

Por este motivo, é apresentado a seguir um segundo Tutorial passo-a-passo, complementar ao “**Tutorial - Parte I**” publicado anteriormente neste boletim (Boletim Sociedade Brasileira de Ictiologia, N° 118), elaborado no intuito de retratar e personalizar especificidades da altitude e relevo de forma fácil. O presente tutorial para preparação do mapa hipsométrico foi elaborado e testado utilizando o programa *Quantum Gis* V.2.14.5 e V.2.14.18 (QGIS: software de sistema de informação geográfica - SIG, em português; GIS-em inglês), que pode ser gratuitamente baixado através do site http://www.qgis.org/pt_PT/site/.

Este tutorial foi elaborado nas versões Português e Inglês, esta última sendo apresentada por conseguinte.

O presente tutorial foi elaborado de forma simples, não para uso profissional de sistema cartográfico, mas voltado à parte educacional em

auxiliar alunos, professores e pesquisadores a elaborarem seus mapas de distribuição geográfica e, portanto, não deve ser utilizado como única fonte de base do aprendizado. Todos os programas e sites, aqui utilizados, têm seus direitos de propriedade ao conteúdo e criação dos seus arquivos e softwares, os quais são devidamente citados neste tutorial e recomendados para que sejam também citados nos artigos científicos em caso de utilização dos mesmos, atribuindo assim seus direitos legais.

Parte I - Baixando arquivos base

Passo 1: arquivo de relevo *Raster*

Nessa primeira parte iremos aprender a editar a camada de relevo do mapa, inserindo diferentes cores para distintas categorias de altitudes e também selecionar quais e quantas classes de altitudes você deseja para o mapa.

Iremos trabalhar com arquivos *raster* (.tif) de relevo contínuo fornecido pelo Geoportal “*The CGIAR Consortium for Spatial Information (CGIAR-CSI)*”, que podem ser baixados no endereço <http://srtm.csi.cgiar.org/> (Fig. 1); você deverá ser redirecionado para uma nova página onde será necessário escolher a região mundial de interesse, no caso a América do Sul: “Western”; baixe o arquivo “western GeoTIFF” (Fig. 2).

O Geoportal CGIAR fornece arquivos de modelo digital de elevação das terras do globo inteiro SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) de 250m de resolução, produzidos originalmente pela NASA. Estes dados são distribuídos de forma gratuita pela USGS (U.S. Geological Survey; <https://viewer.nationalmap.gov/launch/>) na rede mundial de computadores e está disponível para baixar através do “*National Map Seamless Data Distribution System*” ou USGS site (https://nationalmap.gov/viewer_text.html; Fig. 3).



Figura 1.

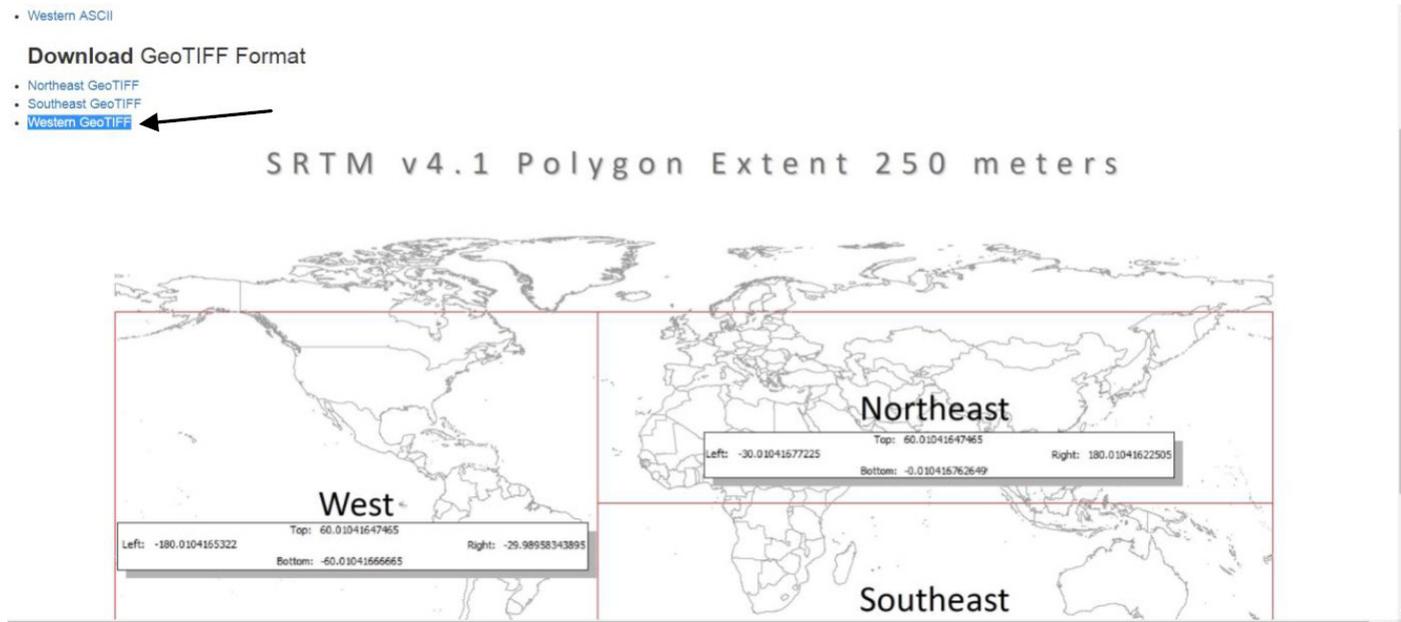


Figura 2.

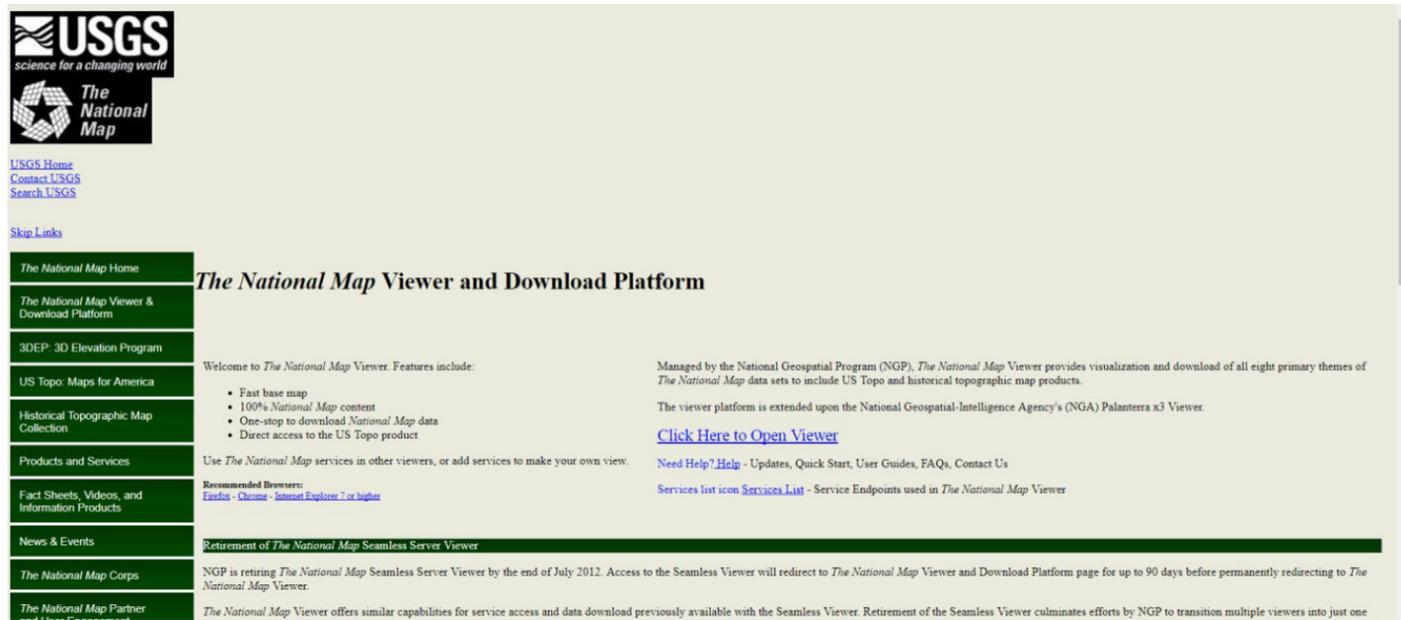


Figura 3.

Outra opção, que não iremos utilizar aqui, é para quem deseja trabalhar especificamente com uma específica região geográfica, em maior escala, podendo obter dados através do projeto *TOPODATA* (Bancos de dados geomorfométricos do Brasil; INPE, 2008), o qual oferece o Modelo Digital de Elevação (MDE) e suas derivações locais básicas em cobertura nacional, também elaborados a partir dos dados espaciais SRTM, que passaram por sucessivas inspeções e aprimoramento, uma vez que este último por vezes apresenta espaços vazios no mapa, causados por interferências durante o processo de coleta de dados durante sua elaboração

(exemplo de falhas e como corrigir no tutorial online: goo.gl/FHcqFA). Estes dados individuais podem ser baixados no INPE pelo endereço <http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php> (Fig. 4) ou na página *Webmapit* <http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/> (Fig. 5), bastando selecionar a quadrícula desejada. O processo de elaboração deste tipo de mapa com re-escalamento das categorias de altitude é mais complexo do que iremos ensinar neste tutorial, mas tutoriais podem ser facilmente encontrados online realizando uma busca por “Mapa hipsométrico”.

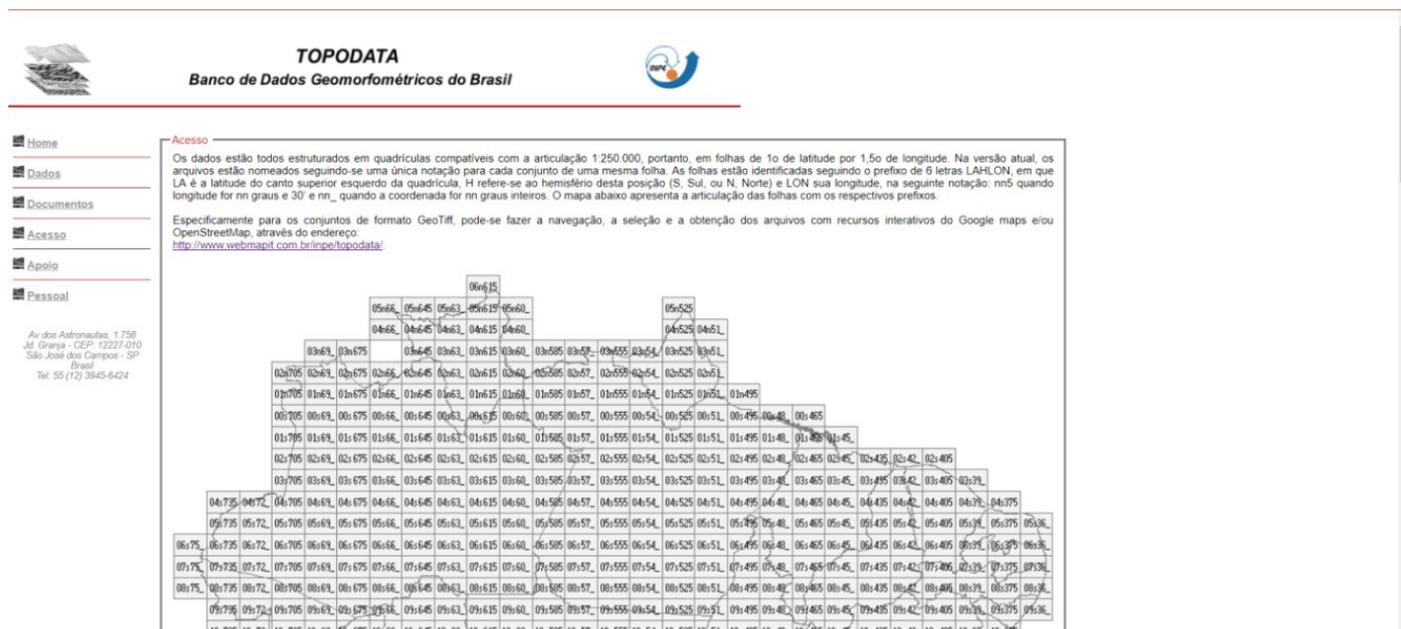


Figura 4.



Figura 5.

Passo 2: arquivo de modelo altimétrico

Para facilitar a elaboração de um mapa de distribuição geográfica simples com relevo contendo informação de altitude editável, iremos partir de um modelo digital de elevação pré-existente desenvolvido e disponibilizado pela página <http://www.webmapit.com.br/>, os quais podem ser baixados no blog do mesmo site (<http://blog.webmapit.com.br/2013/02/topodata-paletas-qgis-para-altitude.html>) e posteriormente descompactados. Os arquivos de extensão “.qml” usados nesse tutorial, são modelos que categorizam rampas de cores para a variável altitude e foram elaborados pelo *Webmapit* a partir da adaptação dos valores de elevação e regras de cores SRTM: Terrain, Atlas Shader, e ETOPO2;

provenientes do software *GRASS* (função ‘r’, colors) (Webmapit, website, acessado em nov/2017). Adicionalmente, também disponibilizamos dois modelos prontos por nós elaborados, um em tonalidades de Marrom e outro elaborado durante este tutorial, podendo ser acessado aqui (go.gl/7iPg2L) ou em <http://www.barbara-calegari.com>.

Parte II - Criando Mapa Hipsométrico

Partindo de um mapa de distribuição geográfica já elaborado nos moldes do “**Tutorial I**” publicado previamente neste mesmo boletim (N° 118), exceto pela adição do arquivo do relevo (Fig. 6), avançamos diretamente para a segunda parte da edição da camada de relevo.

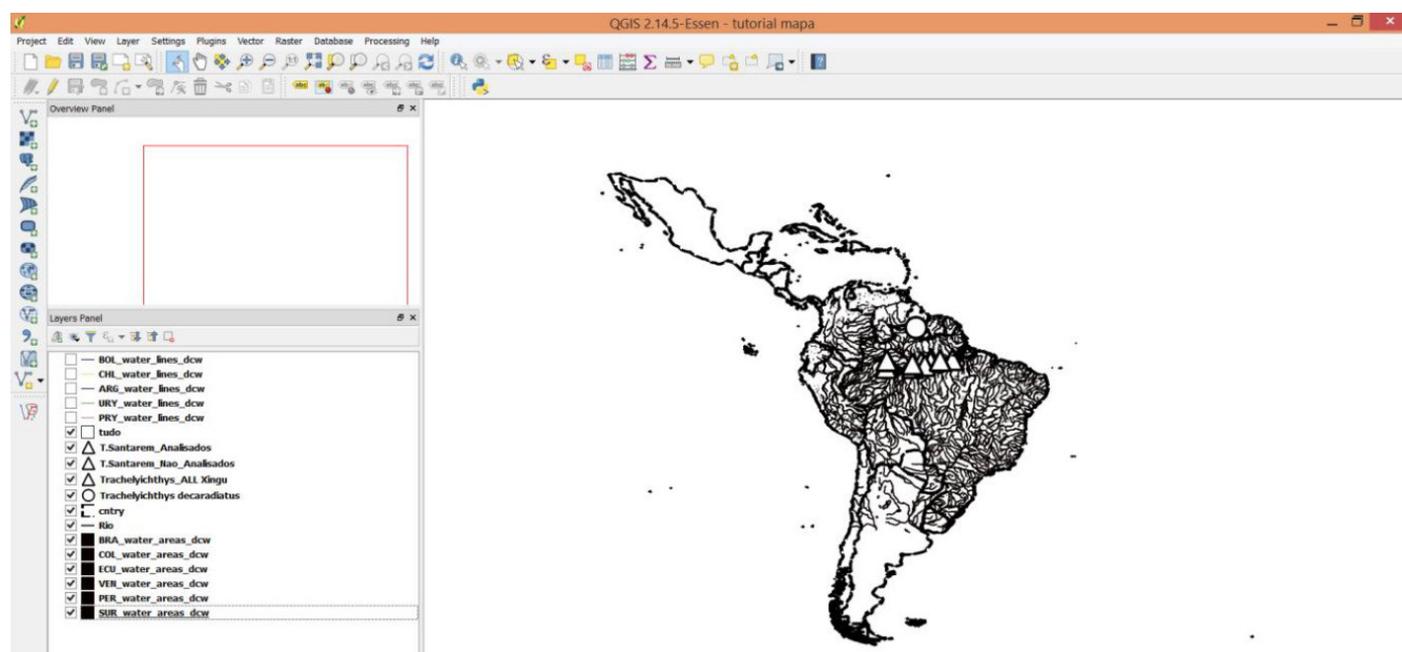


Figura 6.

Para adicionar o arquivo relevo de uma fonte tipo *Raster*, será necessário clicar no segundo ícone  na barra de ferramentas lateral esquerda, da mesma forma como inserido o arquivo de relevo plano, ensinado no “**Tutorial I**” (Fig. 7).

Busque no seu diretório, o arquivo anteriormente salvo nomeado >SRTM_W_250m.tiff. Ordene a camada de relevo para a última posição mais abaixo, de maneira que não sobreponha às demais camadas. Clique com o botão direito sobre a camada do relevo nomeada “SRTM_W_250m” e vá em >Propriedades (>Properties) (Fig. 8).

Na aba “Estilo” (“Style”) dessa janela, existe a seção “Renderização da banda” (“Band rendering”) (Fig. 9), a qual iremos trabalhar maior parte deste tutorial, onde é possível editar diversas características relacionadas ao colorido.

Perceba que o arquivo de relevo aberto aparece como uma imagem em escala de cinza, não informativa. É necessário então aplicar uma rampa de cores adequadas para acentuar a topografia do mapa. Existem duas opções de atribuir cores às classes de altitude, mas em qualquer uma delas é necessário primeiro ir em “Tipo de renderização”

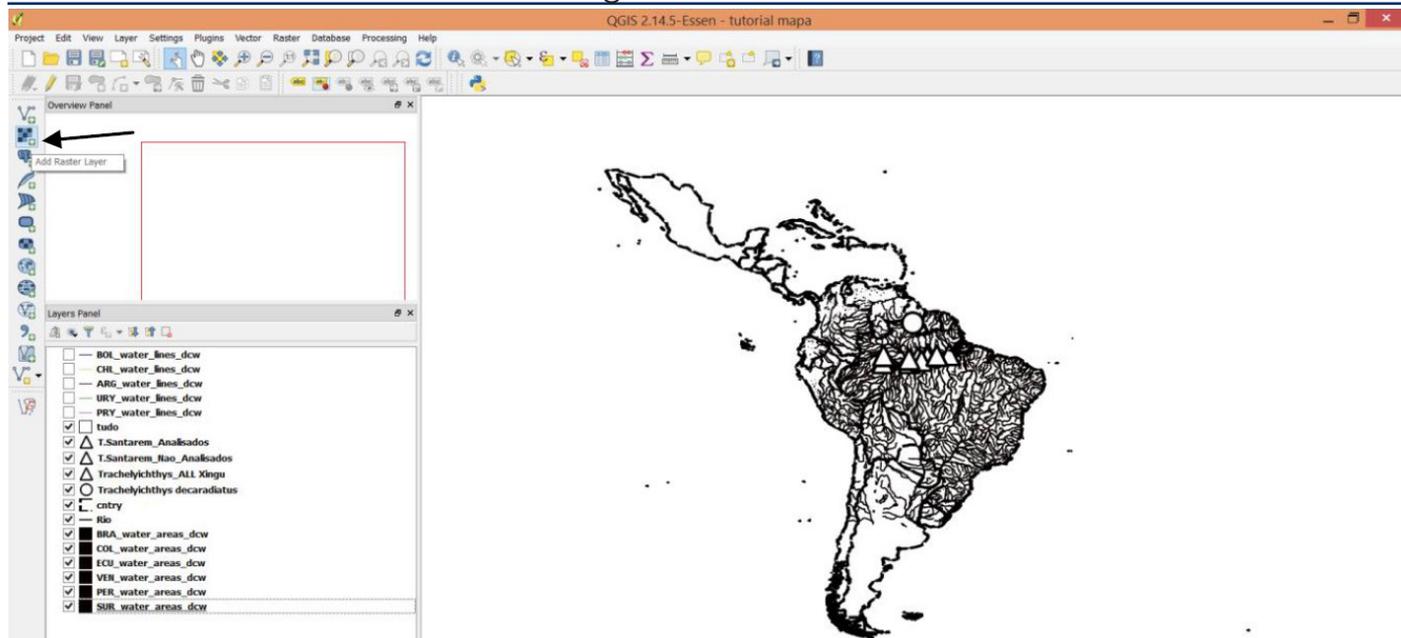


Figura 7.

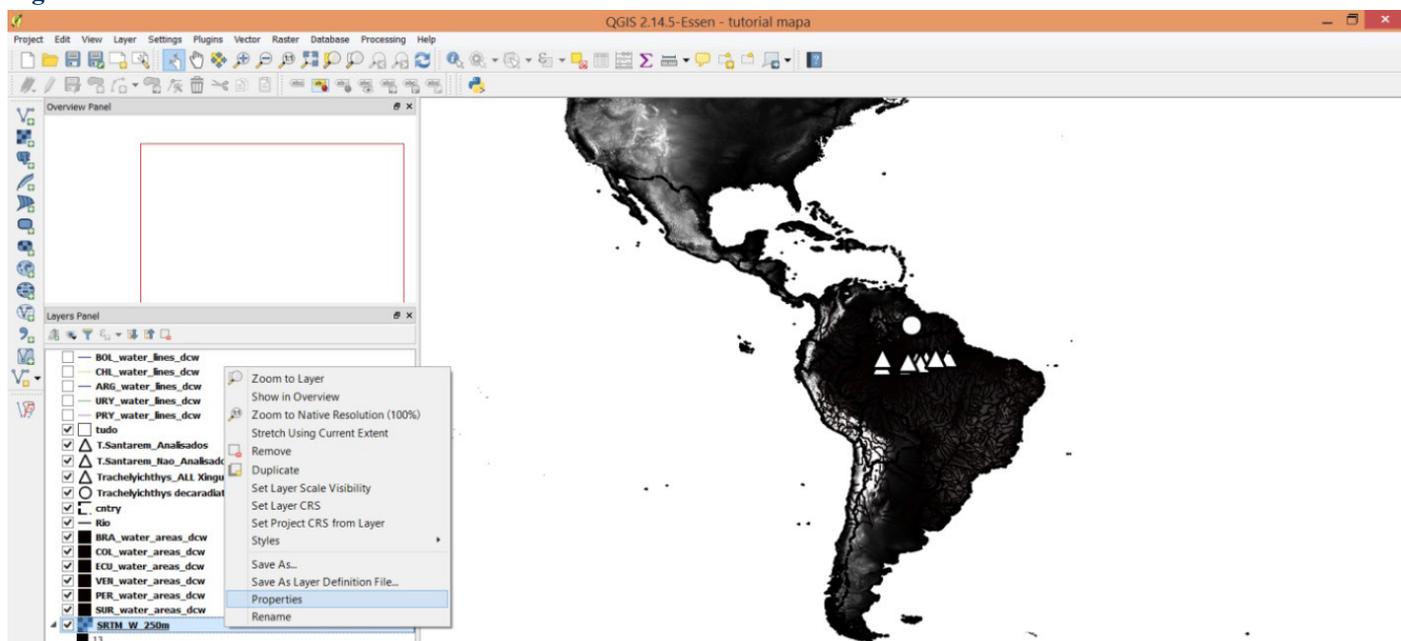


Figura 8.

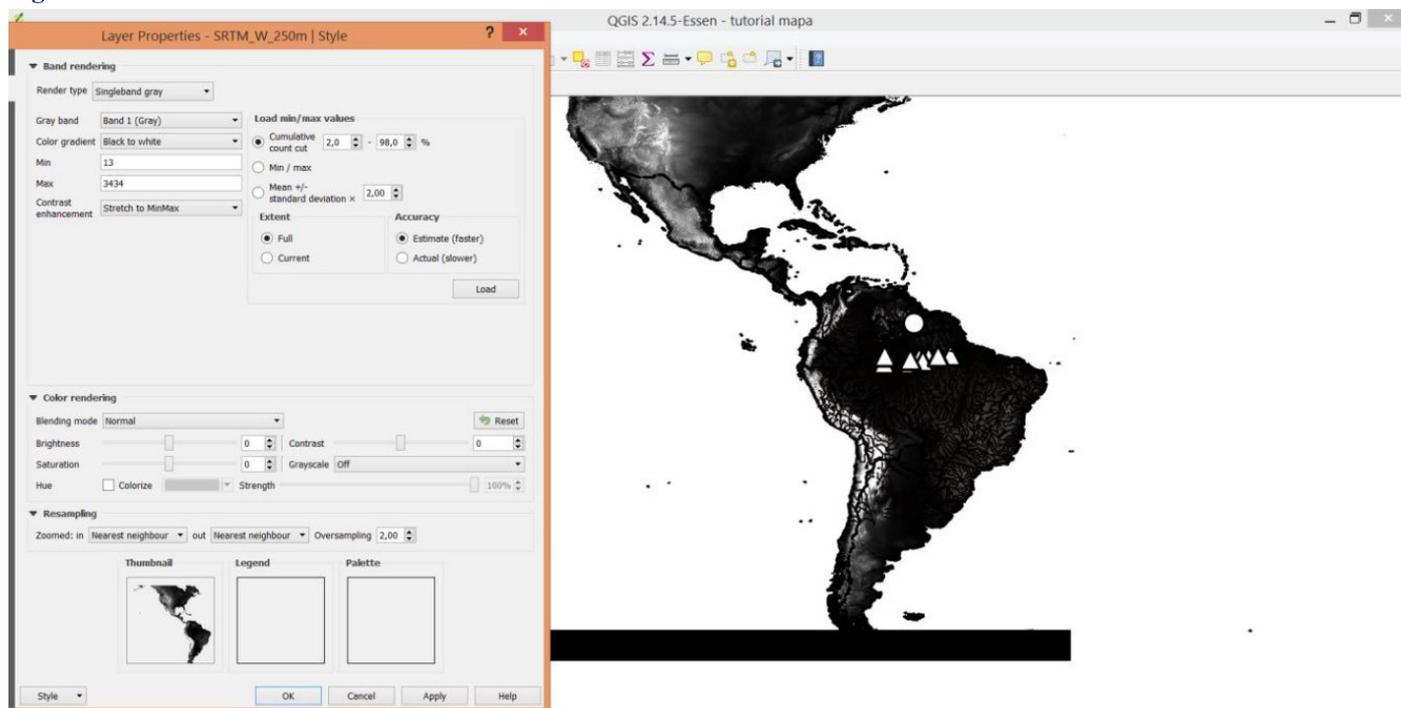


Figura 9.

(“Render type”) e selecionar >Banda simples falsacor (>Singleband pseudocolor), que permitirá atribuir escala de cor ao mapa (Fig. 10). Deixe também a opção “Cor de interpolação” (“Color

interpolation”) selecionada para >linear para que as cores atribuídas correspondentemente às altitudes mudem gradualmente, permitindo um visual mais suavizado (Fig. 11).

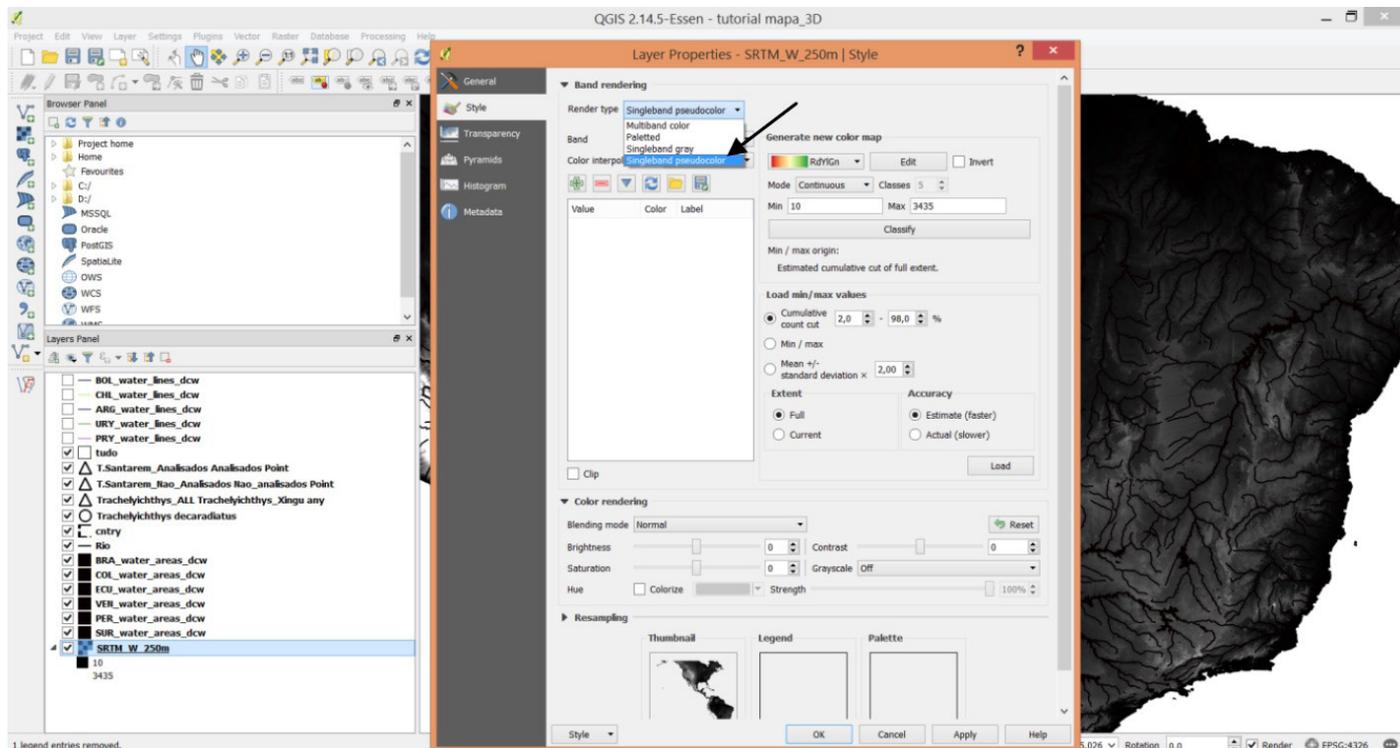


Figura 10.

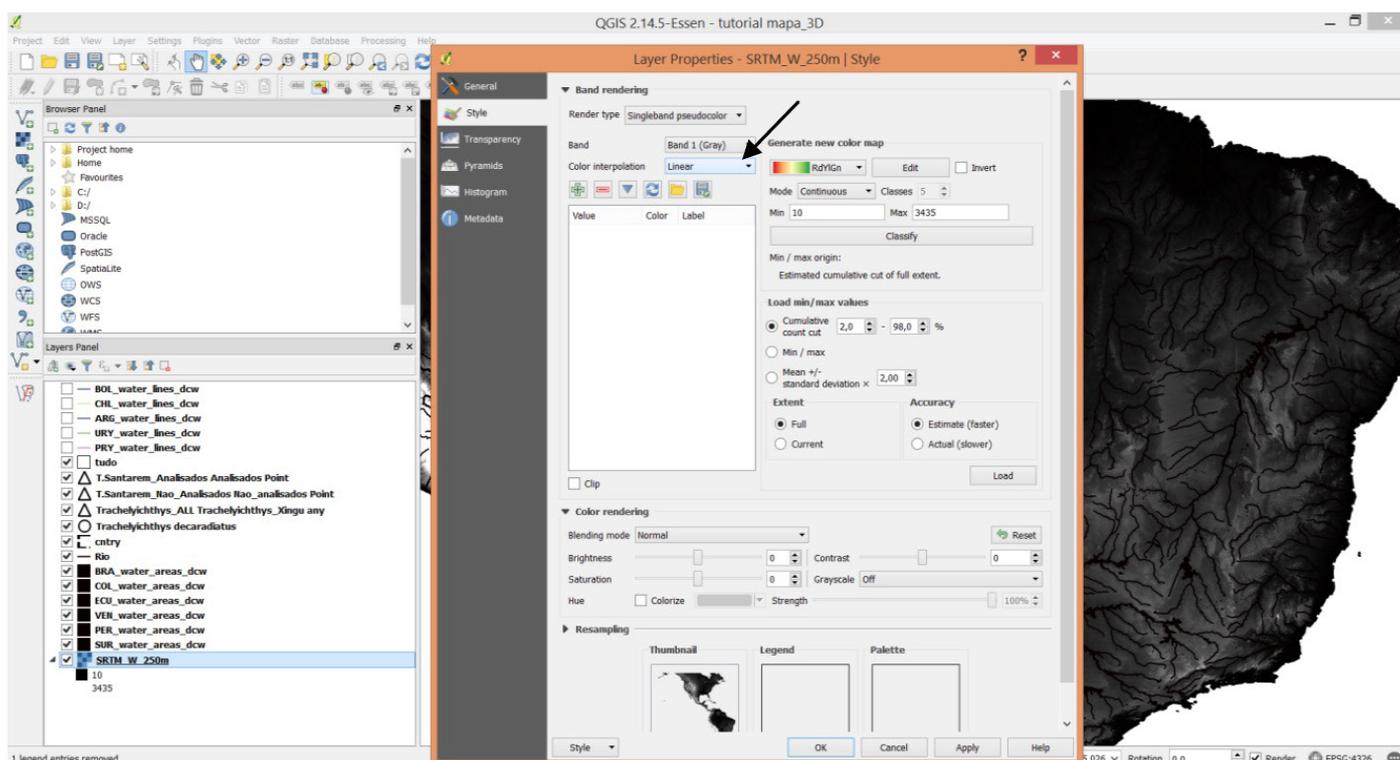


Figura 11.

A **primeira opção** e a mais fácil, é editar o gradiente de colorido a partir de um modelo digital de elevação pré-existente; escolha um dos seis modelos disponibilizados já baixados no **Passo 2:**

arquivo de modelo altimétrico. Basta carregá-los na porção inferior da janela em >Estilo > Carregar estilo (>Style >Load style). Os arquivos modelo de relevo editáveis são de extensão “.qml” (Fig. 12).

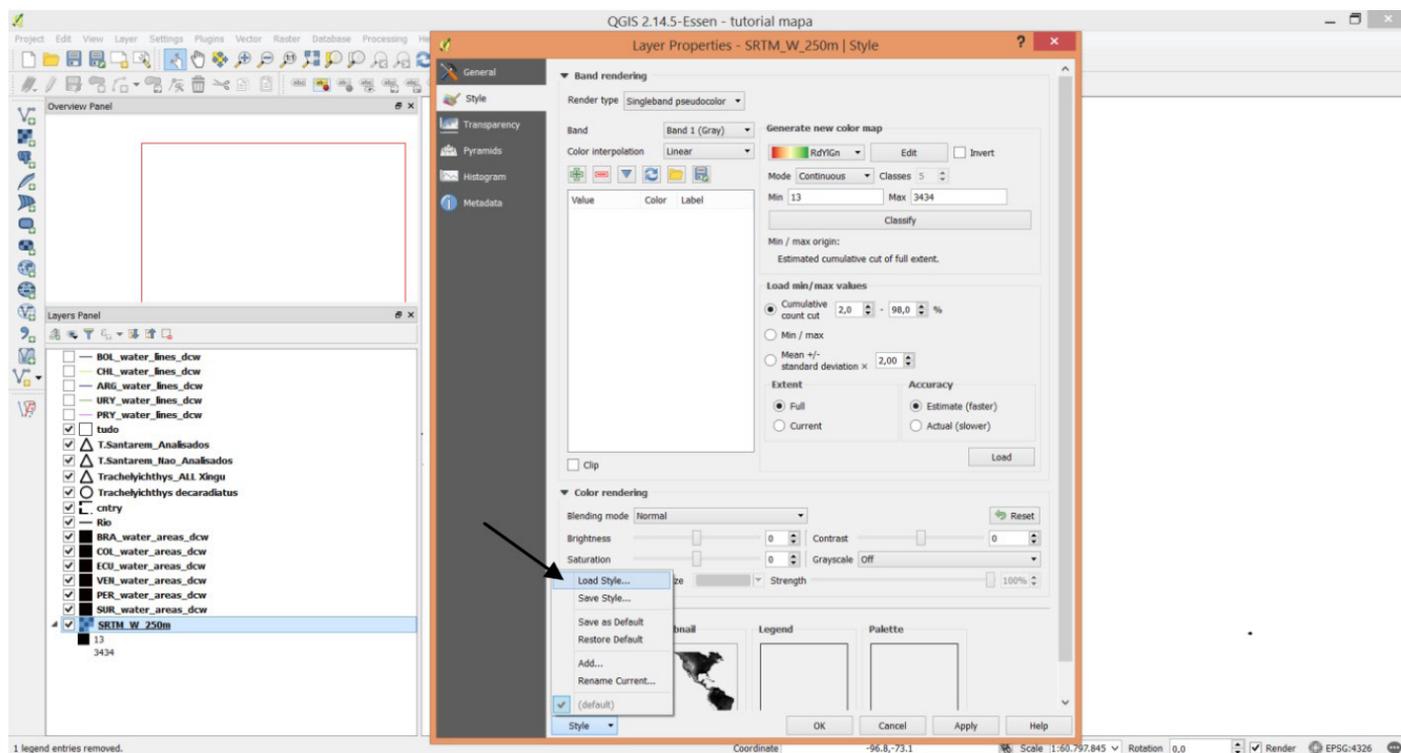


Figura 12.

Você pode abrir todos os arquivos e ver qual se adéqua mais a idéia de cores que deseja desenvolver na camada de relevo. Para editar,

vamos exemplificar utilizando o arquivo “Altitude_Continente.qml” elaborado para este tutorial (Fig. 13).

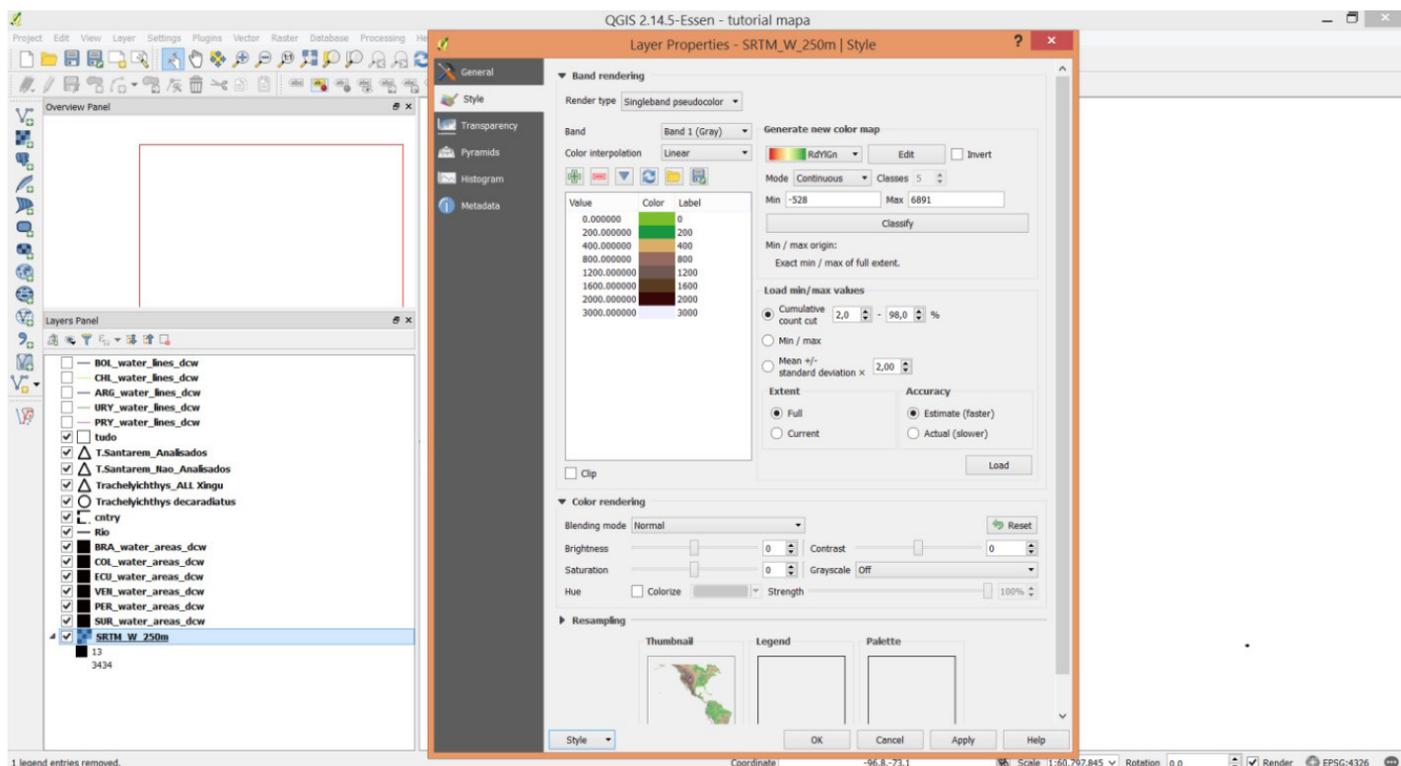


Figura 13.

Após escolher o modelo, vá na seção “Carregar valores de min/max” (“Load min/max value”) e selecione >Min/max para atribuir os dois extremos das altitudes; e também em “Precisão” (“Accuracy”), selecione >Real (mais lento) (>Actual (slower)), de modo que representará as altitudes

reais do terreno; clique em >Carregar (>Load). Este processo pode levar um tempo considerável, dependendo das suas configurações de hardware, devido ao tamanho do arquivo. Você pode clicar em >Aplicar (>Apply) para visualizar as edições feitas (Fig. 14).

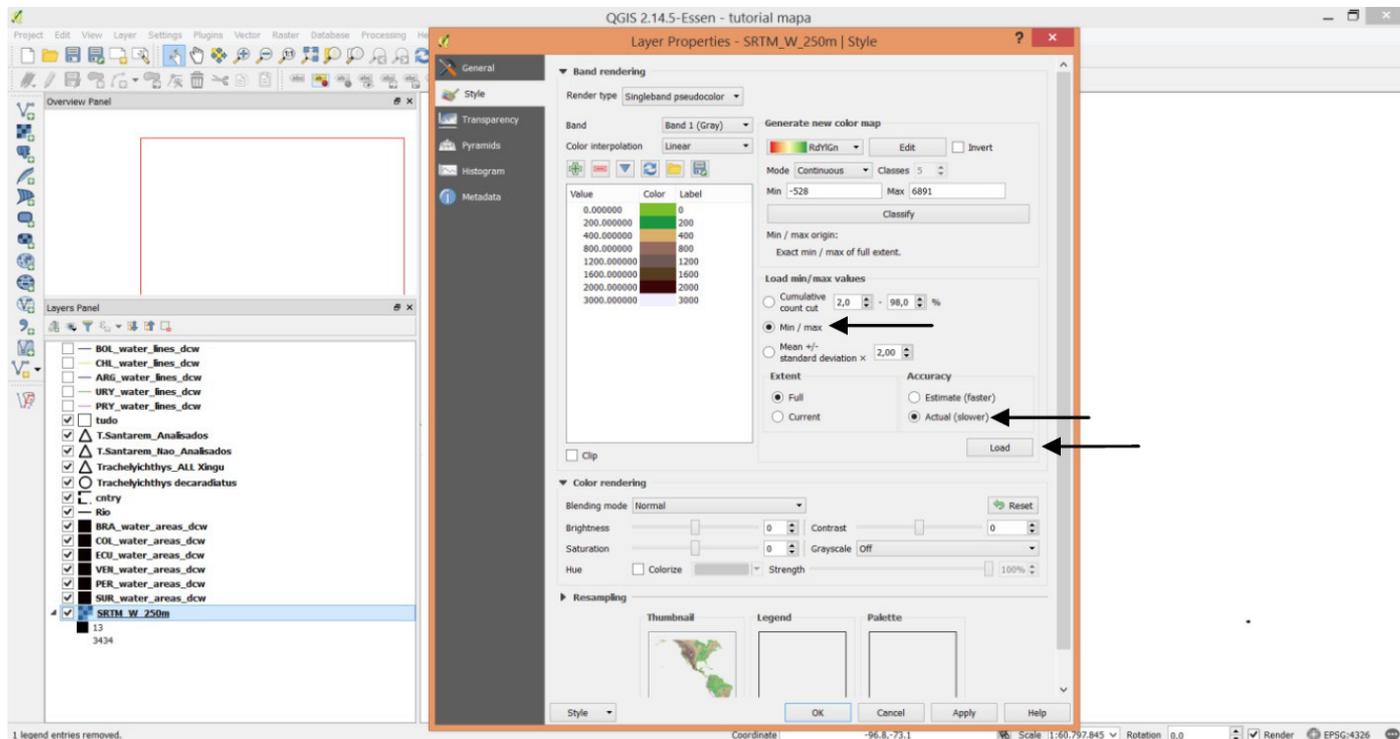


Figura 14.

Você ainda pode modificar quantas classes de altitudes deseja incorporar ao mapa, podendo excluir ou incluir gradientes. Iremos incluir, por

exemplo, uma classe adicional de 100 m; no quadro branco de valores das altitudes vá no símbolo “+” para adicionar um novo valor ao mapa (Fig. 15).

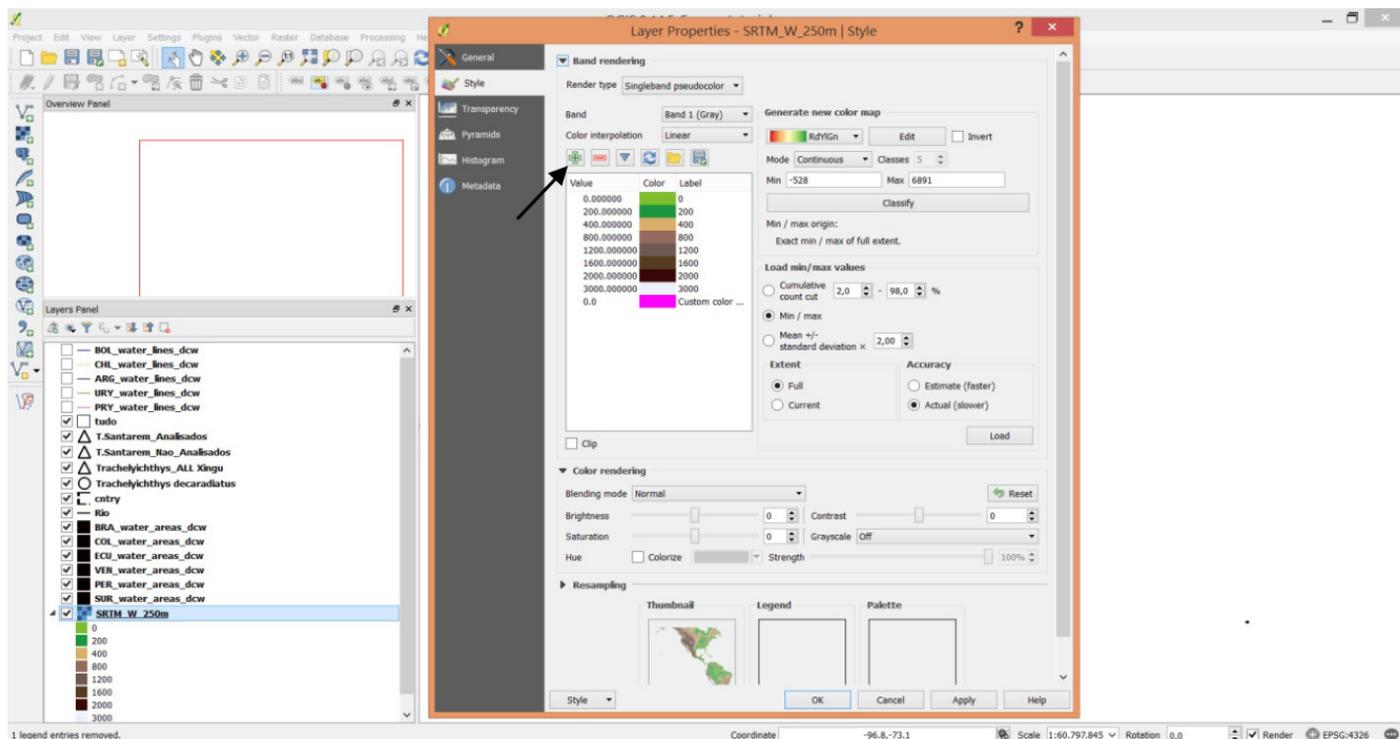


Figura 15.

Note que o novo valor foi adicionado ao final da lista com uma cor aleatória. Para atribuir o valor de altitude que deseja corresponder à cor, clique duas vezes em cima do valor (expressado em metros) e edite-o; não esqueça de manter a série decimal com

valor igual a zero “.00000”, como nos demais valores ali apresentados. Neste caso, iremos inserir uma cor para a escala de altitude de 100 m. Em seguida, clique no símbolo “∇” para que o valor seja reordenado de forma ascendente (Fig. 16).

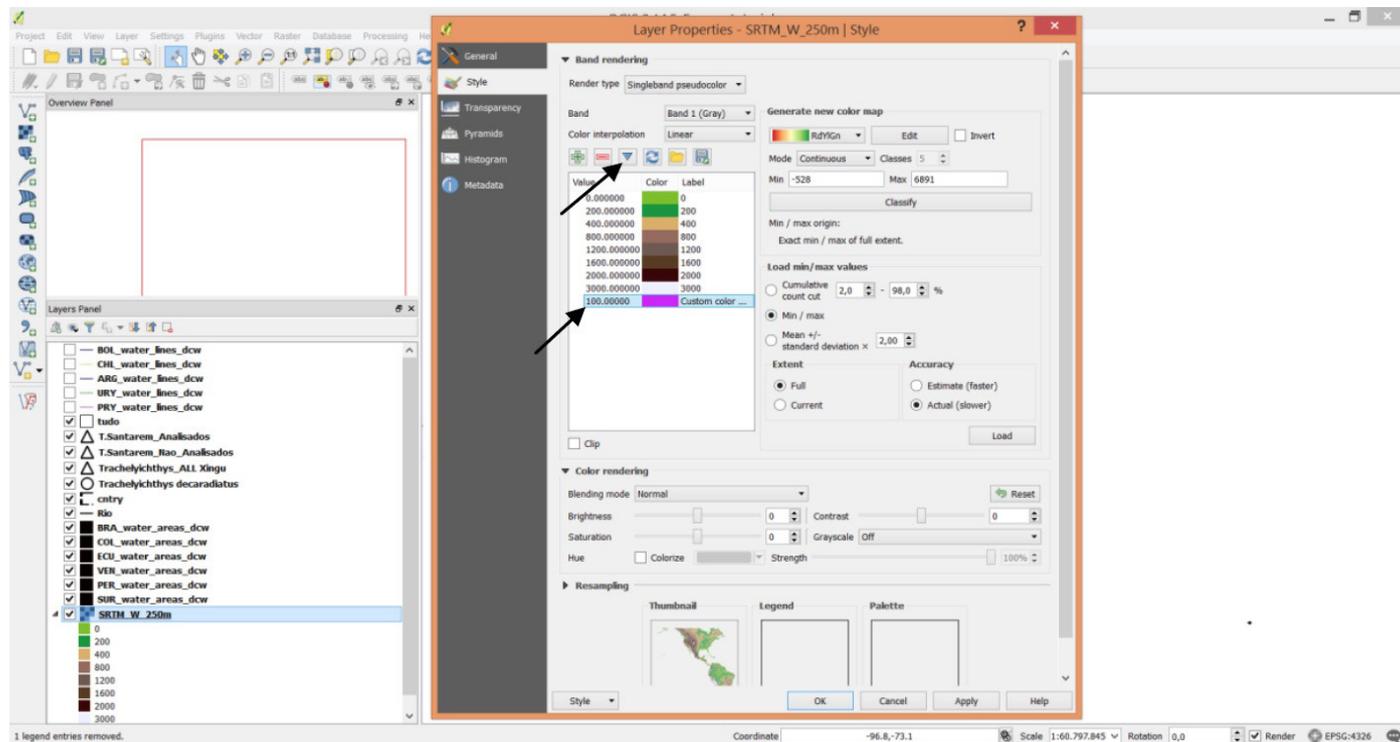


Figura 16.

Clique em cima da cor para editá-la, e escolha a cor e tonalidade desejada de acordo com o gradiente que deseja; neste caso, verde (Fig. 17). Além disso, será necessário editar o “Rótulo” (“Label”) indicando a altitude correspondente da

classe inserida; neste caso “100” (Fig. 18). Isso porque uma opção seria colocar o intervalo (por exemplo, 100-200 m) para todas as classes, ao invés do valor mínimo. Clique em >Aplicar (>Apply) e >Ok. Para excluir basta selecionar a classe e clicar no símbolo “-” (Fig. 19).

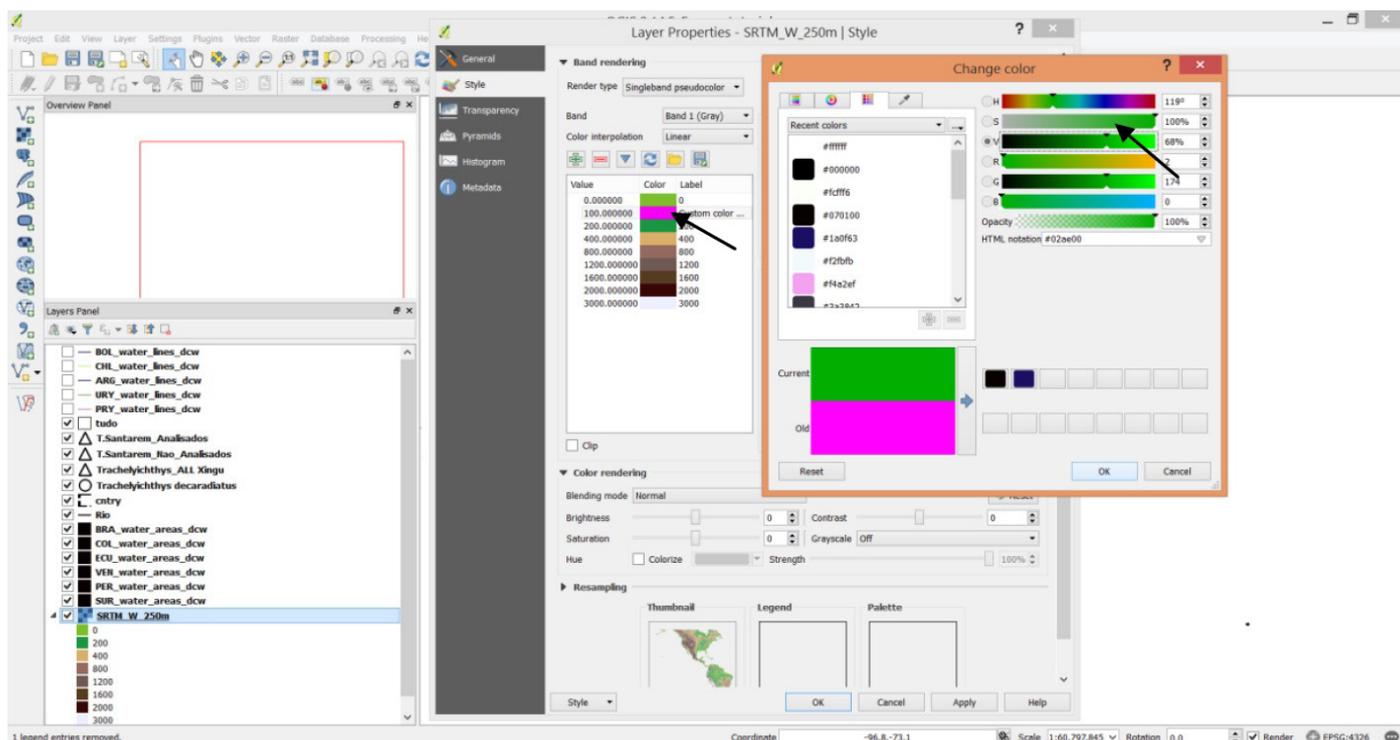


Figura 17.

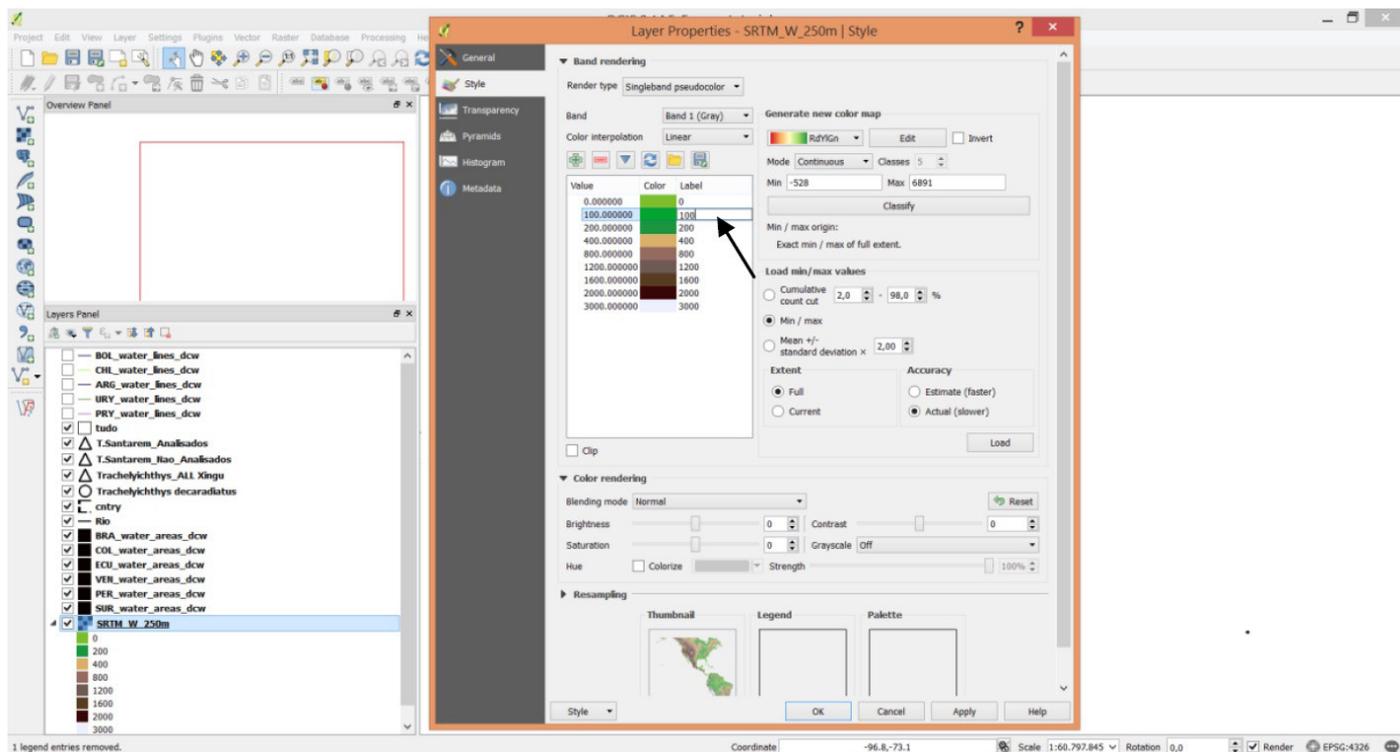


Figura 18.

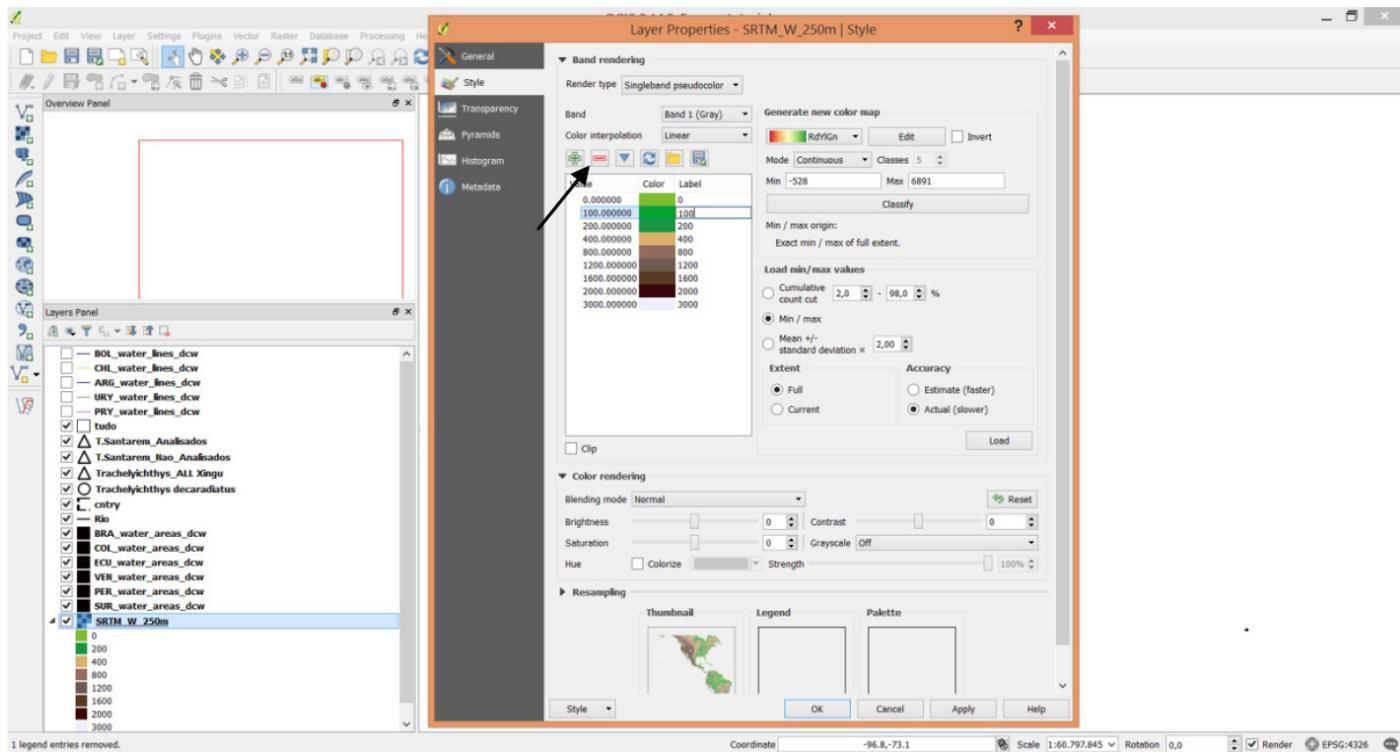


Figura 19.

Adicionalmente é possível trocar qualquer uma das cores de qualquer classe, clicando duas vezes sobre a barra de cor. O interessante é testar as cores de modo que haja uma distinção clara entre altitudes baixas e altas; por isso usualmente, como dito anteriormente na introdução, utilizam-se cores

“frias” para altitudes baixas e “quentes” para altas. Não se esqueça de salvar seu modelo de cores, caso queira utilizá-lo em outros projetos; vá à porção inferior da aba em >Estilo >Salvar estilo (>Style >Save style) (Fig. 20).

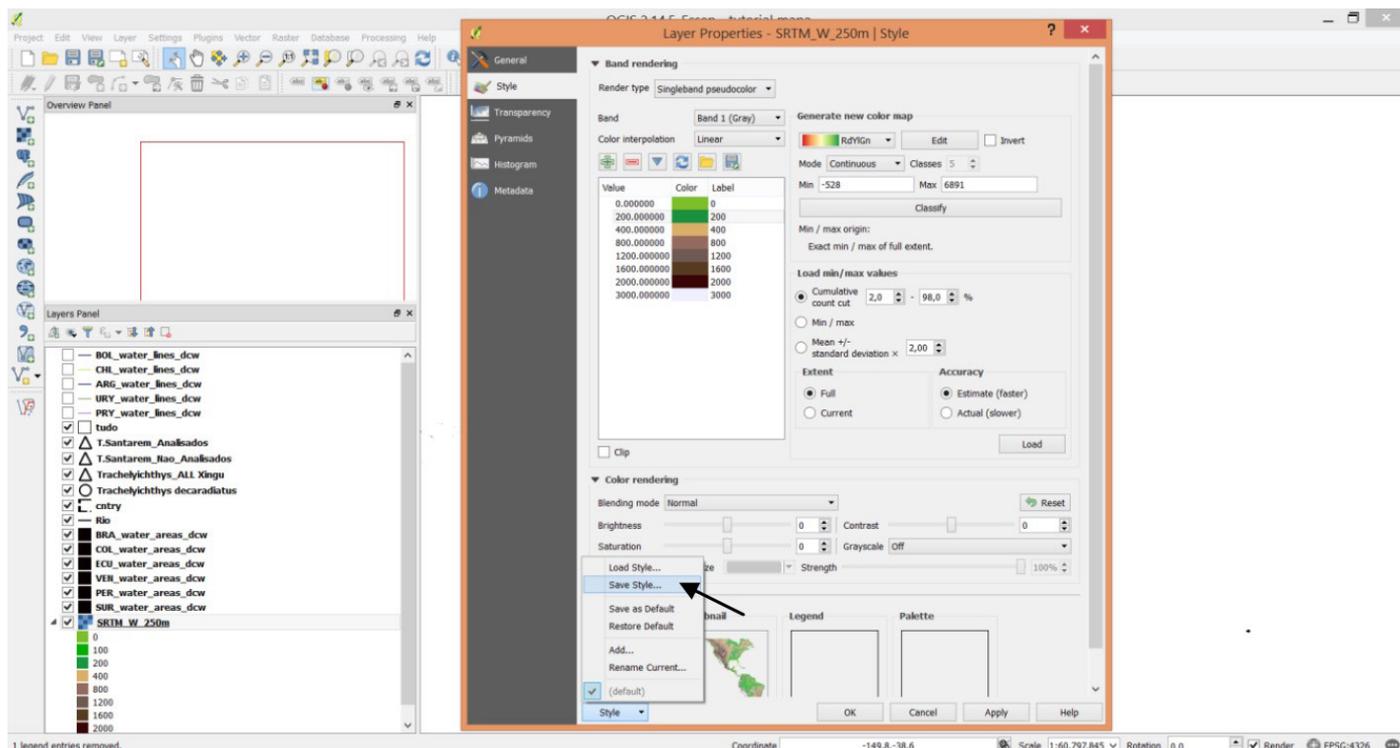


Figura 20.

A **segunda opção** de como atribuir um gradiente colorido é iniciar um novo mapa de cores.

Vá na seção “Gerar novo mapa de cores” (“Generate new color map”) e escolha uma das paletas de cores para iniciar o processo (Fig. 21).

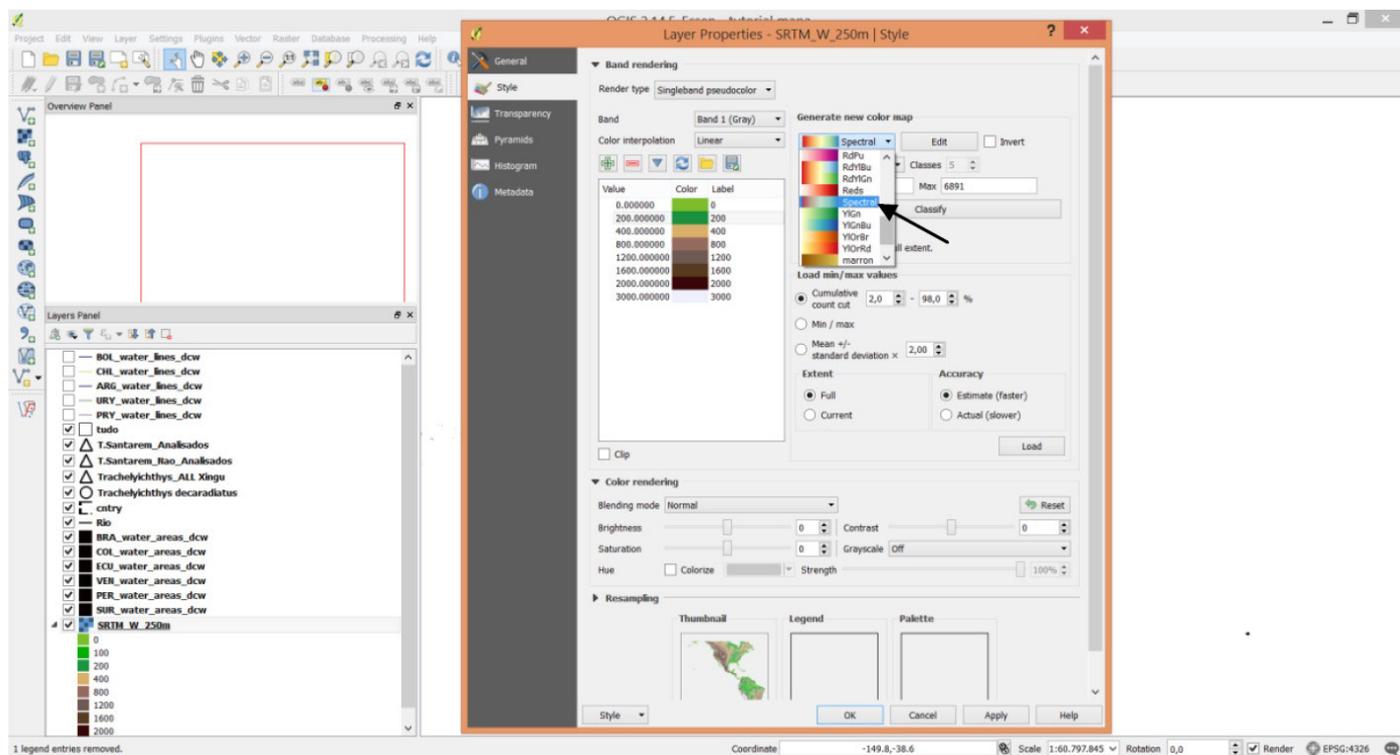


Figura 21.

Você pode também editar a cor e/ou tonalidade das duas cores extremas em >Editar

(>Edit), bem como inverter o gradiente das mesmas selecionando a caixa >Inverter (>invert) (Fig. 22).

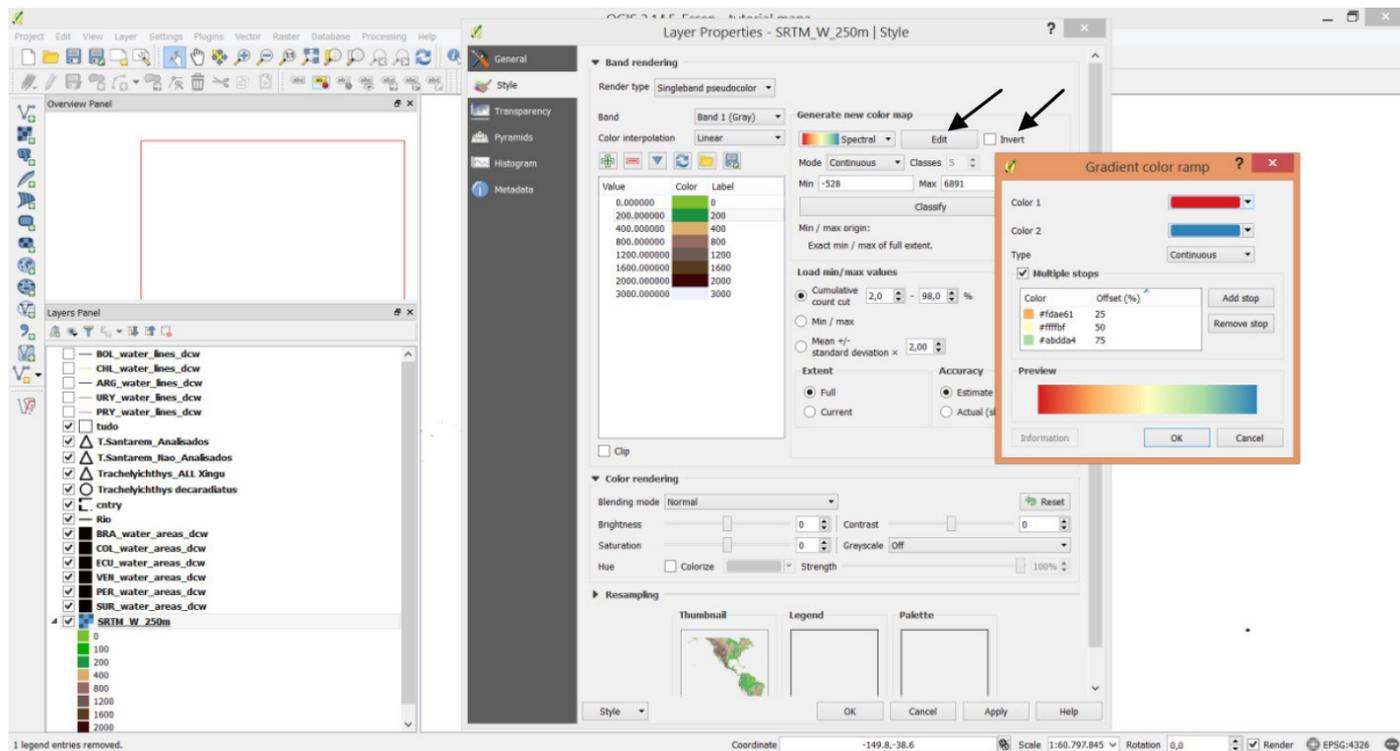


Figura 22.

A seguir, vá em “Modo” (“Mode”) e selecione >Intervalo igual (>Equal interval); Em “Classes”, escolha a quantidade de classes de altitudes que desejar incluir no mapa- vamos selecionar como exemplo oito classes; clique em >Classificar

(>Classify) (Fig. 23). Note que no quadro de valores ao lado esquerdo, as classes e cores escolhidas foram atualizadas. Os valores irão incluir sempre as altitudes mínima e máxima contendo intermediariamente o número de classes solicitadas em intervalos iguais.

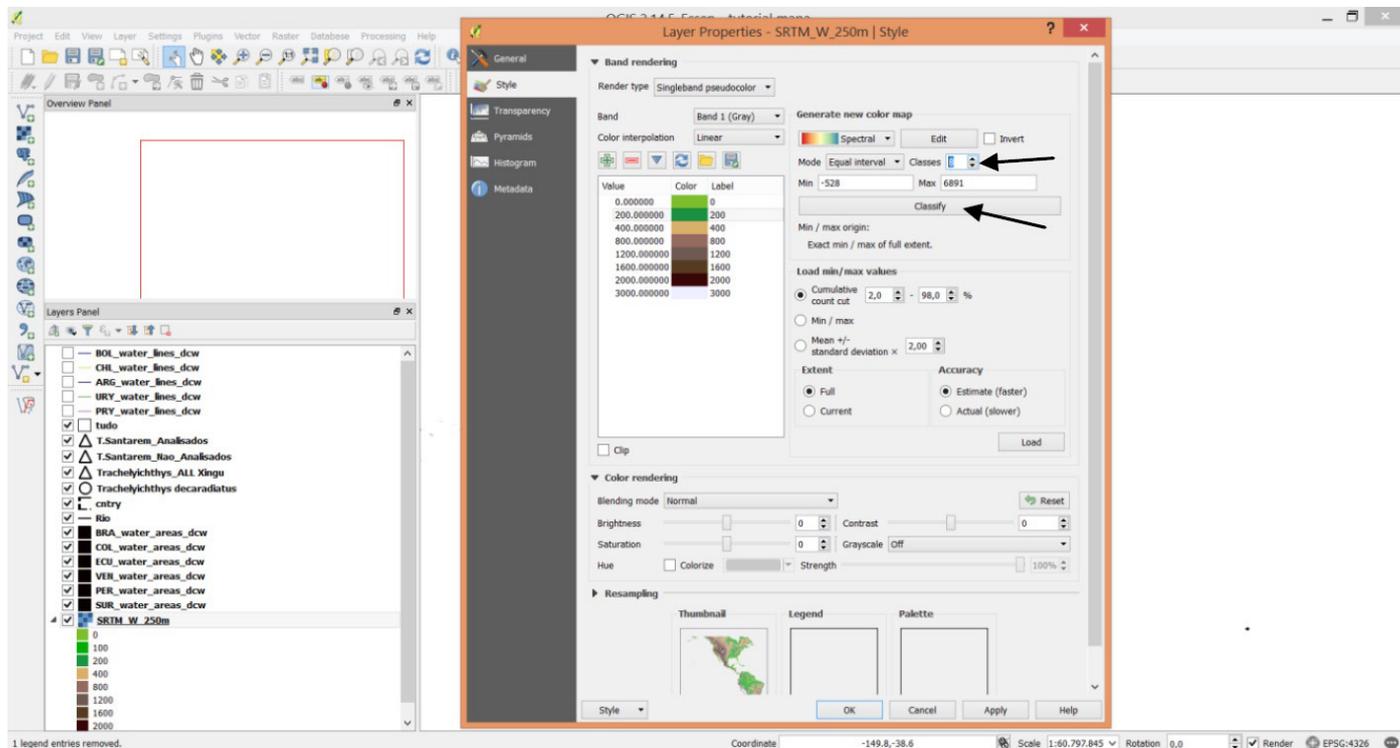


Figura 23.

A seguir, na seção “Carregar Min/max” (“Load Min/max”) escolha os mesmos parâmetros que usados no exemplo da “primeira opção”, utilizando um modelo digital já pronto; selecione

>Min/max e >Real (mais lento) (>Actual (Slower)); clique em >Carregar (>Load) e a seguir em >Aplicar (>Apply) e >Ok (Fig. 24).

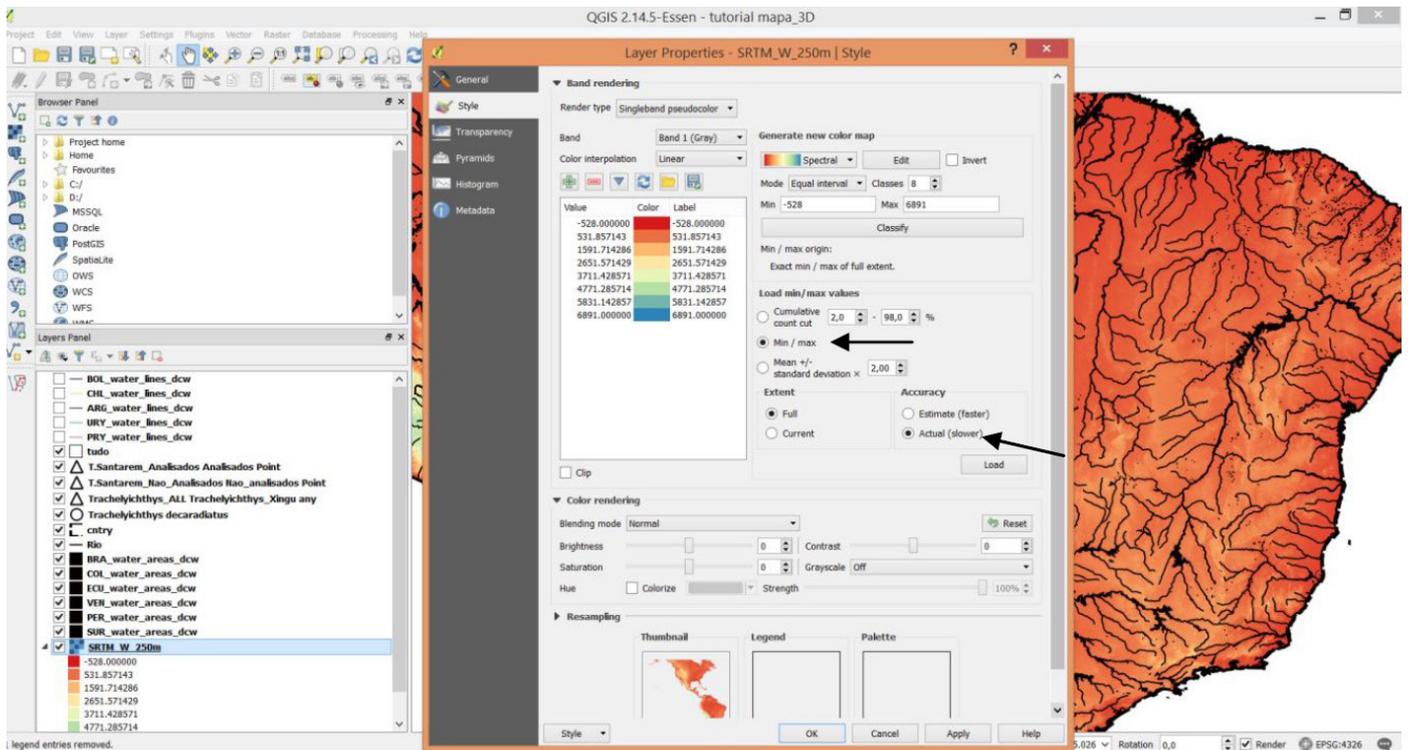


Figura 24.

Caso não tenha gostado das cores, é possível trocar a paleta de cores e editá-las sem modificar o restante dos parâmetros, exceto pelo número de

classes, selecionando a paleta de cor desejada e clicando novamente em >Classificar (>Classify) (Fig. 25).

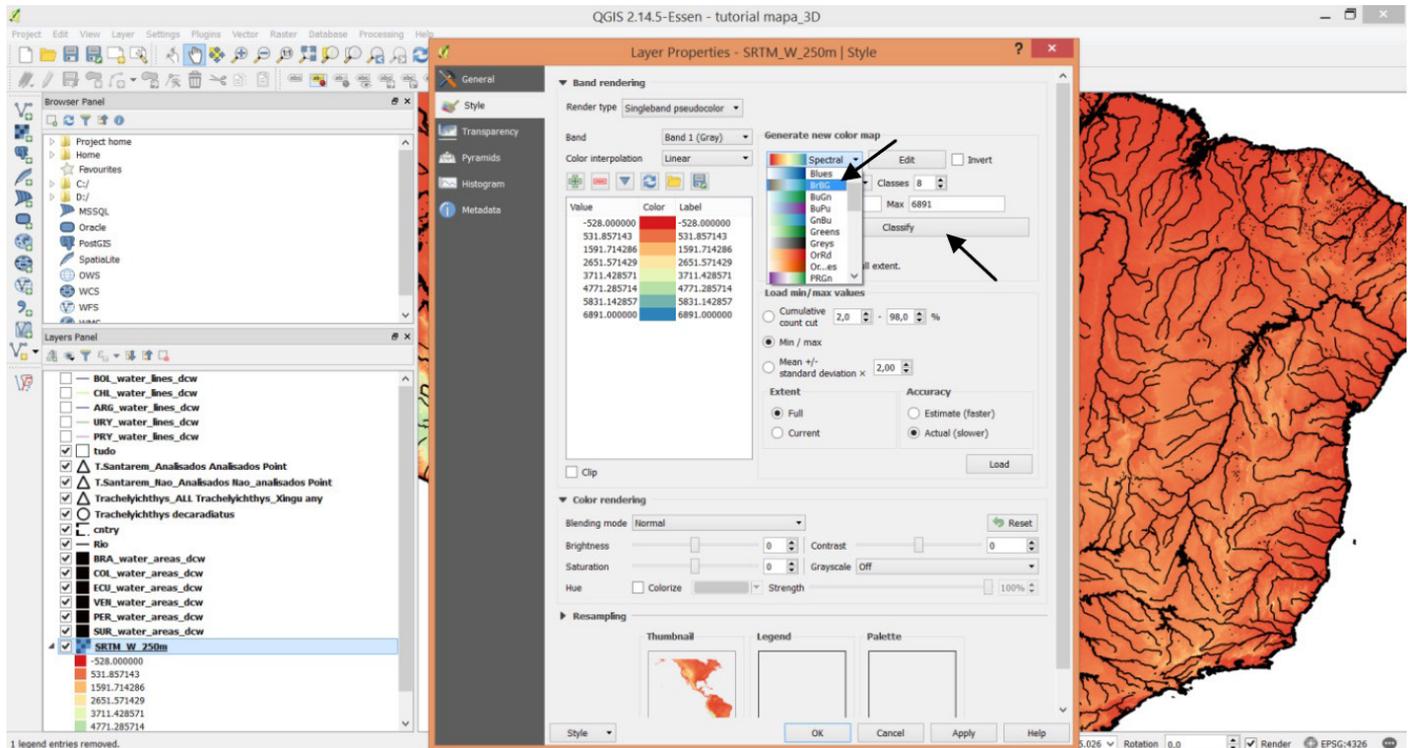


Figura 25.

É interessante decidir as cores antes de modificar os valores das classes, pois toda vez que reclassificar, os valores voltarão aos originais. Neste exemplo, perceba que os valores de altitudes mais presentes no mapa (entre 0-1200 m) receberam tonalidades diferentes para uma mesma cor, não resultando em um contraste adequado. Escolha

outras opções clicando duas vezes sobre a barra de cores dos intervalos intermediários para criar um gradiente mais informativo (contrastante) para a região de interesse (Fig. 26).

Ao final ajuste os valores de altitude que deseja corresponder ao gradiente de cores clicando duas vezes sobre o valor (Fig. 26); podemos usar

de exemplo o modelo da “**primeira opção**”, feito anteriormente. Uma vez que todas as escalas de altitude tenham uma cor atribuída, a edição de altitude do relevo está pronta.

(“Hillshade”). O que iremos fazer basicamente é criar outra camada de relevo de sombreamento 3D para interpor com a camada de relevo de altitude. Para possibilitar este efeito, as unidades de medidas

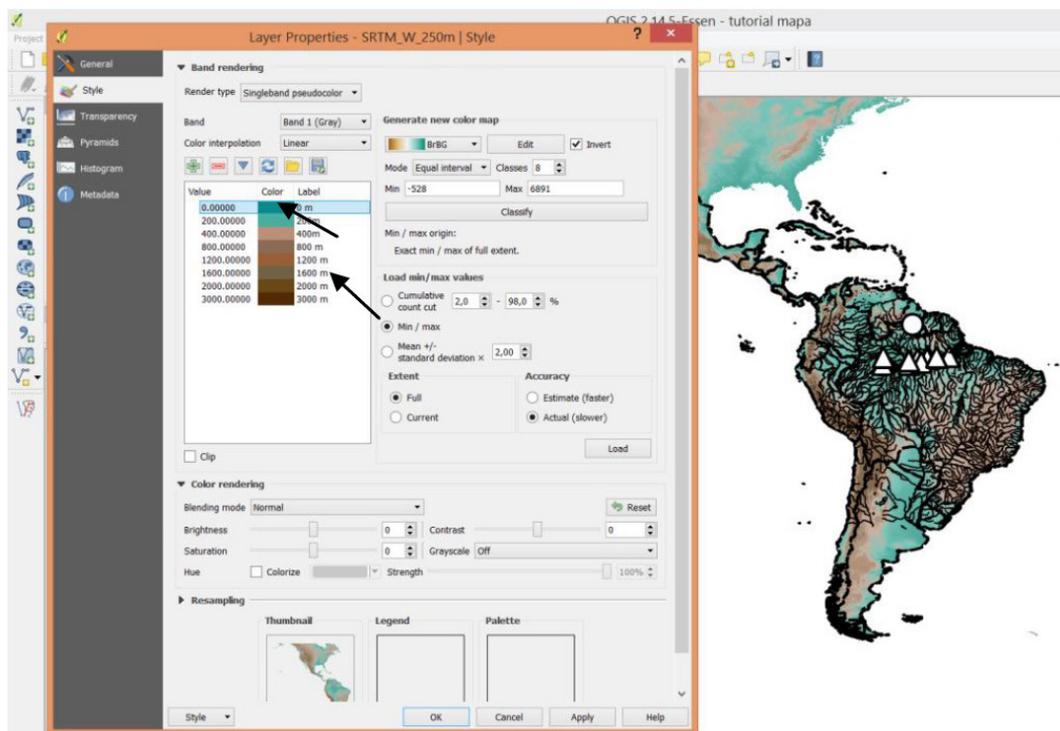


Figura 26.

Parte III - Interpolando Sombreamento de Terreno 3D

Para atribuir um efeito mais realista ao mapa hipsométrico, podemos criar uma camada de representação 3D de sombreamento para o relevo topográfico, chamada de função “Sombreamento”

das duas camadas *Raster*, tanto o de latitude e longitude (medida horizontal) quanto a de altitude (medida vertical) devem ser a mesma, nesse caso metros (m). No caso da camada “SRTM_W_250m.tiff” que estamos utilizando neste tutorial, as coordenadas estão em UTM e por isso não será necessário fazer a correção do “Fator Z” (“Z-factor”)* - utilizado para corrigir a escala da unidade quando não está em metro, como por exemplo em graus decimais.

Para exemplificar este tutorial iremos usar o modelo digital de elevação elaborado na “**primeira opção**” (Altitude_Continente.qml). Para criar a camada de sombreamento vá ao menu superior clique em >Raster >Análise de terreno >Sombreamento (>Raster >Terrain Analysis >Hillshade) (Fig. 27).

Atribua um nome de saída para o arquivo “.tif”

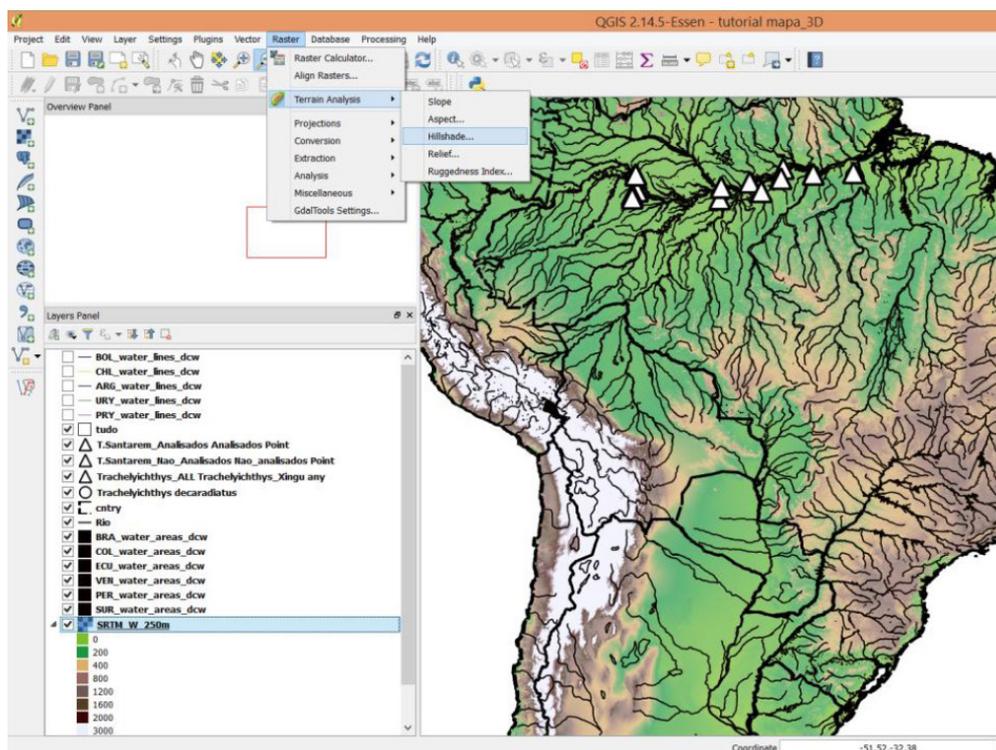


Figura 27.

Nota de rodapé: Na janela “Sombreamento” (“Hillshade”) insira a escala de correção do valor no “Fator Z” (“z-factor”): 11120. Este valor é aproximado para regiões equatoriais ou próximos às elas. Caso a zona seja outra é necessário calcular através de uma fórmula específica ($z=1/(111320\cos(\text{latitude}*\pi/180))$); <http://www.gdal.org/gdaldem.html>, GDAL - Geospatial Data Abstraction Library).

de relevo 3D que será gerado em “camada de saída” (“output layer”) (Fig. 28). Não modifique o restante dos parâmetros. Como observado anteriormente, não será necessário corrigir o “Fator Z”. A criação

desta camada deverá demandar um período longo de espera devido ao tamanho do arquivo *Raster* de relevo.

Após criada a camada de sombreamento

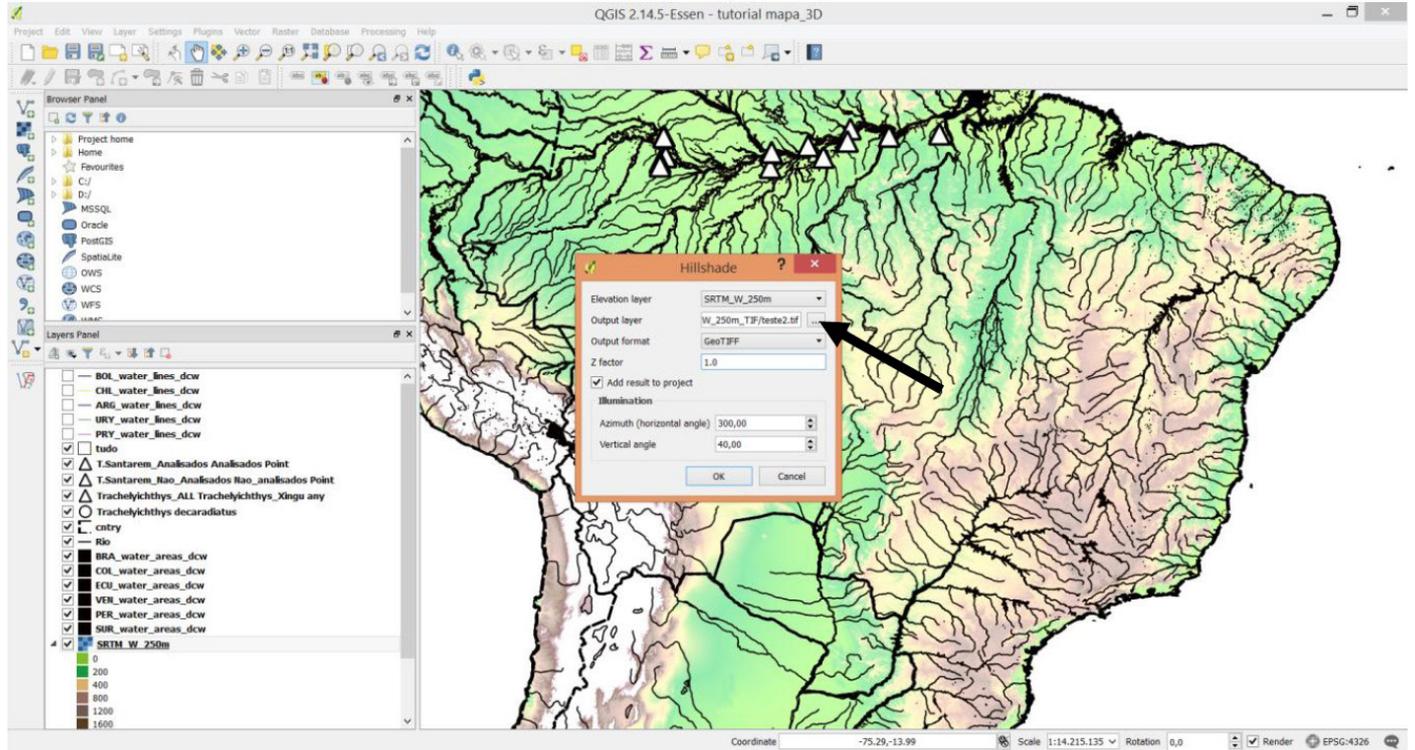


Figura 28.

3D, arraste a camada “SRTM_W_250m.tiff”, posicionando-a acima da camada de sombreamento 3D de modo que possamos incorporar as características destas duas camadas em uma mesma

imagem. No painel de camadas, clique com botão direito sobre a camada “SRTM_W_250m.tiff” e selecione >Propriedades (>Properties) (Fig. 29).

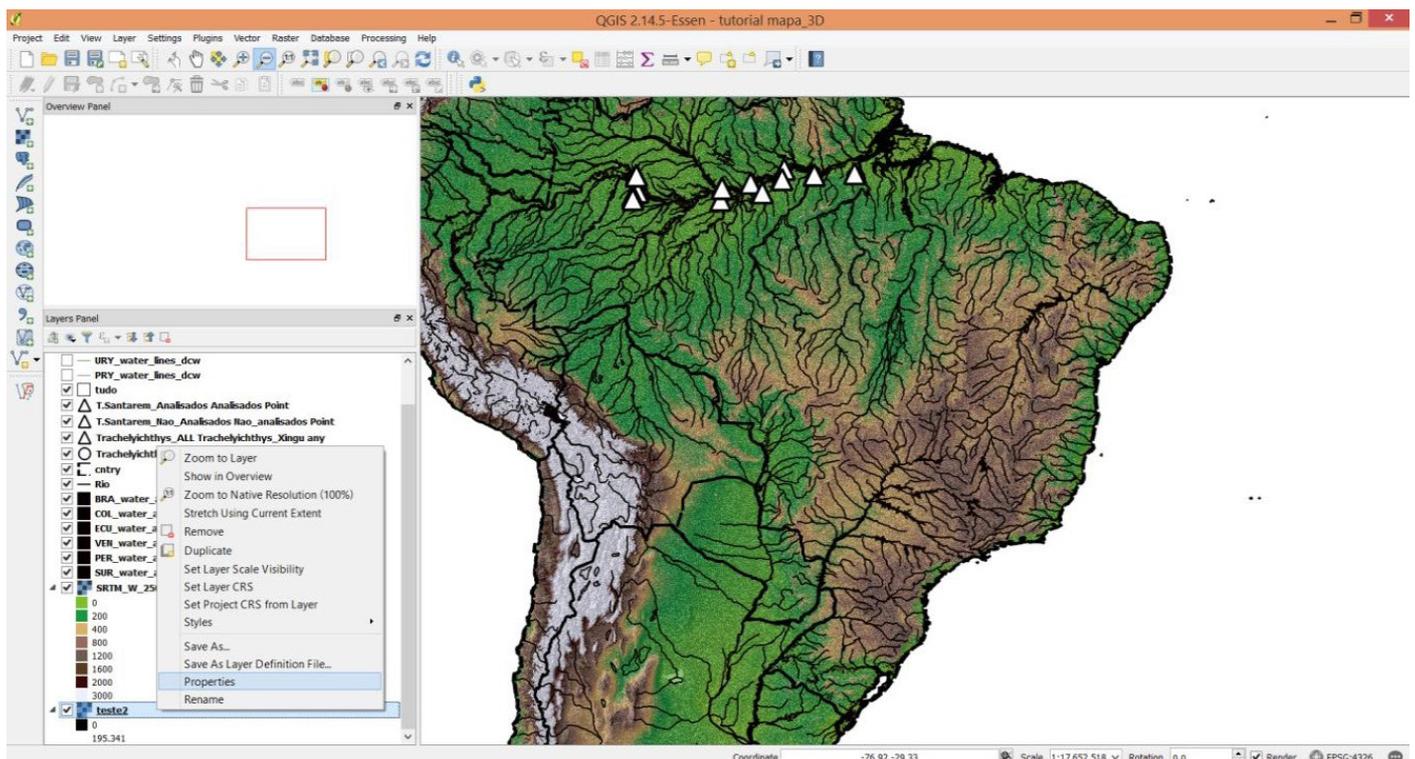


Figura 29.

Na aba “Transparência” (“Transparency”), seção “Tranparência global” (“Global Transparency”), atribua um grau entre 30-50% para

a camada de modo que permita evidenciar a camada 3D de sombreamento posicionada abaixo. Clique >Aplicar (>Apply) e >Ok (Fig. 30).

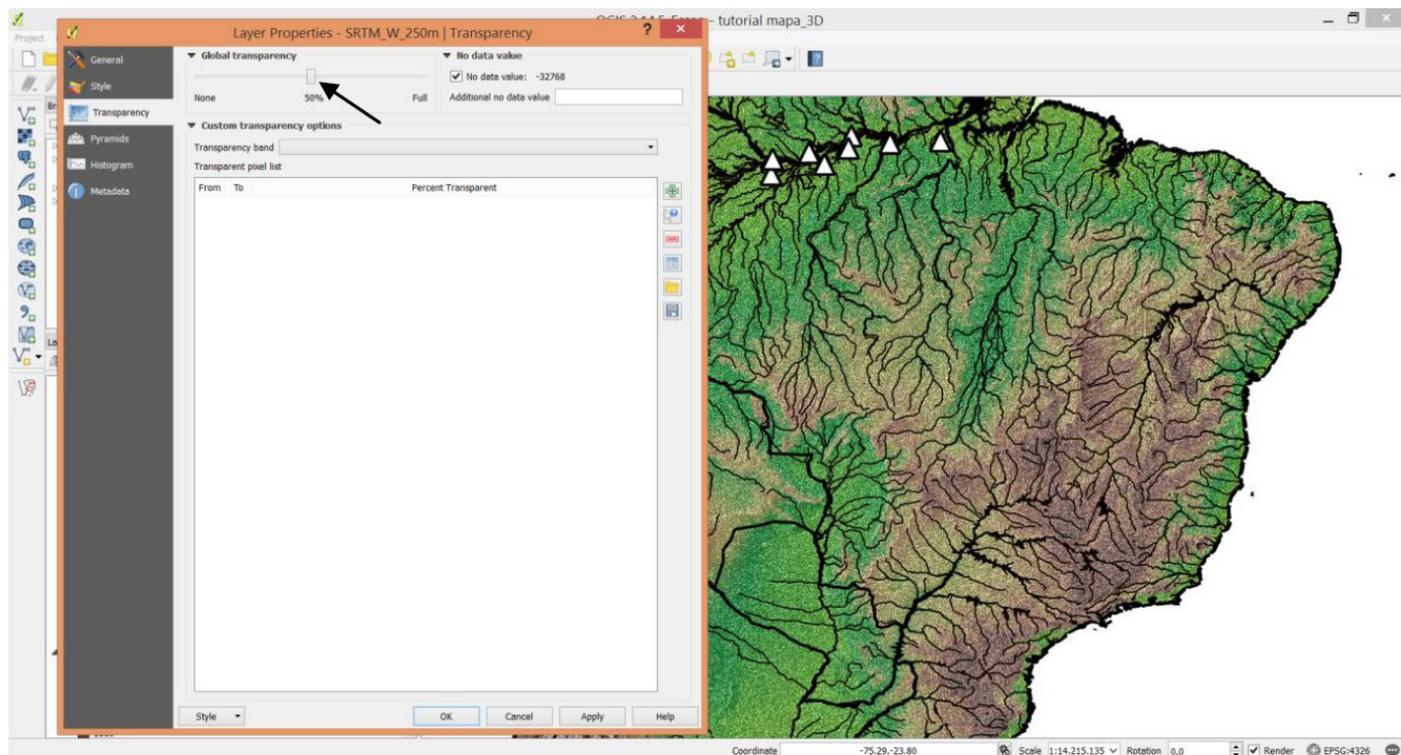


Figura 30.

Note a mudança no mapa de relevo e experimentalmente desmarque a camada “Sombreamento 3D” para observar a diferença de profundidade dada ao terreno, quando usando ou

não o sombreamento 3D. Faça uma aproximação de uma determinada região de interesse para observar com mais detalhe (Fig. 31).

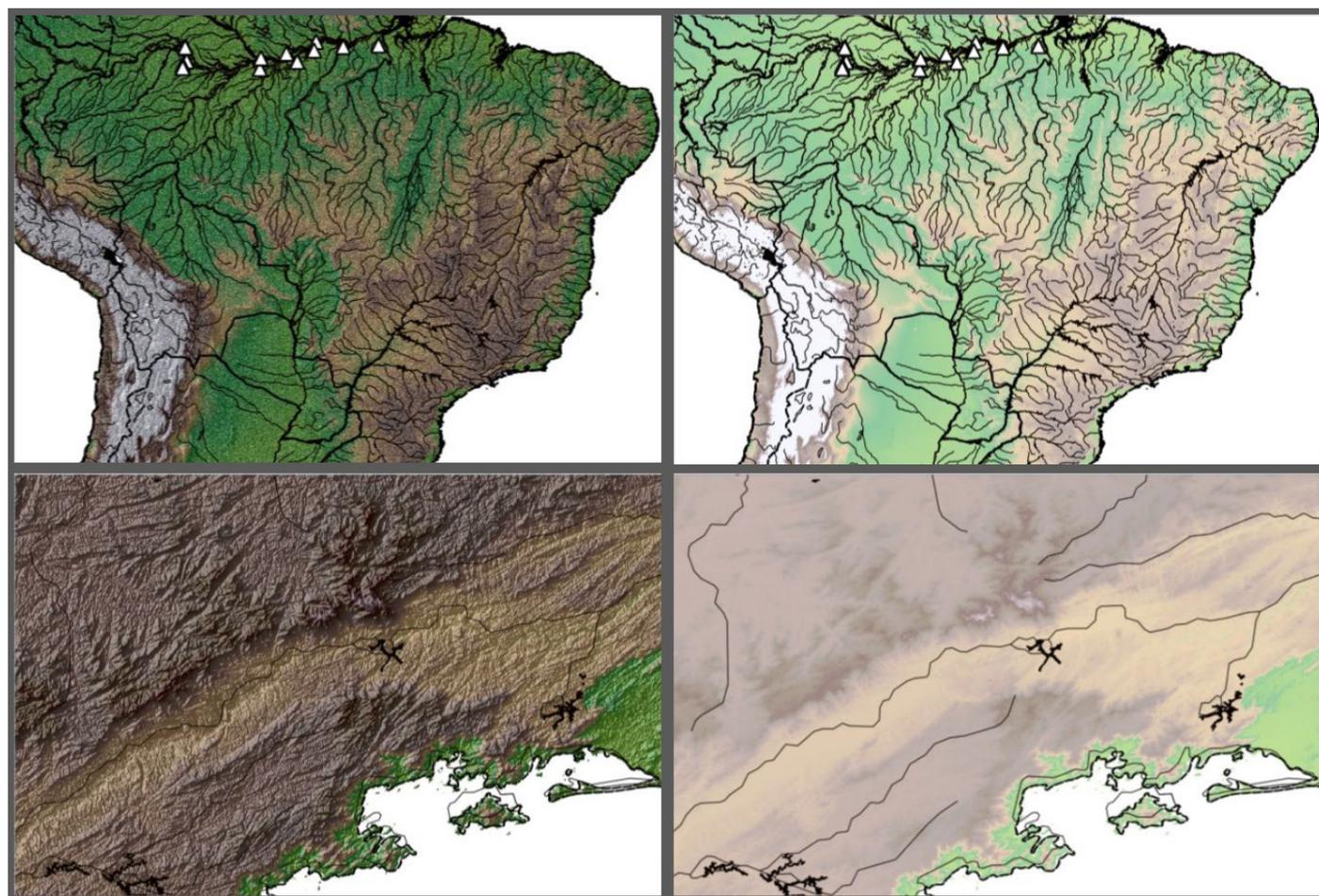


Figura 31.

É possível ainda, editar o brilho e contraste da camada “SRTM_W_250m.tiff” atribuindo uma maior suavidade à imagem. Em >Propriedades (>Properties) da camada, vá na aba “Estilo”

(“Style”), e na seção “Renderização da cor” (“Color rendering”) aumente o brilho para um valor entre 35-60% e o contraste para 20% (Fig. 32).

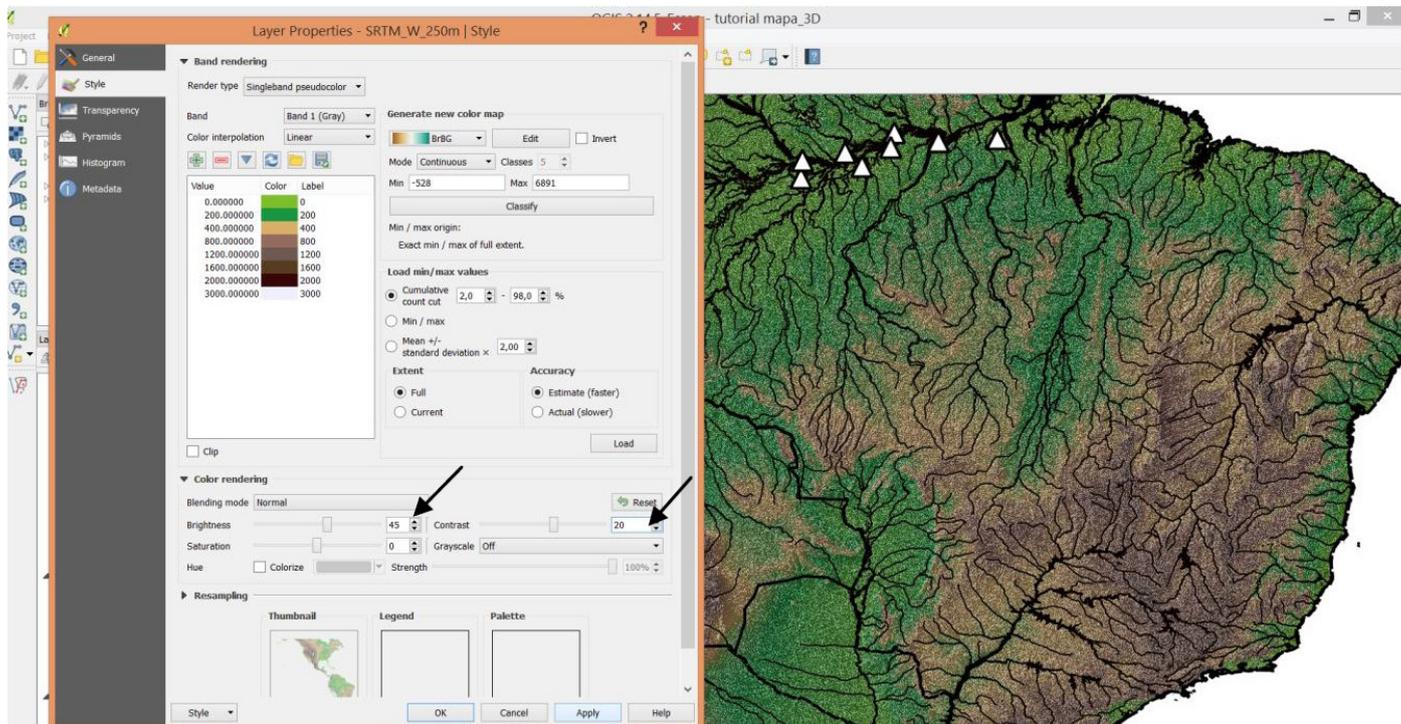


Figura 32.

Pronto! Seu mapa está finalizado para seguir para o compositor de impressão e incluir coordenadas, linhas de grade e legenda. Não se esqueça de salvar seu projeto para que fique disponível para um futuro uso.

O último detalhe a ser lembrado neste tutorial é a inserção da legenda das classes de altitude que você criou para seu mapa. Para isso, abra a tela

de compositor de impressão clicando em “Novo compositor de impressão” (“New print compositor”) e adicione um novo mapa, de acordo com os passos ensinados previamente no “**Tutorial I**”. Após a inserção do mapa no compositor, clique no símbolo de “Adicionar uma nova legenda” (“Add new legend”) na barra de ferramentas superior e insira-o no compositor de impressão (Fig. 33).

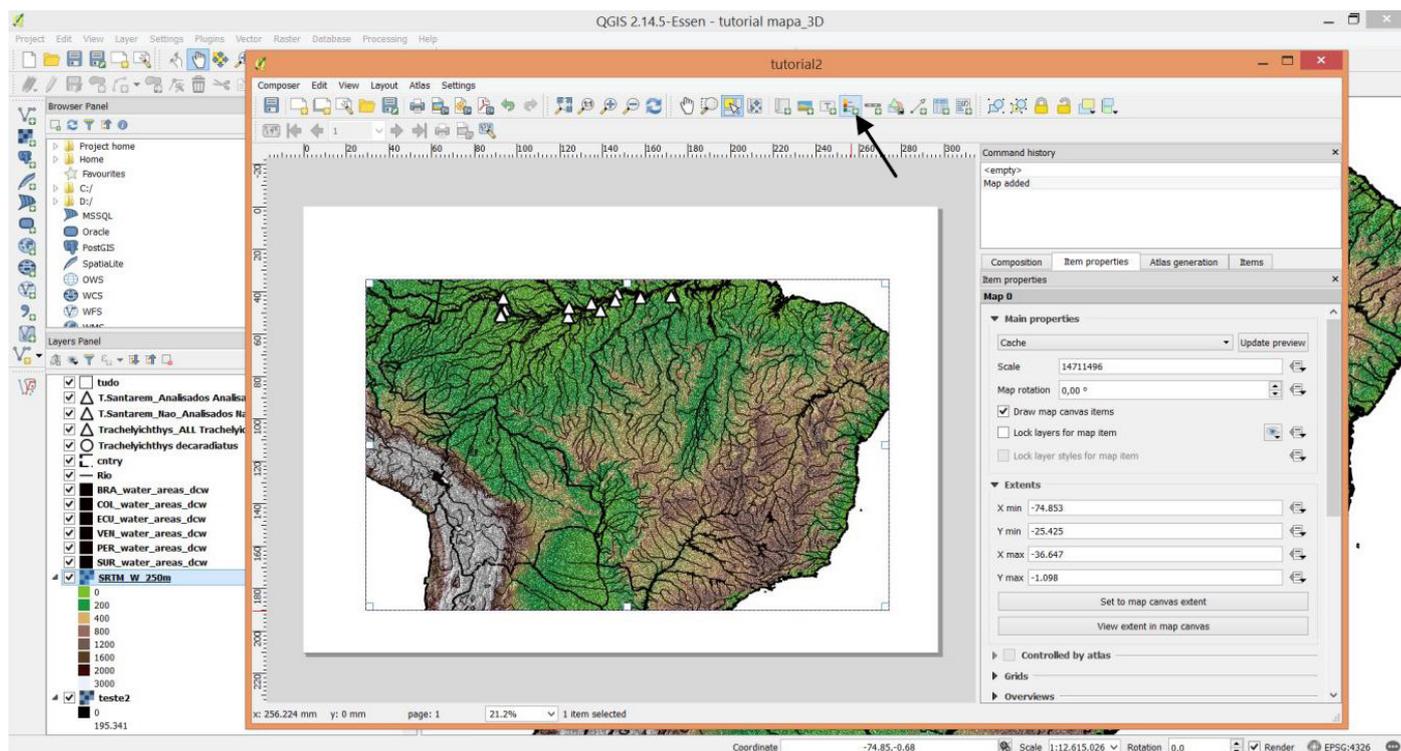


Figura 33.

Em “Propriedades do Item” (“Item properties”), vá à seção “Itens da legenda” (“Legend items”), desmarque a opção “Atualização

automática” (“Auto-update”) e selecione todas as camadas que deseja remover da legenda; clique no botão de símbolo “-” para removê-las (Fig. 34).

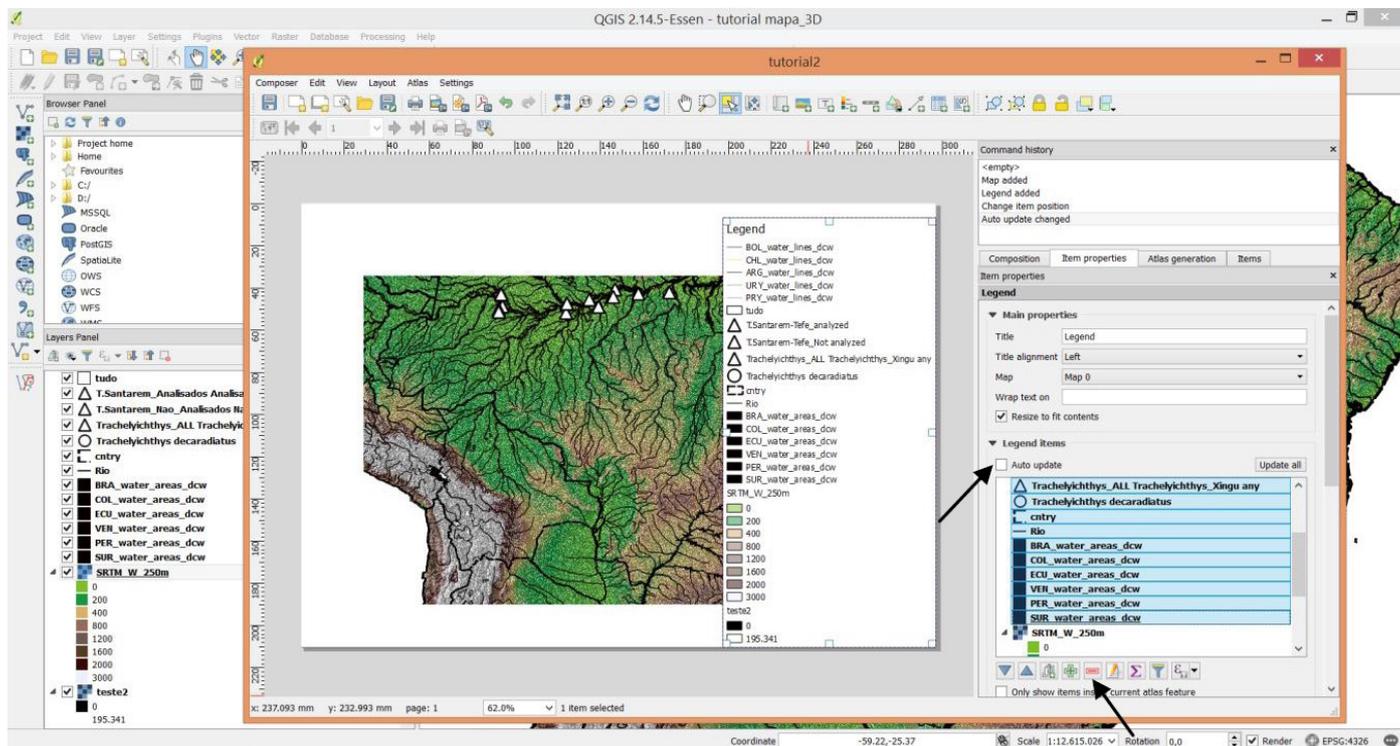


Figura 34.

Clique duas vezes também sobre o nome da camada “SRM_W_250m.tif” e delete para que não apareça na legenda (Fig. 35). Da mesma forma edite

ou remova o título da legenda em >Propriedades principais >Título (>Main properties >Title) (Fig. 36).

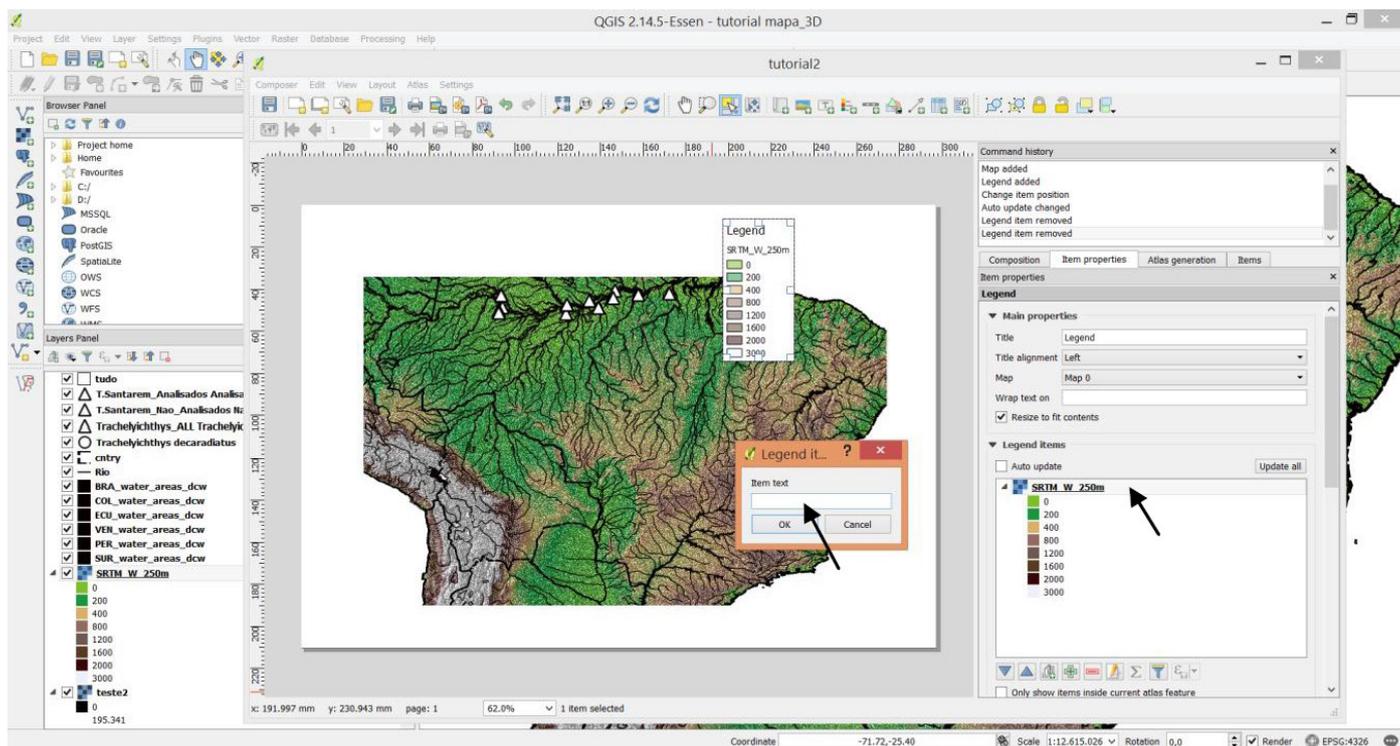


Figura 35.

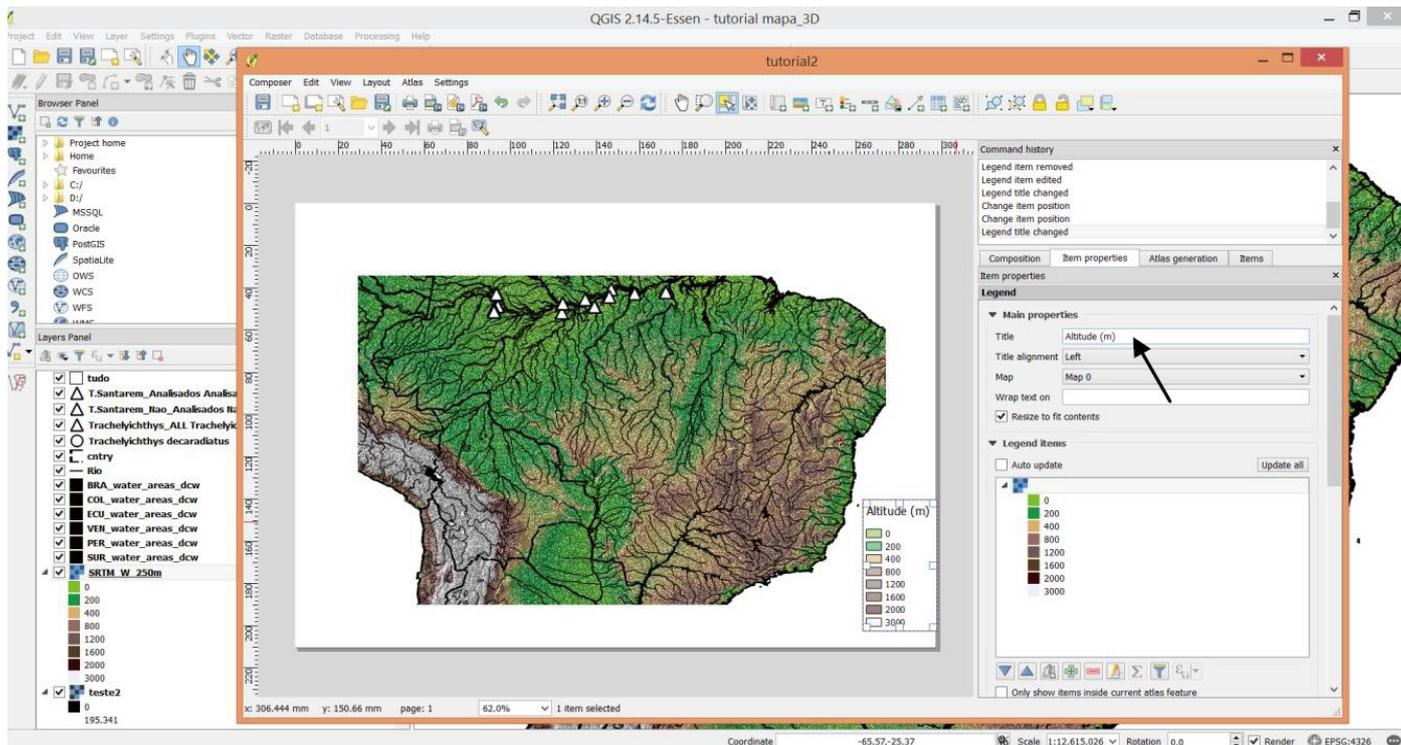


Figura 36.

Complete as informações necessárias no seu mapa, contempladas no passo-a-passo do “**Tutorial I**” (N°118) e salve seu modelo de compositor exportando seu mapa na extensão que desejar.

<http://www.processamentodigital.com.br/2012/01/02/grass-6-4-preenchimento-de-vazios-do-srtm3-atraves-dos-algoritmos-r-mapcalc-e-r-fill/>
<http://www.gdal.org/gdaldem.html>

Sites citados e/ou acessados.

- <https://viewer.nationalmap.gov/launch/>
- <http://srtm.csi.cgiar.org/>
- http://gisweb.ciat.cgiar.org/TRMM/SRTM_Resampled_250m/
- <http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php>
- <http://blog.webmapit.com.br/2013/02/topodata-pale-tas-qgis-para-altitude.html>

¹Laboratório de Sistemática de Vertebrados, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Av. Ipiranga, 6681, Caixa Postal 1429, 90619-900, Porto Alegre, Brasil.

E-mail: barbara.calegari@gmail.com

²Department of Vertebrate Zoology, National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, 20013-7012, Washington, DC, USA.

³Department of Biological Sciences, Department of Physical and Environmental Sciences, University of Toronto Scarborough, 1265 Military Trail, M1C 1A4, Toronto, ON, Canada. E-mail: jp.fontenelle@mail.utoronto.ca

**Geographic distribution maps tutorial
Part II – Hypsometric Map**

In a biological context, taxa distribution maps are usually complemented with many abiotic variables and data, in addition to the collection localities of interest. An example is the use of topographic information, such as altitude, which can be illustrated in maps, can be very informative regarding geology and geographic appearance.

Hypsometry is a representation technique of landscape elevation through a continuous color-gradient system. “Cold” colors (e.g. green, blue tones) are usually used to represent lower elevation patterns, while “warm” colors (e.g. red,

orange tones) refer to higher elevation patterns. Hypsometric data allows a detailed exploration of the landscape of a region of interest, allowing for inferences of erosion patterns, floodplains, accidents and depressions, for example.

A walkthrough tutorial regarding the preparation of hypsometric maps is herein presented. The referred tutorial is complementary to “**Tutorial - Parte I**” (Maps tutorial part I), previously published in Portuguese in Boletim da Sociedade Brasileira de Ictiologia N°118. The following tutorial is designed with the objective of representing and personalizing elevation and landscape data in a simple manner.

This hypsometric map tutorial was elaborated and tested using the software *Quantum GIS (QGIS)* V. 2.14.5

and V 2.14.18. QGIS is open source and can be downloaded for free at <http://qgis.org>. This tutorial was elaborated in Portuguese and in English. The referred figures in the English version are found throughout the Portuguese version of the tutorial, which is presented preceding the English version.

The following tutorial is not designed for a professional cartographic use, but for educational purposes of students, teachers, professors and researchers, and should not be used as an exclusive source of information. All programs and websites used in this tutorial have copyright of their contents and files, which are here properly cited and its citation is recommended if further utilized.

Part I – Downloading core files

Step 1: Raster landscape files

Step one consists of learning how to edit the map's landscape layer, adding different colors to respective altitude categories and selecting which and how many altitude classes are desired to be represented on the map.

Raster files (.tif) of continuous landscape, used to prepare the maps and provided by "The CGIAR Consortium for Spatial Information (CGIAR-CSI)" geoportal, can be downloaded from <http://srtm.csi.cgiar.org/> (Fig. 1). When clicking on the main link, you should be redirected to a new page where the global region of interest can be selected, South America for this tutorial: click on "Western" and download "western GeoTIFF" (Fig. 2).

The CGIAR Geoportal hosts files of digital elevation models of landscape for the entire globe 'SRTM' (Shuttle Radar Topography Mission), in a resolution of 250m, originally produced by NASA. These data are currently of open distribution by USGS (U.S. Geological Survey; <https://viewer.nationalmap.gov/launch/>) online, and are available for download at "National Map Seamless Data Distribution System" or the USGS website (https://nationalmap.gov/viewer_text.html) (Fig. 3).

Alternatively, if one is interested in working with a specific geographical region in a broader scale (not the scope of this tutorial), data can be obtained from the TOPODATA project (Brazilian geomorphological database; INPE, 2008), which provides the "Digital Elevation Model - DEM) and their local Brazilian derivations, elaborated from SRTM space data, after many inspections and improvements (due to gaps that occurred in the original data by interferences during the data collection process – example of gaps and corrections: <http://www.drs.inpe.br/topodata/acesso.php>) (Fig. 4) or at *Webmapit* <http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata> (Fig. 5), selecting the desired grid. The elaboration process of a map with re-scaling of altitude categories is more complex and is not approached in this tutorial, but can be easily found online by searching for "hypsometric maps".

Step 2: Altimetry model file

In order to simplify the elaboration of a simple geographical distribution map with landscape editable altitude information, a pre-existent elevation digital model will be used. These models are produced by <http://www.webmapit.com.br> and can be downloaded for free at <http://blog.webmapit.com.br/2013/02/topodata-paletas-qgis-para-altitude.html>. Files with the extension ".qml" are models that categorize color ramps to variable altitude, and were developed by *Webmapit* from SRTM's elevation values and color rules: Terrain, Atlas Shader and ETOPO2; from GRASS software (Function 'r', colors) (*Webmapit*, accessed Nov/2017). Additionally, two other models (developed by the authors), one in brown tones and other developed during this tutorial, are available at (goo.gl/7iPg2L) or at <http://www.barbaracalegari.com>.

Part II – Creating a Hypsometric map

Using a geographical distributional map assembled according to "Tutorial I" (SBI N°118) as a starting point, except by the addition of the landscape file (Fig. 6), move directly to the second stage of the landscape layer edition.

To add a landscape file from a *Raster* source, click on the second icon on the toolbar to the left of the screen , as shown in "Tutorial I" (Fig. 7).

Browse your drive for the location of the previously downloaded *Raster* landscape file >SRMW_W_250m.tiff. Move the landscape layer to the bottom position of your layer pile, so it does not overlap any of the other layers. Right-click the recently added landscape layers "SRTM_W_250m" and go to >Properties (Fig. 8).

In the "Style" tab, find the session "Band rendering" (Fig. 9), where many color settings can be edited, and where most of the tutorial will take part. Notice that the added landscape layer is currently in grayscale, presenting no hypsometric information yet. It is necessary to include a proper color ramp to highlight the map topography. There are two options to attribute colors to altitude classes, but both require selecting the option >Singleband pseudocolor, under "Render type", which allows including color scales to the map. (Fig.

10). Also select the option >linear under "color interpolation", allowing a gradual soft change in colors related to altitude (Fig. 11).

The **first option** (more intuitive) is to edit the color gradient from a pre-existent digital elevation model; choose one from the six models previously downloaded in **Step 2: Altimetry Model file**. Load the files at the lower portion of your window under >Style>Load style. The editable landscape models have a ".qml" extension (Fig. 12).

You can check every file, and select the one which color scheme pleases you the most. To edit, the example will use the file "Altitude_Continente.qml", developed for this tutorial (Fig. 13).

After selecting the model, go to the option "Load min/max value" and select >Min/max, in order to set the two altitude extremes; also go to "Accuracy", select >Actual (slower), in order to show the real landscape altitudes. Click >Load. This step may take a while, depending on your hardware specifications. Once done, you can click >Apply to visualize the edits made (Fig. 14).

You can modify all the altitude classes you deserve to include in your map, managing gradients. It will be included, in this example, one additional 100m class; under the white box that shows altitude values, click on "+" to add a new value to the map (Fig. 15).

Note that the new value was added to the end of the list, in a random color scheme. To add the desired color to the altitude value, double-click the value (expressed in meters) and edit it, always keeping the decimal series to zero ".00000", according to the remaining values. Include a color to the altitude scale of 100 m and then click on the symbol "∇" so the values are re-ordinated in ascending order (Fig. 16).

Click on the color to edit it, and choose the desired color and tone, green in this example (Fig. 17). Additionally, it is necessary to edit the "Label" to show the correspondent altitude to the inserted class ("100" in the example) (Fig. 18). One option is to include the altitude interval (e.g. 100-200m) to all classes, in contrast to the minimum value. Click in >Apply and >Ok. In order to delete, select the desired class and click the symbol "-" (Fig. 19).

It is also possible to alter any color of any class, by double-clicking over the color bar. It is interesting to maintain a clear distinction between

lower and higher altitudes, so it is suggested to use “cold” color tones for lower altitudes and “warm” color tones for higher altitudes. Do not forget to save your color model, for further use if desired: go to the lower portion of the window in >Style >Save style (Fig. 20).

The **second option** to create a color gradient is to start a new map from scratch. Go to “Generate new color map” session and choose one from the color palettes (Fig. 21).

You can also edit the color and/or tone of the two extremes of your gradient in >Edit, as well as invert the referred gradient by selecting the box >Invert (Fig. 22).

Next, go to “Mode” and select >Equal interval. In “Classes”, select the amount of altitude classes you would like to include in the map (eight classes will be chosen for this example); click in >Classify (Fig. 23). Note in the values box on the left side of the screen that the chosen classes and colors were updated. The values will always include the minimum and maximum altitudes, with the number of selected classes in between, in equal intervals.

In the “Load min/max” session, choose the same parameters used in the **“first option”**, making use of a pre-existing digital model. Select >Min/max and >Actual (slower); click on >Load and then in >Apply >Ok (Fig. 24).

If desired, it is possible to change and edit the color palette without modifying the remaining parameters, except for the number of classes, by selecting the desired color palette and clicking on >Classify (Fig. 25).

It is interesting to choose and edit the colors before modifying the class values, once every time you “re-classify” your project, the values return to their default. In this example, note that the most common altitude values in the map (0-1200m) were attributed different tones of a same color, not presenting an adequate contrast. Choose other options by double-clicking the color bar of the intermediate intervals in order to create a more informative (contrasting) color gradient to the region of interest (Fig. 26).

Lastly, adjust the altitude values that you want to correspond to the color gradient by double-clicking over the value (Fig. 26); the model used in the **“first option”** can be used as an example. Once all the altitude scales have one assigned color, the landscape

altitude editing is completed.

Part III – Interpolating 3D landscape shading

To create a more realistic effect on the hypsometric map, a 3D shading representation layer for the topographic map can be created, using the function “*Hillshade*”. This consists of basically creating a new 3D shading layer and interpolate with the landscape altitude layer. To achieve this effect, the measurement units of both *Raster* layers, latitude and longitude (horizontal measurements) and altitude (vertical measurement), must be the same, in this case, in meter (m). Considering the layer “SRTM_W_250m.tiff” (being used in this tutorial), the coordinates are in UTM, so there is no need to correct the “z-factor” (*footnote) – used to correct the scale units when not in meters (e.g. when in degrees).

In this example, the digital elevation model produced in the **“first option”** will be used (Altitude_Continental.qml). To create the shading layer, in the upper menu, click on >Raster >Terrain Analysis >Hillshade (Fig. 27).

Assign an output name to the 3D landscape “.tif” file which will be generated in the “output layer” field (Fig.28). Do not modify the remaining of the parameters. As previously noticed, it is not necessary to correct the “z-factor”. The processing/creating time of this layer may be long (depending on your hardware) due to the size of the landscape *Raster* file.

Once the 3D *Hillshade* layer is created, drag the “SRTM_W_250m.tiff” layer to the position right above the 3D shading layer, in order to incorporate characteristics of both layers into a single image. In the layers panel, right-click over the “SRTM_W_250m.tif” layer and select >Properties (Fig. 29).

On the “Transparency” tab, assign a transparency percentage to the layer around 30-50%, so it is possible to visualize the 3D shading layer that is set below. Click >Apply >Ok (Fig. 30).

Note the change in the landscape map and, as an exercise, uncheck the *Hillshade* 3D layer to observe the changes in depth related to the terrain, when using or not the 3D shading layer. Close up to a region of interest to observe in greater detail (Fig. 31).

It is also possible to edit brightness and contrast of the

“SRTM_W_250m.tiff” layer, in order to increase the smoothness of the image. In the >Properties of the layer, go to the “Style” tab and in the session “color rendering” increase brightness to a value around 35-60% and contrast around 20% (Fig. 32).

The map is now ready to the print composer, to include coordinates, gridlines and legends. Do not forget to save your project for future usage and editing.

The last detail of this tutorial is the inclusion of the legend regarding the altitude classes that have been created for the map. Click on “new print composer” and add a new map to the print composer canvas, as presented in **“Tutorial I”**. After the new map is inserted, click on “Add new legend” at the upper toolbar and insert it on the print canvas (Fig. 33). In “Item properties”, go to “legend items”, de-select the “auto-update” option and select all layers that you wish to remove from the legend. Then click the “-” button to remove them (Fig. 34). Double-click on the name of the “SRTM_W_250m.tif” layer and delete it so it does not appear on the legend (Fig. 35). You can edit or remove the title of the legend in >Main properties >Title (Fig. 36).

Complete the relevant information to your map, as presented in **“Tutorial I”** (N°118), and save your composer model by exporting it using the desired extension.

Cited/accessed websites:

<https://viewer.nationalmap.gov/launch/>
<http://srtm.csi.cgiar.org/>
http://gisweb.ciat.cgiar.org/TRMM/SRTM_Resampled_250m/
<http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php>
<http://blog.webmapit.com.br/2013/02/topodata-paletas-qgis-para-altitude.html>
<http://www.processamentodigital.com.br/2012/01/02/grass-6-4-preenchimento-de-vazios-do-srtm3-atraves-dos-algoritmos-r-mapcalc-e-r-fill/>
<http://www.gdal.org/gdaldem.html>

footnote: On the “Hillshade” window, insert the correction scale of the value in the “z-factor” field: 111120. This is an approximate value to regions around the Equator. If working with a region not in this area, it is necessary to calculate “z” using the formula: $z=1/(111320\cos(latitude*\pi/180))$ (<http://www.gdal.org/gdaldem.html>, GDAL - Geospatial Data Abstraction Library).