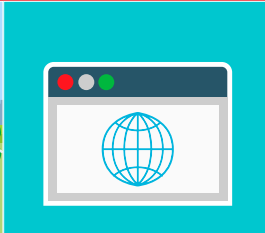


SUSTENTABILIDADE



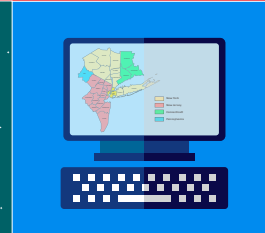
SISTEMAS GIS



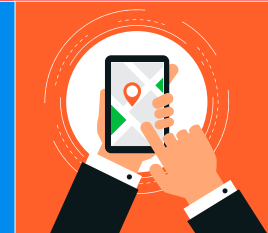
IMAGEM DE SATÉLITE



SENSORIAMENTO REMOTO



GEOPROCESSAMENTO

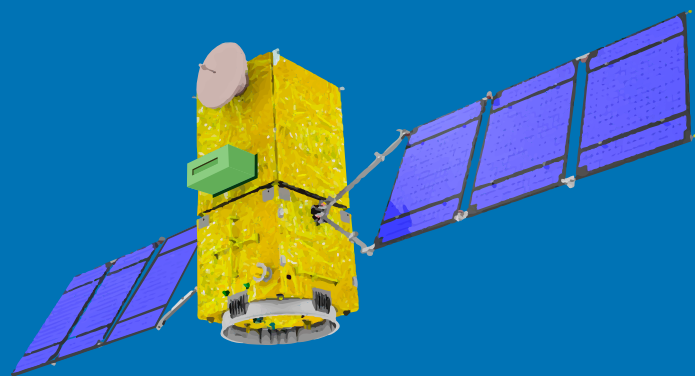


GEOLOCALIZAÇÃO



SATÉLITES ORBITAIS

Acompanhe as novas tecnologias do Programa Espacial Brasileiro para aquisição de imagens orbitais



QGIS

SATÉLITE AMAZONIA-1

TRANSFORMAÇÃO RADIOMÉTRICA

Conheça o procedimento para transformar a escala de dados dos arquivos raster por meio do redimensionamento (rescale) de 16 bit para 8 bit.



+55 61 99616 5665

jorgepsantos@instrutorgis.com.br

www.instrutorgis.com.br

Ensino técnico e de qualidade é na InstrutorGIS!



www.instrutorgis.com.br

Introdução

Projetos Científicos x Projetos Visuais: entenda a diferença



O uso de imagens de Sensoriamento Remoto é variado. Há aplicações que contemplam a elaboração de uma modesta ilustração ou quadro em casa ou no escritório, assim como existem projetos de monitoramento por drones, satélites e aerolevantamento que geram conhecimento suficiente para apoiar a tomada de decisão no plano diretor de uma cidade.

Como você deve saber, essas tecnologias para detecção à distância armazenam informações numéricas na matriz ou imagem. Assim, o pixel é a menor unidade do raster responsável por abrigar os valores numéricos específicos para um determinado tipo de imageamento. Se o relevo é o alvo da passagem do satélite ou aeronave, é seguro afirmar que cada pixel da matriz resultante irá conter a medição da altitude, seja na superfície ou abaixo dela em certos casos.

Portanto, preservar os valores numéricos o mais próximo possível (ou exatamente inalterados) para cada cena fornecida pela operadora do satélite é o que consideramos como uso científico. Neste tipo de tratamento técnico para o raster, procura-se ter o cuidado de não modificar os valores numéricos originais com a finalidade de possuir a informação mais próxima possível da realidade.

Nos projetos onde a informação numérica da matriz ou imagem não é o fator principal para o monitoramento remoto, mas sim outros aspectos como as características visuais de uma certa localidade, pode-se utilizar etapas do Processamento Digital de Imagens (PDI) para manipular as curvas do histograma e salvar esse resultado em uma nova imagem. Essa finalidade que desconsidera o valor do pixel é o que chamamos de projetos visuais envolvendo rasters.

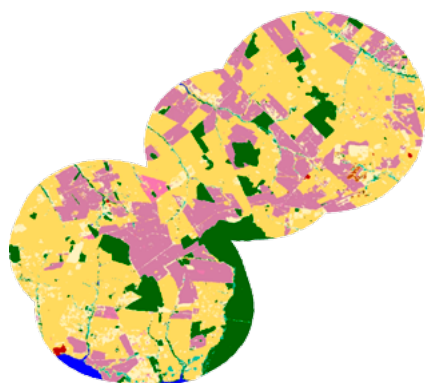


Figura 1. Classificação de imagens (uso científico).



Figura 2. Carta imagem: Mapa turístico de Sergipe (projeto visual).

Propriedades dos Arquivos Raster

Tipo de Dado ou Profundidade de Pixel

- i** É a componente matemática usada na computação para armazenamento dos valores numéricos nos arquivos rasters. Na computação, um número na matriz pode ser classificado como número inteiro, número fracionário ou mesmo fazer parte do conjunto dos números imaginários. O **Tipo de Dado** (Data Type) ou **Profundidade de Pixel** (Pixel Depth) determina o intervalo de dados escrito em código binário para armazenamento da informação em determinada escala.

Números Inteiros Positivos e Negativos

- i** O satélite Amazonia-1, assim como outros imageadores, possui valores numéricos que são representados por um conjunto de números que você conheceu no ensino matemático fundamental.

CONJUNTO DOS NÚMEROS INTEIROS POSITIVOS E NEGATIVOS

Z+: Conjunto dos Inteiros Positivos:
 $Z+ = \{0, 1, 2, 3, 4 \dots\}$

Z- = Conjunto dos inteiros Negativos:
 $Z- = \{\dots, -4, -3, -2, -1, 0\};$

Figura 3. Números Inteiros Positivos e Negativos. Fonte: [Educamais](#)

Formalmente, essas duas particularidades do conjunto Z recebem o nome de **Número Inteiro Sinalizado** (Signed Integer Number) ou **Número Inteiro Não-Sinalizado** (Unsigned Integer Number). Logo, um número inteiro sinalizado é um número inteiro com sinal de positivo ou negativo, ou seja, para aquela imagem de satélite, existe a capacidade de alocar valores inteiros positivos e negativos. De forma análoga, um arquivo raster reservado para abrigar um número inteiro sem sinal de positivo ou negativo é classificado como Não-Sinalizado.

Intervalo de Dados (Data Range) ou Escala

- i** A **Escala** ou **Intervalo de Dados** (Data Range) é outro instrumento que deve ser considerado durante as transformações dos valores numéricos de uma imagem. Você precisa pensar na escala como se fosse um recipiente ou container para os valores numéricos. As escalas mais utilizadas são **8 bits** e **16 bits**.

Satélites Orbitais – Propriedades dos Arquivos Raster			
Tipo de Dado e Escala	Tipo de Representação	Exemplos	Total de Cores
Unsigned 1 Bit = 0 a 1	Raster Binário	-	2 cores por canal
Unsigned 8 Bit = 0 a 255	Dados Discretos (Temático)	CBERS, Landsat-5, Amazonia-1, Resourcesat, etc	256 cores por canal
Unsigned 16 Bit = 0 a 65535	Dados Discretos (Temático)		65536 cores por canal
Signed 16 Bit = -32768 a 32767	Dados Discretos (Temático)		65536 cores por canal
Floating Point 32 Bit = -3.402823466e+38 a 3.402823466e+38	Dados Contínuos	Topodata	4.3 bilhões de cores por canal ¹

Tabela 1. Propriedades do Raster. Principais Intervalos de Dados e alguns exemplos de aplicações.

Escala de Dados SIMILARIDADE



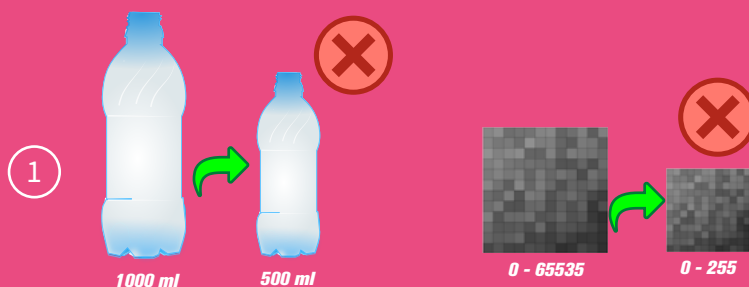
500 ml de água cabem em uma garrafa de 1 litro.



Os valores de um raster com 256 cores (8bit) cabem na escala de 16 bit (65.536 cores).

O inverso, porém, não procede, pois...

1 litro de água não cabe no recipiente de 500 ml!



Assim como um litro de água não pode ser armazenado em uma garrafa de 500 ml, **os valores do raster de 16 bit não podem ser gravados na escala de 8 bit.**

Com a **Transformação Radiométrica**, é possível modificar os valores do raster reescrevendo-os na escala desejada. Logo, **os valores em 16 bit serão modificados** quando aplica-se essa conversão de 16 para 8 bit.

Amazonia-1: Tipo de Dado / Escala



Propriedades da camada - amazonia1_rgb321 | Informação

1 Informação do provedor

Nome	amazonia1_rgb321
Caminho	C:\amazonia1\amazonia1_rgb321.tif
SRC	EPSG:32723 - WGS 84 / UTM zone 23S - Proj
Extensão	-89952.0000000000000000,8903744.0000000000000000,934688.0000000000000000,9804416.0000000000000000
Unidade	metros
Largura	16010
Altura	14073
tipo de dado	Int16 - Inteiro de 16 bits com sinal
Descrição do driver	GTiff
GDAL	

TIPO DE DADO: NÚMERO INTEIRO DE 16 BITS SINALIZADO (INT16)

Figura 4. Analogia para entendimento acerca da escala de dados dos arquivos raster.

Amazonia-1: Valores Min/Max

Valores Mínimo/Máximo Estimados

- i** Ao abrir uma imagem Amazonia-1, é possível analisar as **estatísticas** para cada banda. Os indicadores estatísticos de maior relevância são estes: **Mínimo**, **Máximo**, **Média** e **Desvio Padrão**. Cada canal ou banda da imagem de satélite possui os seus próprios indicadores estatísticos, sendo que, na maioria dos casos, é preciso notar que estes valores são estimados.

Propriedades da camada - amazonia1_rgb321 | Informação

1 Informação do provedor

Nome	amazonia1_rgb321
Caminho	C:\amazonia1\amazonia1_rgb321.tif
SRC	EPSG:32723 - WGS 84 / UTM zone 23S - Proj
Extensão	-89952.0000000000000000,8903744.000000 934688.0000000000000000,9804416.000000
Unidade	metros
Largura	16010
Altura	14073
tipo de dado	Int16 - Inteiro de 16 bits com sinal 2
Descrição do driver	GTiff
Metadados do driver	GeoTIFF
Descrição do registro	C:/amazonia1/amazonia1_rgb321.tif
Compressão	

Banda 1

- STATISTICS_APPROXIMATE=YES
- STATISTICS_MAXIMUM=1023** **3**
- STATISTICS_MEAN=149.27695332094
- STATISTICS_MINIMUM=29**
- STATISTICS_STDDEV=123.2724065992
- STATISTICS_VALID_PERCENT=70.56

Banda 2

- STATISTICS_APPROXIMATE=YES
- STATISTICS_MAXIMUM=1023** **4**
- STATISTICS_MEAN=168.47739510281
- STATISTICS_MINIMUM=69**
- STATISTICS_STDDEV=104.74735423236
- STATISTICS_VALID_PERCENT=70.58

Banda 3

- STATISTICS_APPROXIMATE=YES
- STATISTICS_MAXIMUM=1023** **5**
- STATISTICS_MEAN=191.93140391081
- STATISTICS_MINIMUM=123**
- STATISTICS_STDDEV=108.18838297387
- STATISTICS_VALID_PERCENT=70.57

ESTATÍSTICAS DAS BANDAS

Imagens Amazonia-1 são entregues em **10 bit**, ou seja, $2^{10} = 1024$ cores, onde seus valores numéricos são alocados no Intervalo de Dados que vai de **0 a 1023 níveis de cinza**.

Ao carregar uma imagem pela primeira vez, o programa apresenta **cálculos estimados** para cada banda.

A Transformação

Radiométrica para a cenas Amazonia-1 depende dos valores reais dos indicadores **MINIMUM** e **MAXIMUM** para cada banda.

Os valores reais serão obtidos após o **cálculo das estatísticas do QGIS**.

Figura 5. Propriedades do Raster. Análise dos valores Mínimo e Máximo estimados para cada banda.

Cálculo das Estatísticas no QGIS



Figuras 6 a 9. QGIS Desktop: Procedimento para calcular as estatísticas da imagem Amazonia-1.

Cálculo das Estatísticas no QGIS - Análise dos Resultados



O cálculo da estatística pode demorar alguns minutos. Ele depende do tamanho físico e do total de bandas que o raster possui.

Se você executou corretamente todos os procedimentos descritos acima, será possível visualizar os valores Mínimo e Máximo reais para cada banda.

Anote os valores de cada banda, pois iremos utilizá-los no processo de transformação radiométrica.



Figura 10. Visualização dos valores reais para cada banda após o cálculo das estatísticas.

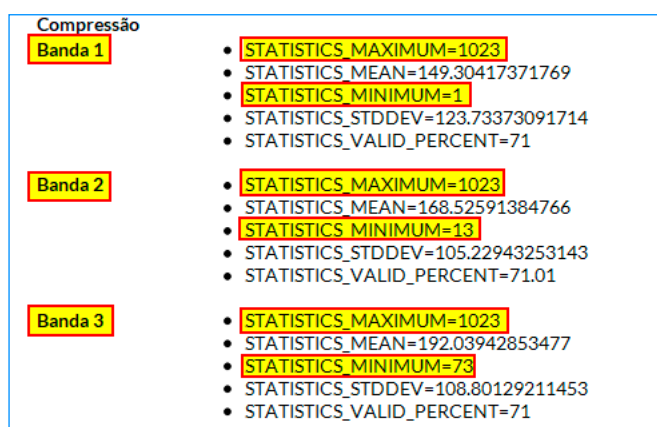


Figura 11. Indicadores estatísticos com os valores reais para cada banda.

OS VALORES MIN/MAX DETERMINAM O INTERVALO DE DADOS DO SATÉLITE

A banda 1 da cena Amazonia-1 que está sendo analisada possui o valor mínimo 1 e o valor máximo 1023. Isso indica que este dado bruto (imagem sem processamento) possui 1024 cores em uma escala que vai de 0 a 1023 níveis de cinza.

O valor máximo 1023 não pode ser alocado na escala de 8 bit, pois esta escala possui o valor mínimo igual a zero e o máximo igual a 255. Por esta razão, dados do Amazonia-1 sempre serão entregues em 16 Bit.

A banda 2 possui o valor mínimo 13 e o valor máximo 1023. A banda 3 possui o intervalo de 73 a 1023.

QGIS: Conversão Radiométrica

Parâmetro SCALE do gdal_translate

i A Conversão Radiométrica também é conhecida como **RESCALE**. Portanto, é preciso conhecer o parâmetro **-scale** do **gdal_translate** para aplicar o redimensionamento nas imagens Amazonia-1. Visitando o site do GDAL, existe a seguinte informação sobre este parâmetro:

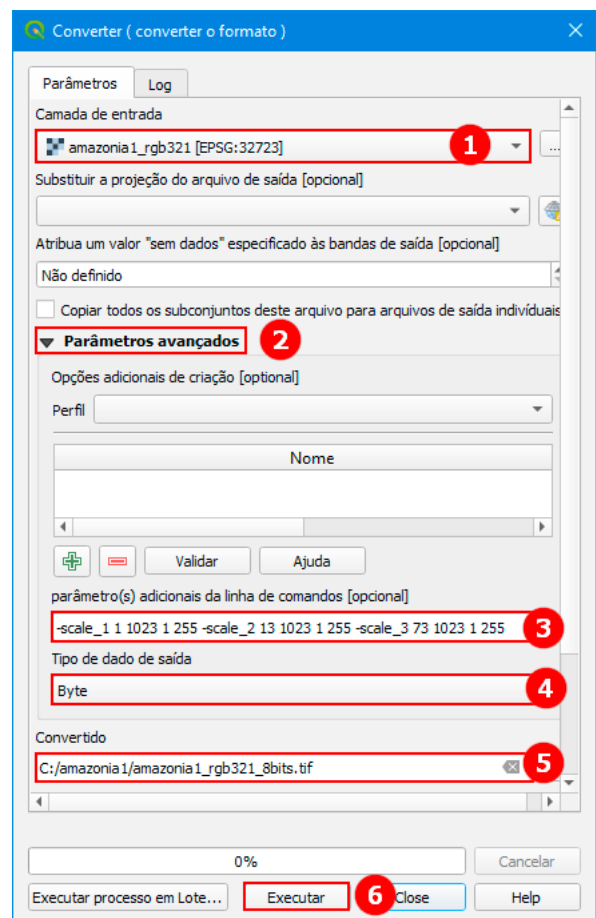
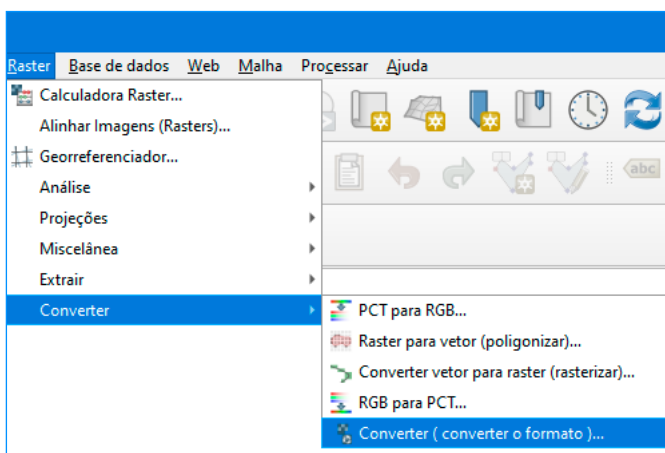
...-scale can be repeated several times... (e.g. "-scale_2" for the 2nd band of the output dataset) to specify the parameters of one or several specific bands.

Referência: https://gdal.org/programs/gdal_translate.html#cmdoption-gdal_translate-scale

Assim, para transformar o dado corretamente, você deve informar os intervalos para todas as bandas seguindo este exemplo:

► -scale_1 1 1023 1 255 → **Redimensiona a escala da Banda 1 para 1 - 255**
 ► -scale_2 13 1023 1 255 → **Redimensiona a escala da Banda 2 para 1 - 255**
 ► -scale_3 73 1023 1 255 → **Redimensiona a escala da Banda 3 para 1 - 255**

Clique no menu **Raster - Converter - Converter (Converter o Formato)**.



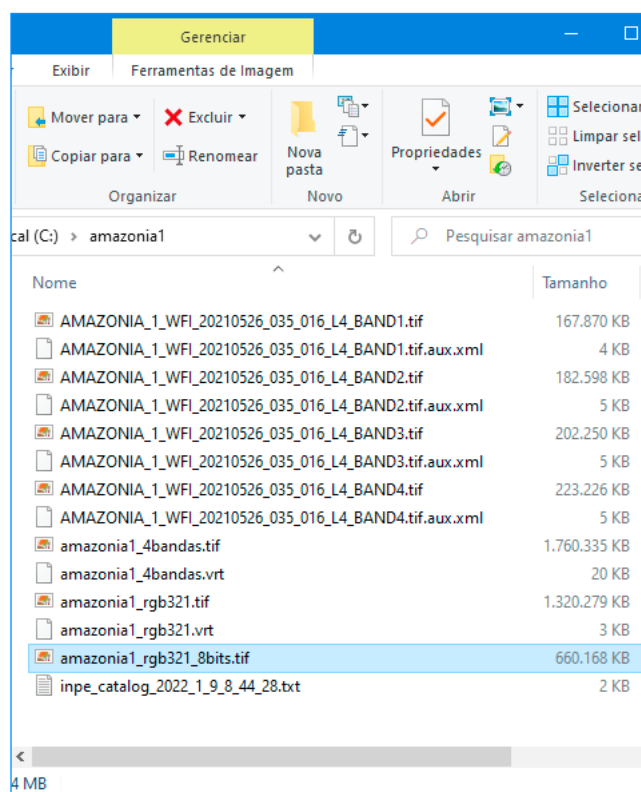
- 1 - Selecione a **imagem Amazonia-1**;
- 2 - Clique em **Parâmetros Avançados** para expandir as opções;
- 3 - Digite ou cole os **parâmetros da escala**. Os parâmetros do redimensionamento precisam ser inseridos em sequência;
- 4 - Modifique o Tipo de Dado para **Byte**;
- 5 - Informe um nome e um local de saída para o arquivo;
- 6 - Pressione o botão **Executar** e aguarde o término do processo.

Figuras 12 e 13. Passo a passo para transformação radiométrica no QGIS.

Resultado do Processo

Transformação de uma cena Amazonia-1 de 16 bit para 8 bit

i O redimensionamento da cena Amazonia-1 colorida com três bandas resultou na criação de um raster com redução de 1,25 GB para 644 MB de tamanho físico (lembrando: esta é uma comparação entre imagens que não sofreram compactação).



Informação do provedor	
Nome	amazonia1_rgb321_8bits
Caminho	C:\amazonia1\amazonia1_rgb321_8bits.tif
SRC	EPSG:32723 - WGS 84 / UTM zone 23S - Projetado
Extensão	-89952.000000000000000000,8903744.000000000000,934688.000000000000000000,9804416.000000000000
Unidade	metros
Largura	16010
Altura	14073
tipo de dado	Byte - Inteiro de 8 bits sem sinal
Descrição do driver GDAL	GTiff
Metadados do driver GDAL	GeoTIFF
Descrição do registro	C:/amazonia1/amazonia1_rgb321_8bits.tif
Banda 1	- STATISTICS_MAXIMUM=255 - STATISTICS_MEAN=37.88243342165 - STATISTICS_MINIMUM=1 - STATISTICS_STDDEV=30.749912491026 - STATISTICS_VALID_PERCENT=71
Banda 2	- STATISTICS_MAXIMUM=255 - STATISTICS_MEAN=40.065198727212 - STATISTICS_MINIMUM=1 - STATISTICS_STDDEV=26.477276265222 - STATISTICS_VALID_PERCENT=71.01
Banda 3	- STATISTICS_MAXIMUM=255 - STATISTICS_MEAN=32.8306298997 - STATISTICS_MINIMUM=1 - STATISTICS_STDDEV=26.088748100802

Figuras 14 e 15. O tamanho físico da cena Amazonia-1 foi reduzido para 644 MB na escala de 8 bit.



Figura 16. Aspecto visual da cena Amazonia-1 em 8 bit, composição RGB em cores verdadeiras.

Inscreve-se no Canal ***InstrutorGIS no YouTube***

e acompanhe as
novidades que estamos
produzindo para 2022!



www.youtube.com/c/instrutorgis