

## Atividade Prática – Laboratório Virtual

### 1.1 Descrição da atividade

Analisar e processar imagens dos satélites GOES-13 e METEOSAT-10 utilizando o software gratuito **ILWIS (Integrated Land and Water Information System)**, verificando na prática os conceitos abordados em aula.

### 1.2 Objetivos

- a) Analisar as propriedades de uma imagem:
  - Número de linhas e colunas
  - Tamanho de pixel
  - Sistema de coordenadas geográficas
  - Extensão espacial
- b) Extrair informações de cada pixel, aplicando operações matemáticas básicas para conversão entre unidades;
- c) Interpretação física dos valores obtidos para diferentes bandas espectrais em diferentes regiões (solo, oceano, nuvem e outros);

### 1.3 Descrição das imagens

**Plataforma:** Satélite GOES-13 (Geostationary Operational Environmental Satellite)

**Elementos orbitais:** Órbita geoestacionária, 75° Oeste

**Sensor:** GOES Imager

**Formato das imagens fornecidas:** GeoTIFF

**Resolução espacial das imagens fornecidas:** 4 km

Tabela 1: Imagens GOES-13 disponibilizadas no Moodle

Imagens (arquivo)	Tipo de dado	Área geográfica	Região espectral	Comprimento de onda (µm)
INPE_SAV_YYYYMMDDHHMN.tif	Albedo (0-100% * 100)	América do Sul	Visível	0.52 a 0.71
INPE_SAV_YYYYMMDDHHMN.jpg	Imagem JPEG			
INPE_SAI_YYYYMMDDHHMN.tif	Temperatura de brilho (Kelvin * 100)		Infravermelho Janela	10.2 a 11.2
INPE_SAI_YYYYMMDDHHMN.jpg	Imagem JPEG			
INPE_SAW_YYYYMMDDHHMN.tif	Temperatura de brilho (Kelvin * 100)		Vapor d'água	5.77 a 7.33
INPE_SAW_YYYYMMDDHHMN.jpg	Imagem JPEG			
NOAA_FDV_YYYYMMDDHHMN.tif	Escala de cinza (0-255)	Full-Disk (Américas)	Visível	0.52 a 0.71

Para maiores informações sobre o satélite GOES, visite: <http://goes.gsfc.nasa.gov/text/goes.databookn.html>

Para maiores informações sobre o formato GeoTIFF, visite: [www.cprm.gov.br/publique/media/geotiff.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/geotiff.pdf)

**Plataforma:** Satélite METEOSAT-10

**Elementos orbitais:** Órbita geoestacionária, 0°

**Sensor:** SEVIRI (Spinning Enhanced Visible and Infrared Imager)

**Formato das imagens fornecidas:** GeoTIFF

**Resolução espacial das imagens fornecidas:** 3 km



**Tabela 2: Imagens METEOSAT-10 disponibilizadas no Moodle**

Imagens (arquivo)	Tipo de dado	Área geográfica	Região espectral	Comprimento de onda (µm)
MSG_VIS06_A_YYYYMMDDHHMN.tif	Reflectância (0-1)	Full Disk (África, Europa e partes da América do Sul, América do Norte e Ásia)	Visível	0.56 a 0.71
MSG_VIS06_B_YYYYMMDDHHMN.tif	Escala de cinza (0-255)		Visível	0.56 a 0.71
MSG_VIS08_A_YYYYMMDDHHMN.tif	Reflectância (0-1)		Visível	0.74 a 0.88
MSG_VIS08_B_YYYYMMDDHHMN.tif	Escala de cinza (0-255)		Visível	0.74 a 0.88
MSG_NIR16_A_YYYYMMDDHHMN.tif	Reflectância (0-1)		Infravermelho Próx.	1.50 a 1.78
MSG_NIR16_B_YYYYMMDDHHMN.tif	Escala de cinza (0-255)		Infravermelho Próx.	1.50 a 1.78
MSG_IR108_A_YYYYMMDDHHMN.tif	Temperatura de Brilho (K)		Infravermelho	9.80 a 11.80

Para maiores informações sobre o satélite METEOSAT, visite:

<http://www.eumetsat.int/website/home/Satellites/CurrentSatellites/Meteosat/index.html>

Para maiores informações sobre canais e composições utilizando dados do satélite METEOSAT, visite:

[http://oiswww.eumetsat.org/WEBOPS/msg\\_interpretation/msg\\_channels.php](http://oiswww.eumetsat.org/WEBOPS/msg_interpretation/msg_channels.php)



## 1.4 Preparação para as atividades

**1.4.1 - Download e instalação do software:** Baixe o software ILWIS no link <http://52north.org/downloads/ilwis/ilwis-3-08-04/ilwis-3-08-04-package>, e extraia o arquivo executável “*setup.exe*” no computador local.

**Usuários Linux:** O software ILWIS pode ser utilizado através do **WINE**. Maiores informações em: <http://ilwis.forum.52north.org/Ilwis-Ilwis-with-Linux-td2552583.html>

**Nota:** No desenvolvimento do tutorial, a última versão disponível era a 3.08.04. Verifique se uma nova versão foi disponibilizada no link: <http://52north.org/downloads/ilwis>

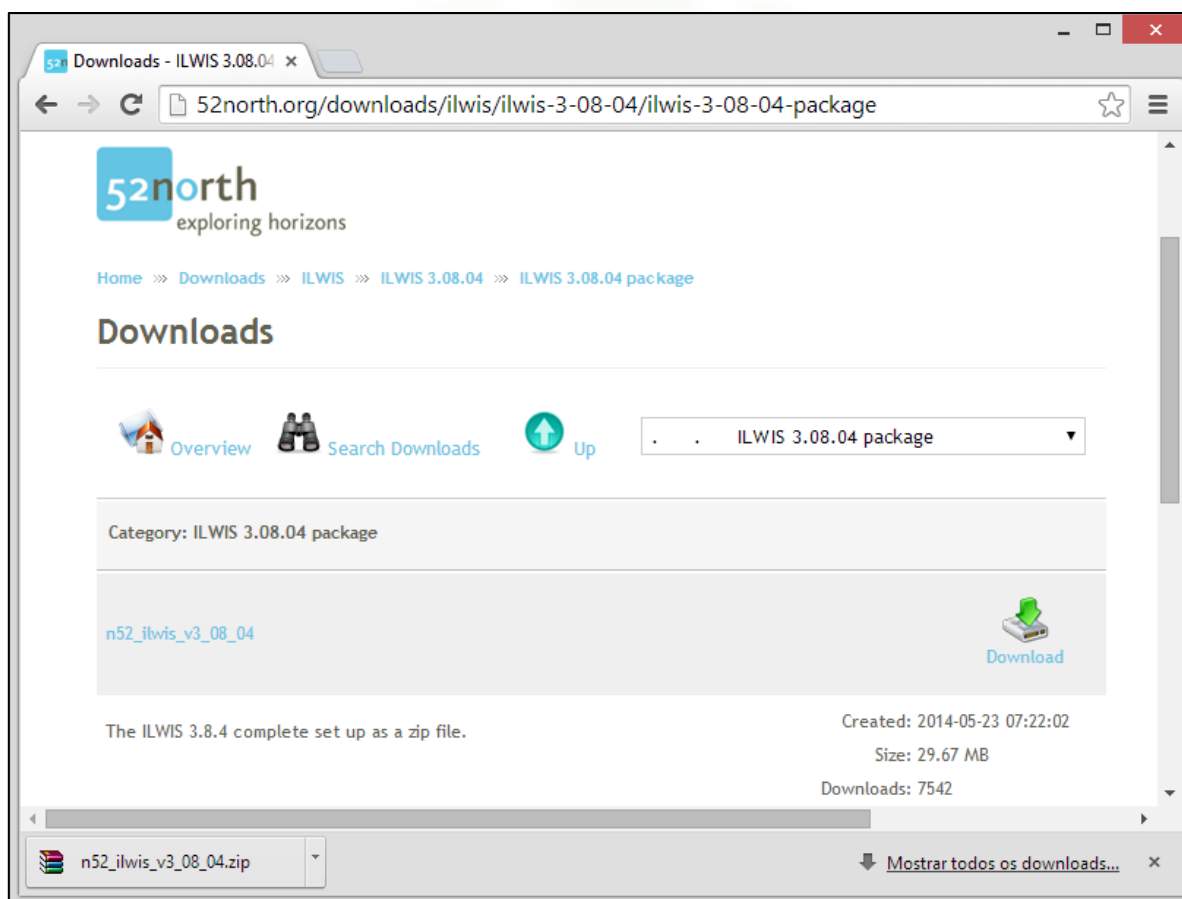


Figura 1: Página de download do software ILWIS

Siga o procedimento padrão de instalação no Windows. Após a instalação, com as opções padrão, o programa estará localizado em “*C:\Program Files (x86)\n52\ILWIS38*”.

**1.4.2 – Download dos arquivos de aula:** Baixe o arquivo do link “*Material VLAB\_DSA*” da página do Moodle da DSA.

Link: <http://poapem.cptec.inpe.br/moodle/mod/resource/view.php?id=857>

**Sugestão:** Crie uma pasta de trabalho no diretório “*C:\*” chamada “**VLAB**”, e extraia as imagens do arquivo “*VLAB\_DSA.rar*”. A partir de agora essa pasta será referida como **pasta de trabalho** no tutorial.

Nome	Tipo	Tamanho
INPE_SAI_201408051300	Imagem JPEG	667 KB
INPE_SAI_201408051300	Imagem TIFF	6.268 KB
INPE_SAV_201408051300	Imagem JPEG	599 KB
INPE_SAV_201408051300	Imagem TIFF	6.268 KB
INPE_SAW_201408051300	Imagem JPEG	570 KB
INPE_SAW_201408051300	Imagem TIFF	6.268 KB
MSG_IR108_A_201402261200	Imagem TIFF	53.883 KB
MSG_NIR16_A_201402261200	Imagem TIFF	53.738 KB
MSG_NIR16_B_201402261200	Imagem TIFF	13.453 KB
MSG_VIS06_A_201402261200	Imagem TIFF	53.738 KB
MSG_VIS06_B_201402261200	Imagem TIFF	13.453 KB
MSG_VIS08_A_201402261200	Imagem TIFF	53.738 KB
MSG_VIS08_B_201402261200	Imagem TIFF	13.453 KB
NOAA_FDV_201308051745	Imagem TIFF	224.593 KB

Figura 2: Imagens fornecidas, após a extração na pasta de trabalho

**1.4.3 – Janela principal e pasta de trabalho:** Execute o programa, e selecione a pasta de trabalho criada no passo anterior. Você pode localizar a pasta no próprio navegador da janela principal, ou na barra de ferramentas superior, clicando no ícone [New Catalog] e navegando até a pasta criada (no passo anterior, “C:\VLAB”)

As imagens extraídas no passo anterior não serão mostradas, pois ainda não as importamos para o formato aceito pelo ILWIS.

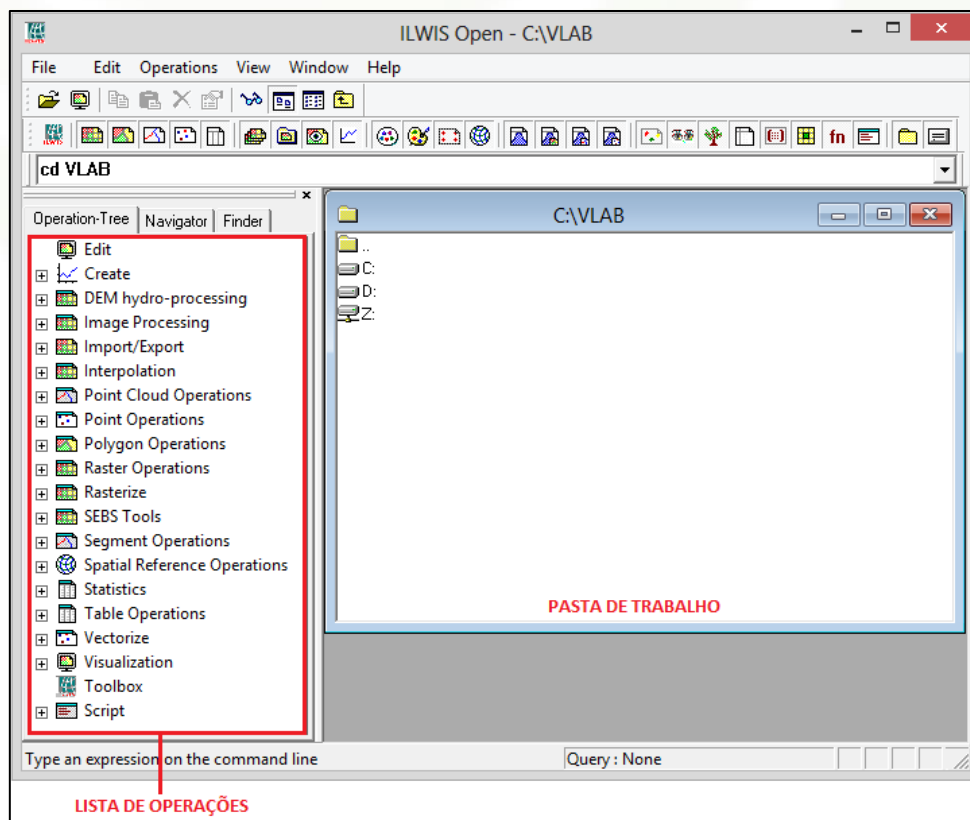


Figura 3: Janela principal do software ILWIS



#### 1.4.4 - Importando o primeiro arquivo:

Na janela principal, após navegar até a pasta de trabalho (ex.: **C:\VLAB**), na Lista de Operações (*Operation-Tree*) selecione **“Import / Export”** -> **“Import via GDAL\*”**. A janela **“Import”** será aberta.

Na janela **“Import”**, na lista de itens, clique **uma vez** sobre **“INPE\_SAV\_201408051300.tif”**, selecione um nome para o arquivo (no exemplo abaixo, colocamos o mesmo nome original), habilite a opção **“Convert to ILWIS data format”**, e clique em **“OK”**.

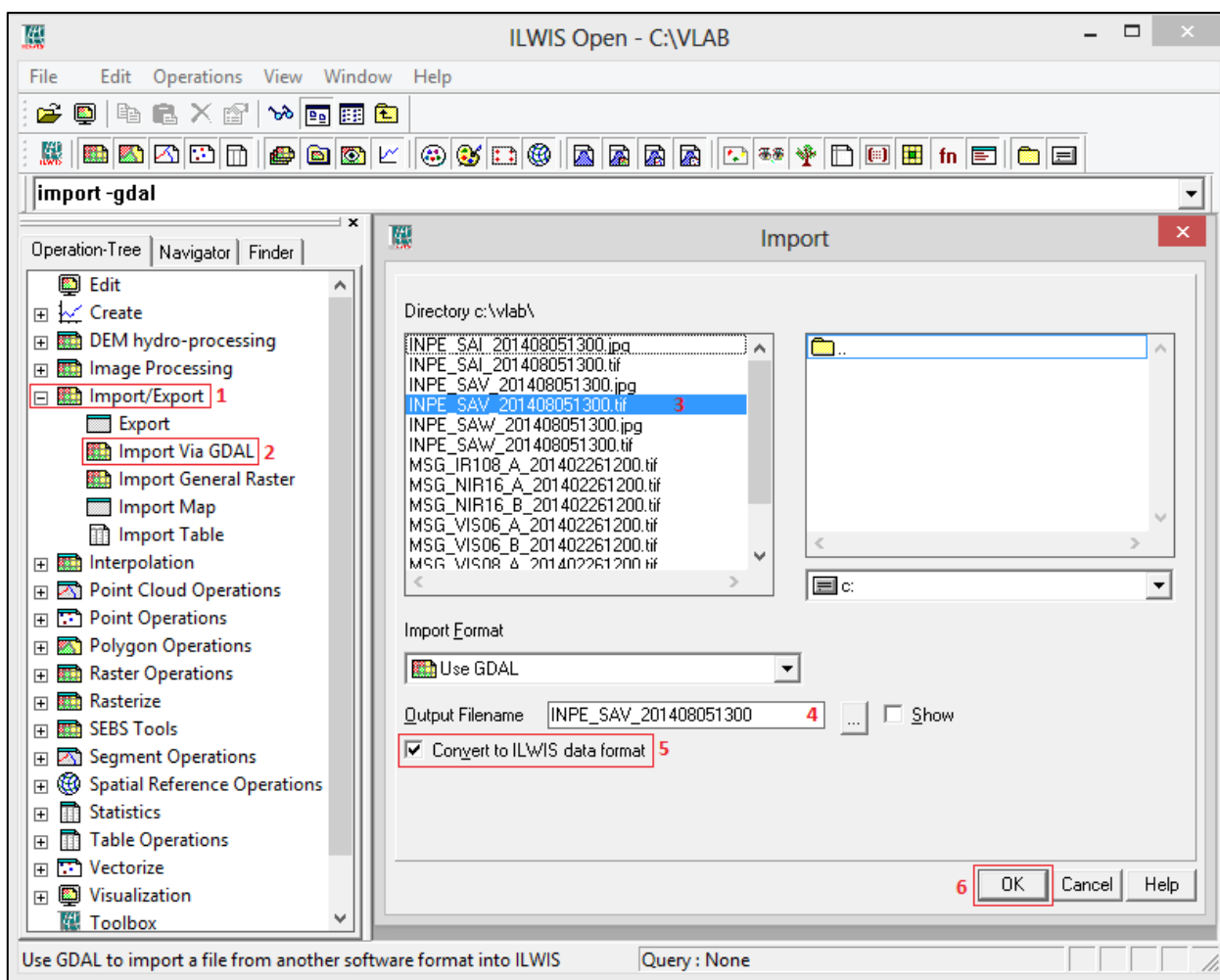


Figura 4: Sequência para importação de arquivo

O arquivo importado aparecerá na pasta de trabalho.

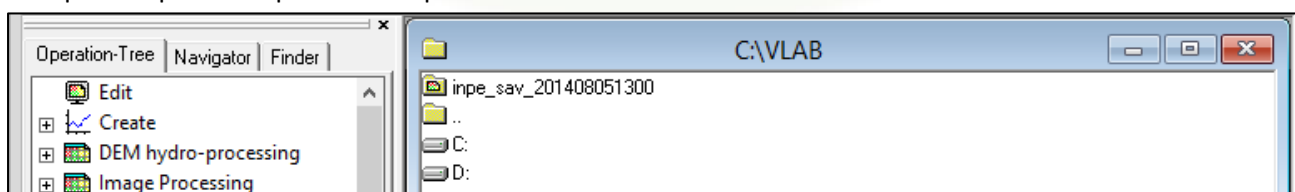
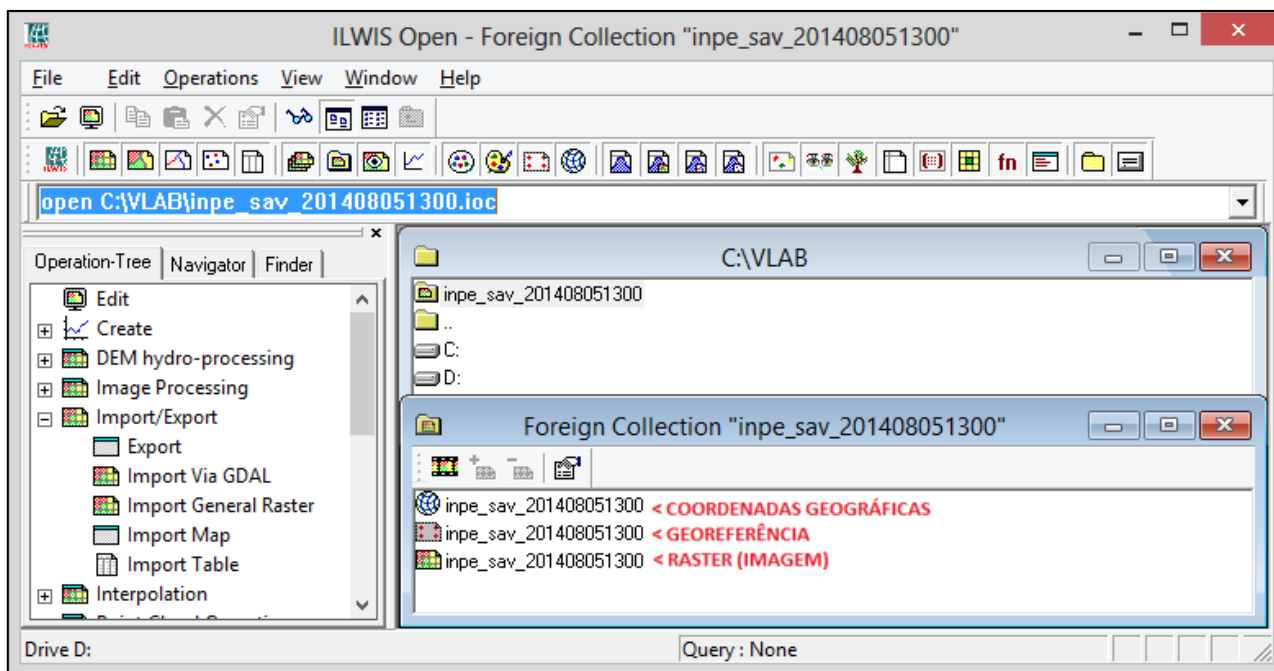


Figura 5: Arquivo GeoTIFF importado com sucesso



Ao clicar duas vezes no arquivo importado, uma nova janela será aberta, mostrando seu conteúdo (três arquivos):




**Figura 6: Conteúdo do arquivo importado**

A partir desse ponto estamos prontos para iniciar as atividades propostas.



## 1.5 Atividades

### Atividade 1 - Analisar as propriedades de uma imagem, antes de abri-la

Ao abrir o arquivo de **Coordenadas Geográficas** (ícone ) da imagem **"INPE\_SAV\_201408051300"** importada no passo anterior, obtemos as seguintes informações:

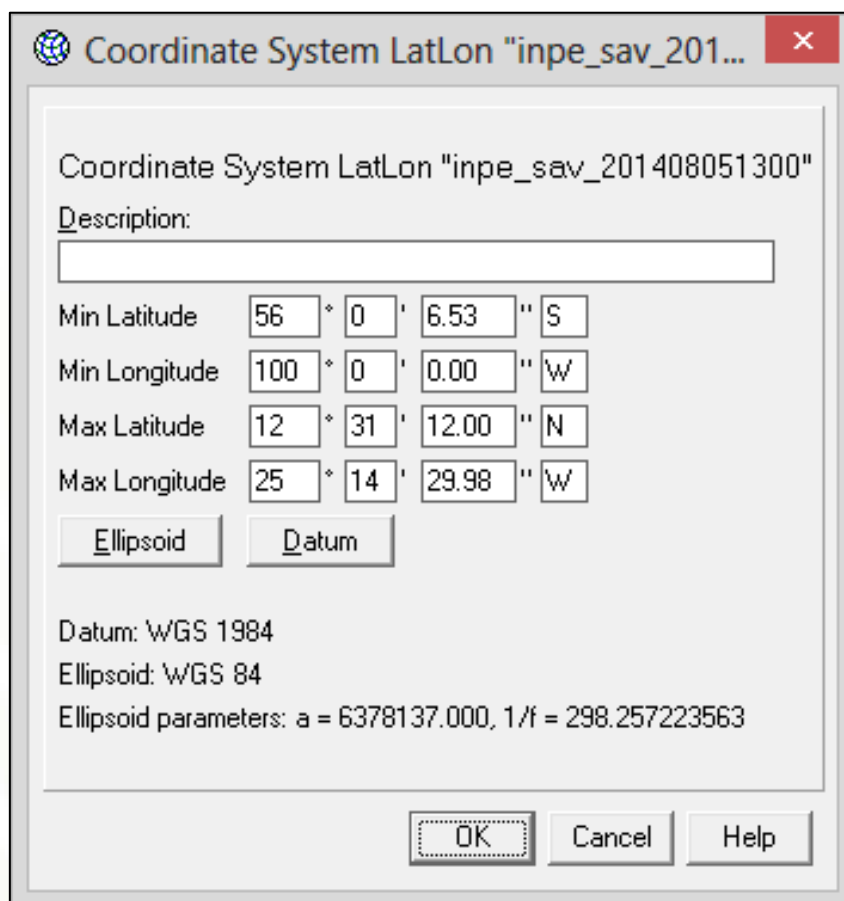


Figura 7: Conteúdo do arquivo de coordenadas geográficas

**1ª Informação - Latitudes e Longitudes máximas e mínimas:** Graus (°), Minutos (') e Segundos (") / Norte (N), Sul (S), Leste (E) e Oeste (W):

Para esta imagem, temos:

**Latitude mínima:** 56° 0' 6.53" S = 56,001814° S ou - 56,001814°

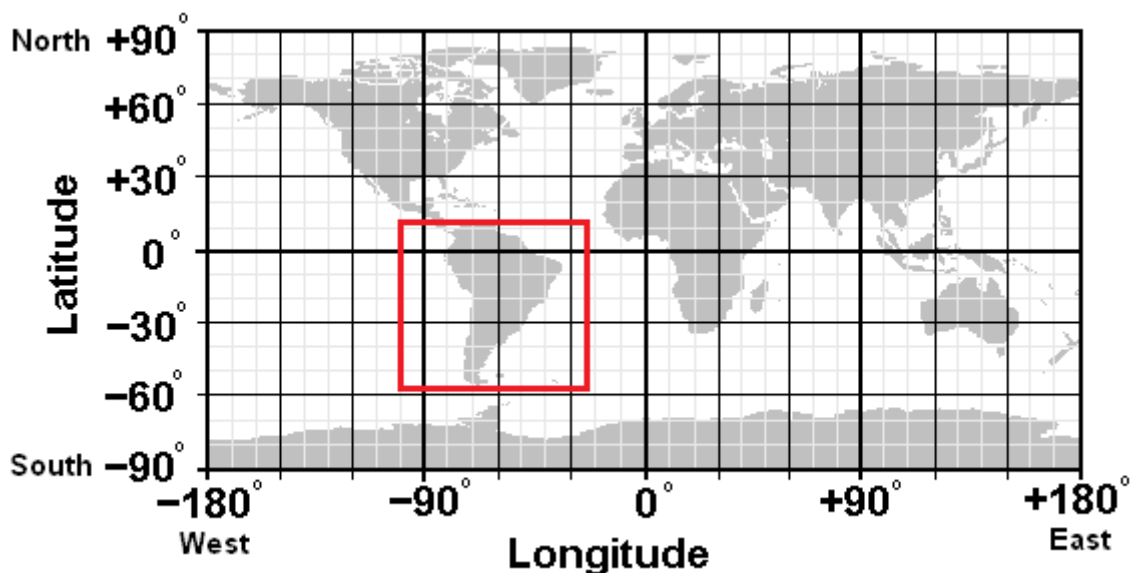
**Latitude máxima:** 12° 31' 12" N = 12,52° N ou + 12,52

**Longitude mínima:** 100° 0' 0" W = 100 W ou - 100°

**Longitude máxima:** 25° 14' 29,98" W = 25,241661° W ou - 25,241661

Portanto, a posição geográfica aproximada da figura importada, será:





www.satsig.net

**Figura 8: Latitudes e longitudes do globo e posição aproximada da imagem importada**  
**Obs:** A imagem acima é representativa, não é gerada pelo software ILWIS.

Para converter graus e minutos para um valor decimal, utilize:

$$\text{Valor decimal} = \text{graus} + (\text{minutos}/60) + (\text{segundos}/3600).$$

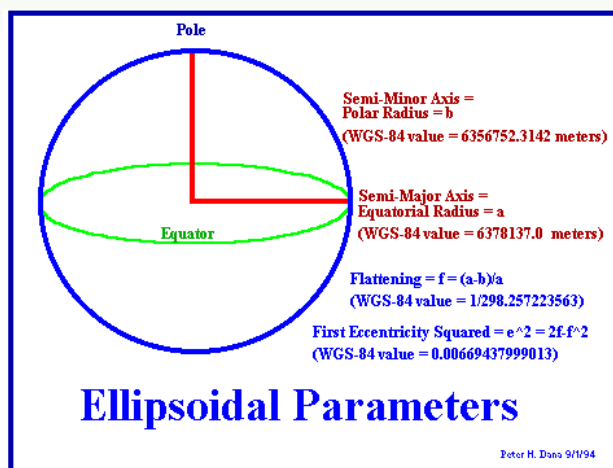
### 2º Informação – Datum WGS 1984 e Elipsoid WGS 84:

Outra informação obtida é o sistema geográfico de coordenadas global utilizado, o WGS 1984. WGS84 é a sigla para World Geodetic System 84 (o que significa Sistema Geodésico Mundial 1984). É um padrão de geodesia, cartografia e navegação, que data de 1984. O erro de cálculo é estimado em 2 cm, e por esse motivo o Sistema de Posicionamento Global (GPS) é baseado no WGS84. Trata-se de um padrão tridimensional matemático que representa a Terra por um elipsóide, um corpo geométrico mais regular do que a Terra.

Para maiores informações sobre o modelo matemático da Terra WGS 84, visite:

- <http://earth-info.nga.mil/GandG/publications/tr8350.2/wgs84fin.pdf>
- [http://home.online.no/~sigurdhu/WGS84\\_Eng.html](http://home.online.no/~sigurdhu/WGS84_Eng.html)

### 3º Informação - Parâmetros da elipsoide do sistema WGS 84:



**Figura 9: Parâmetros da elipsoide no sistema WGS 84**





Parâmetros informados pelo ILWIS:


**Raio Equatorial (a): 6378137.0 metros**

**1 / achatamento (f): 298.257223563**

Portanto  $f = 1 / 298.257223563 = 0,0033528106647475$

Como  $f = (a - b) / a = (1 - f) * a$

**Raio Polar (b) = a - (f \* a) = 6356752.3142 metros**

Clique com o **botão direito** no arquivo de **Georeferência** (ícone ) da imagem "INPE\_SAV\_201408051300.tif". Na **janela de opções**, clique em "Properties".

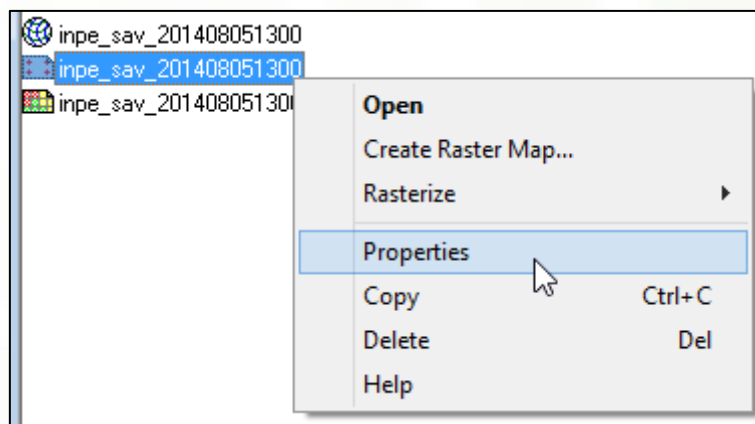


Figura 10: Conteúdo do arquivo de georeferência

Além de algumas das informações anteriores, obtemos as seguintes informações:

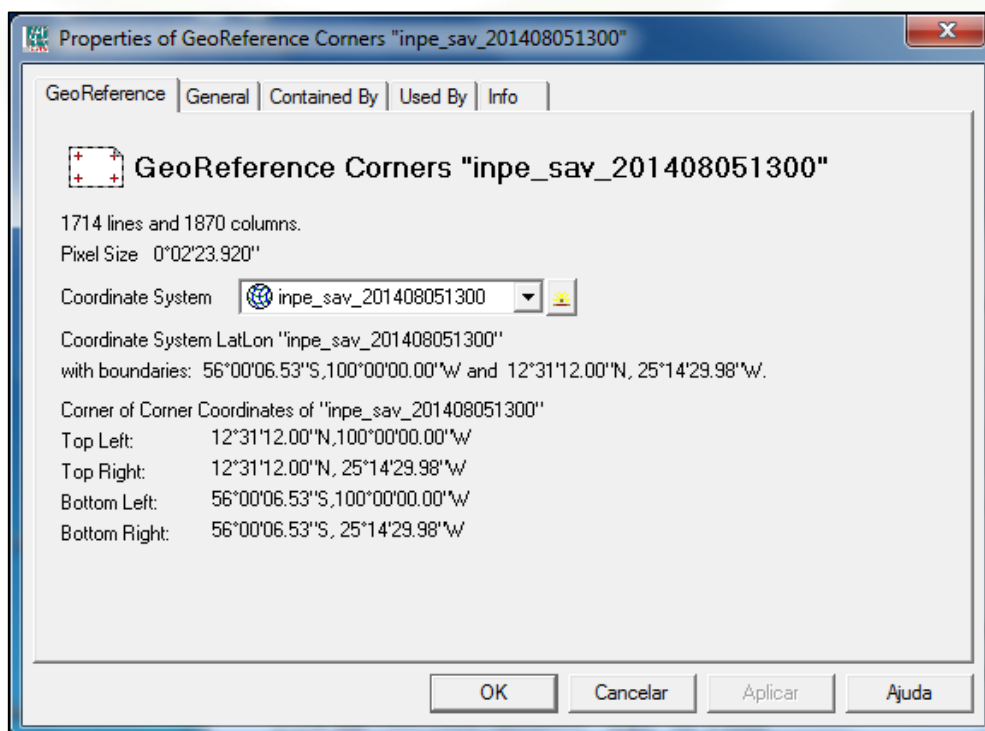


Figura 10: Conteúdo do arquivo de georeferência



**4ª Informação – Número de linhas e colunas da imagem importada:**

Para essa imagem, temos **1714 linhas (latitude)** e **1870 colunas (longitude)**, totalizando **3205180 pixels** (1714 x 1870).

**5ª Informação – Tamanho do píxel:**

Para essa imagem, a cobertura espacial dos píxels é de **0° 02' 23,92" x 0° 02' 23,92"**.

Através do modelo WGS 84 visto no passo anterior, sabemos que:

Raio Equatorial = 6378137 m = 6378,137 km

Circunferência Equatorial =  $2 * \pi * r = 40075,01669$  km

Portanto, no Equador:

Cada grau =  $(40075 / 2) / 180 = 111,3194908$  km

Cada minuto =  $(111,3194 / 60) = 1,855324847$  km

Cada segundo =  $(1,8553 / 60) = 0,03092208$  km

**0° 02' 23,92"** =  $0 \text{ km} + 2 * 1,855324847 \text{ km} + 23,92 * 0,03092208 \text{ km} = 3,710649694 + 0,739656153$


**0° 02' 23,92"** = 4,450305848 km

$1870 * 4,450305848 = \mathbf{8322,071935 \text{ km}}$

**Conclusão:** Essa imagem cobre uma extensão longitudinal de **8322,071935 km** no equador, entre **100° W** e **25,24° W**.

Como a Terra não é uma esfera perfeita, o diâmetro varia entre latitudes, e não podemos usar o mesmo cálculo para latitudes além da linha do equador. No entanto, podemos utilizar a ferramenta "Distance Measurer" do ILWIS, discutida nas atividades posteriores.

## Atividade 2 – Extraindo informações de cada pixel

Abra o arquivo Raster “**inpe\_sav\_201408051300**” (ícone ) , clicando duas vezes sobre o arquivo. Uma nova janela de visualização será aberta:

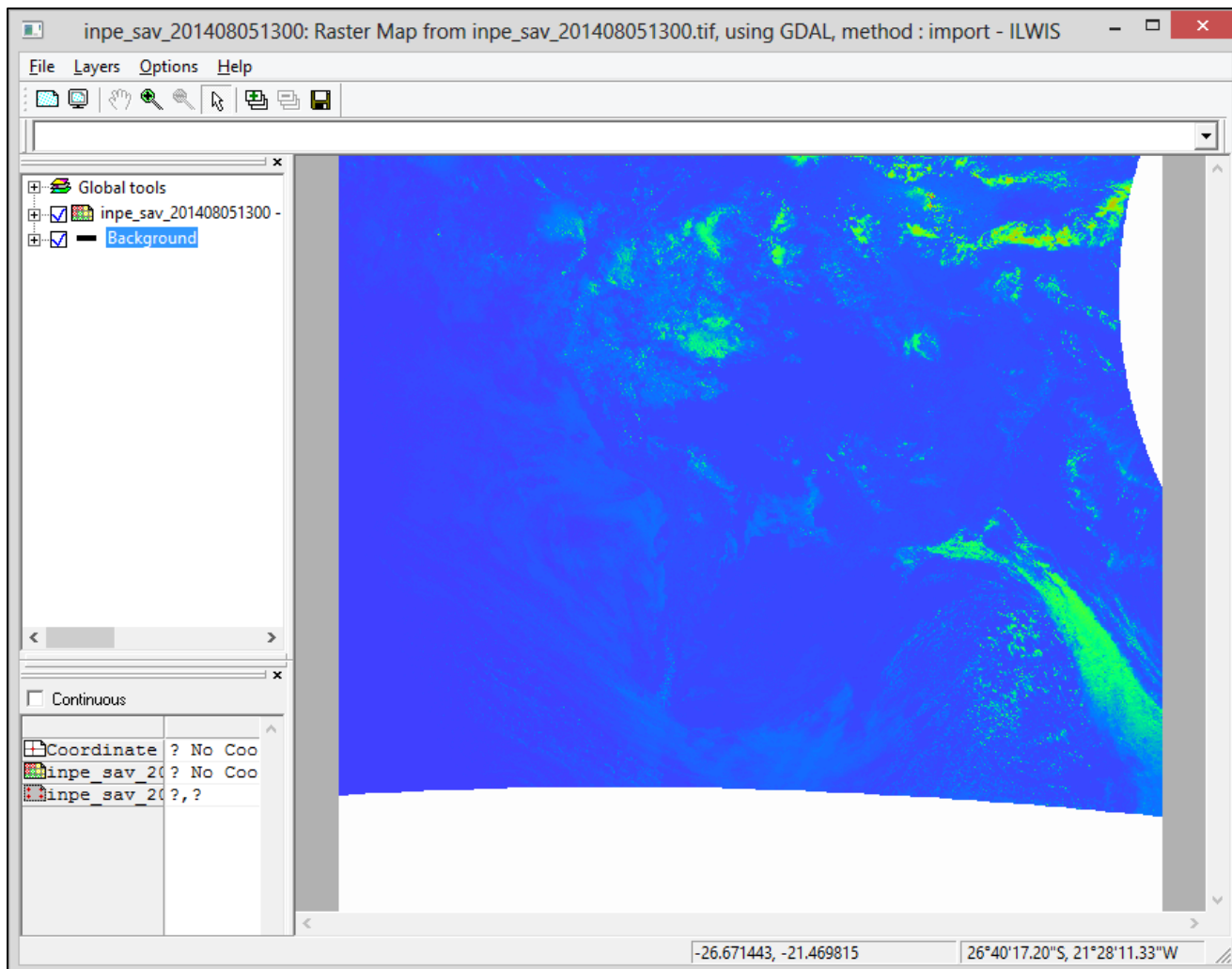


Figura 11: Janela de visualização / processamento do arquivo Raster

Para uma melhor visualização da imagem, mudaremos a **representação** das informações, modificando a paleta de cores. Mudaremos de “PSEUDO” para “FINEGRAY”.

Expanda a camada “**inpe\_sav\_201408051300**”, clicando no “+” ao lado da mesma. Dentro dos itens da camada “**inpe\_sav\_201408051300**”, expanda o item “**Display Tools**”, expanda o item “**Portrayal**”, dê dois cliques em “**Representation**”. A janela “Set Representation” será aberta. Em “**Representation**”, escolha a opção “**FINEGRAY**” e clique em “**Apply**”. A paleta de cores será modificada. Clique em “**Close**”.



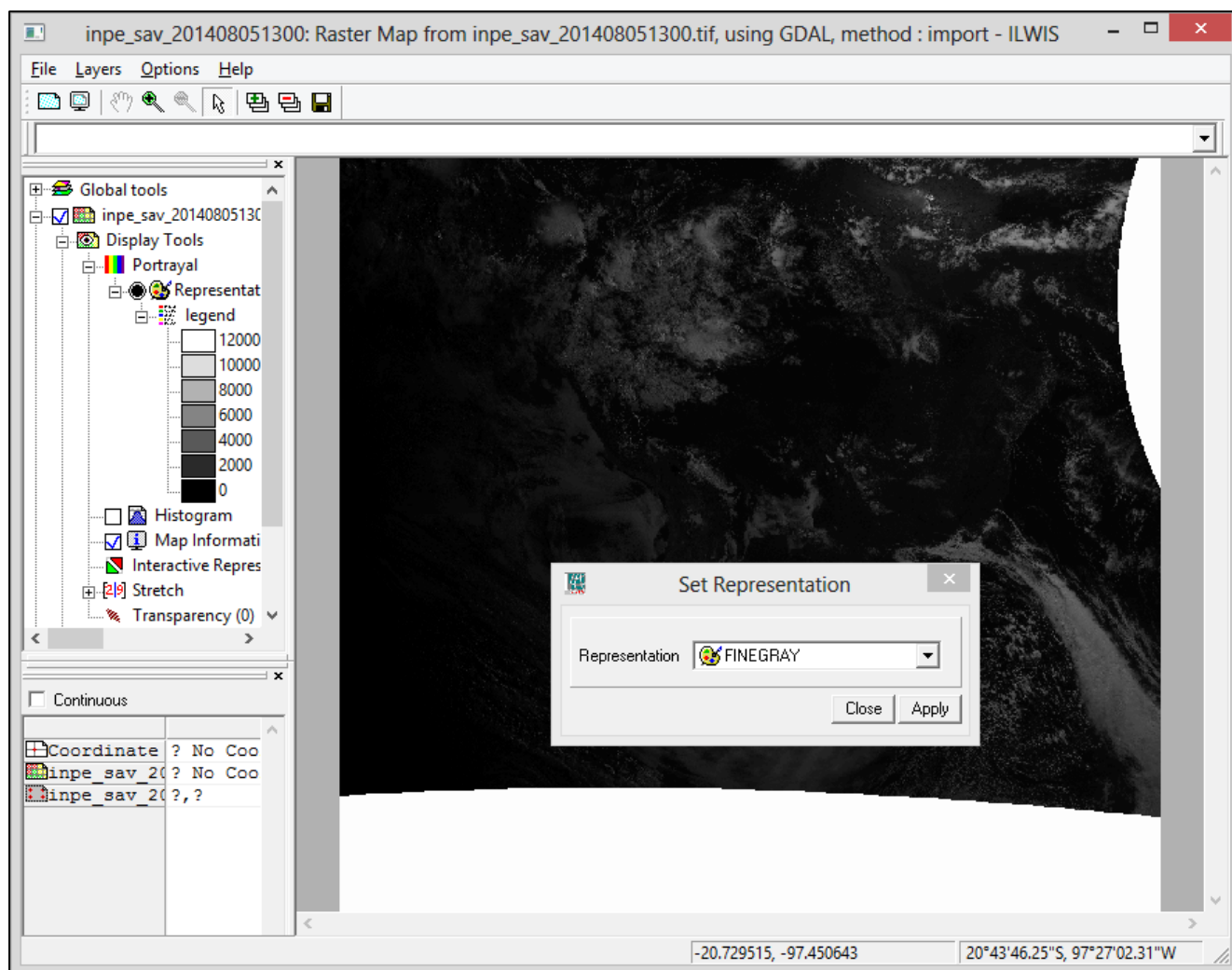


Figura 12: Paleta de cores modificada para melhor visualização

### Zoom e Pan

Para aplicar zoom ou pan na imagem, clique com o botão direito sobre a área de visualização, e escolha uma das seguintes opções:

**Zoom In (Ctrl + I):** Aumenta o zoom na área clicada ou selecionada. Após escolher essa opção, o ícone do cursor será substituído por uma lupa. Com um clique, será aplicado zoom centralizado no ponto escolhido. Caso deseje dar zoom em uma área específica, após selecionar essa opção, com o botão esquerdo, selecione a área desejada.

**Zoom Out (Ctrl + O):** Diminui o zoom

**Pan:** Após selecionado, o cursor será substituído por uma mão. Essa opção permite navegar pela área de zoom.

**Entire Map (Ctrl + E):** Ao selecionar essa opção, a janela de visualização mostra o mapa completo.

### Basemaps

Para facilitar a interpretação da imagem, adicionaremos um “basemap”. Clique em **“Layers” -> “Add Layer”**. A janela **“Add Data Layer”** será aberta. Localize a pasta **“basemaps”** (no exemplo abaixo, está em: **“c:\program files (x86)\n52\ilwis38\system\basemaps”**) e importe o arquivo **“country\_boundaries”**.



**ATENÇÃO:** A localização pode variar de acordo com o diretório escolhido no momento da instalação do programa.

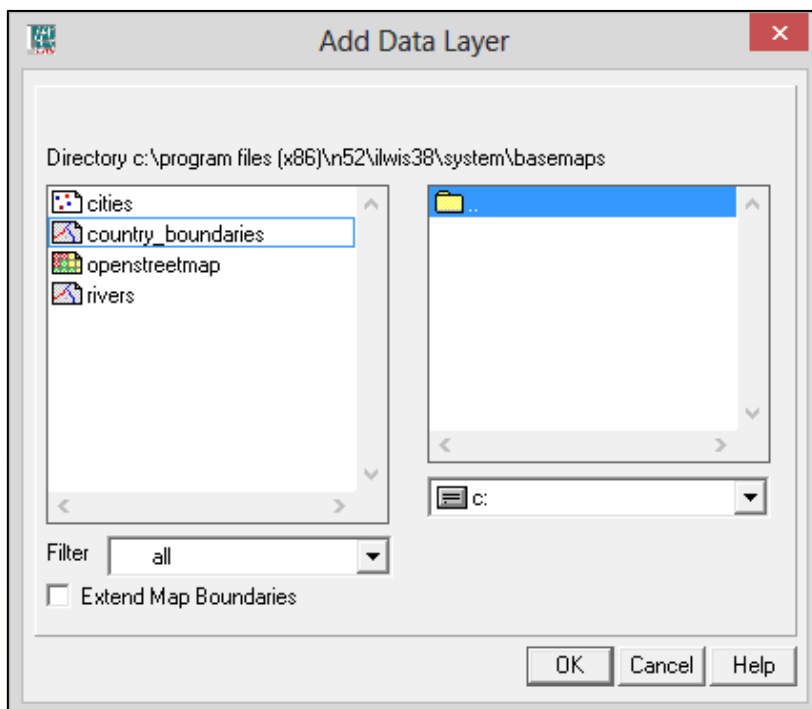


Figura 13: Janela de importação de camada

O camada de países será adicionada à visualização:

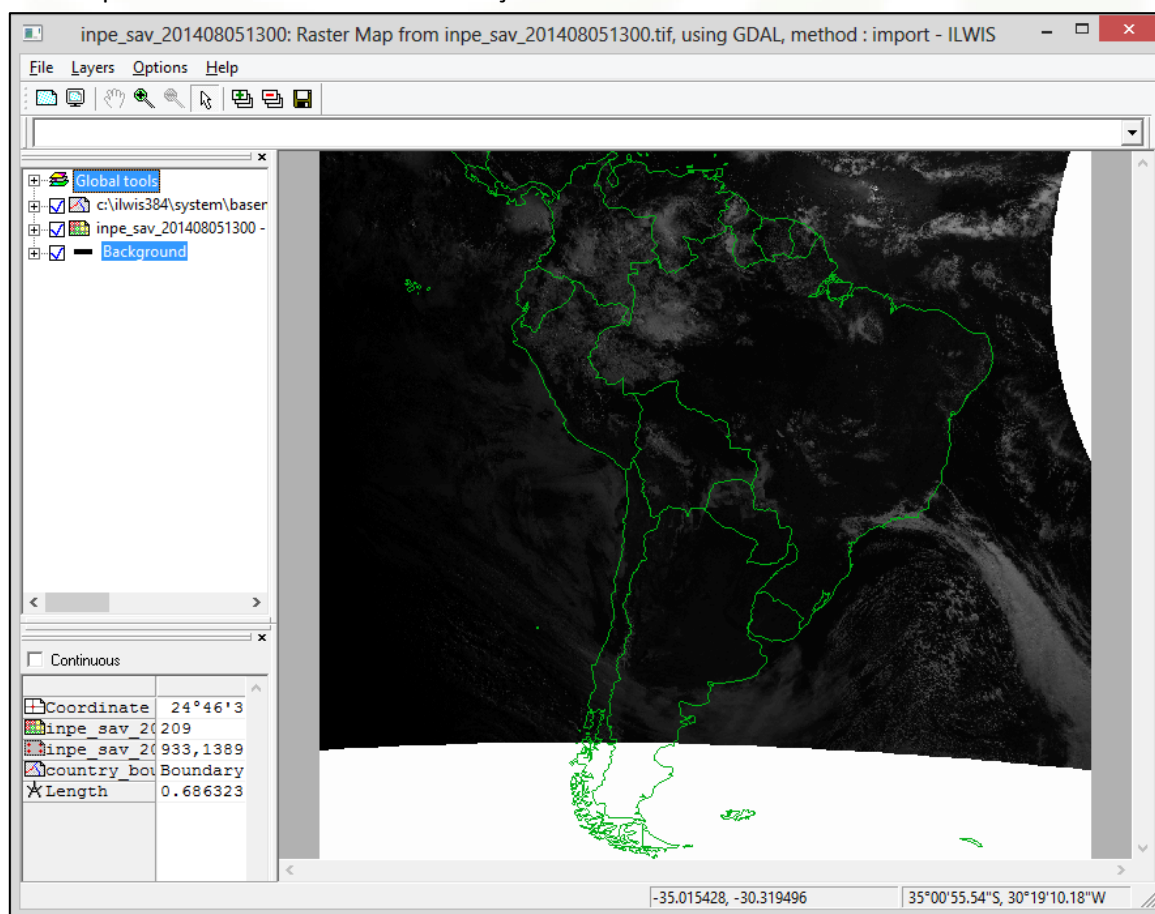


Figura 14: Camada de países adicionada à imagem

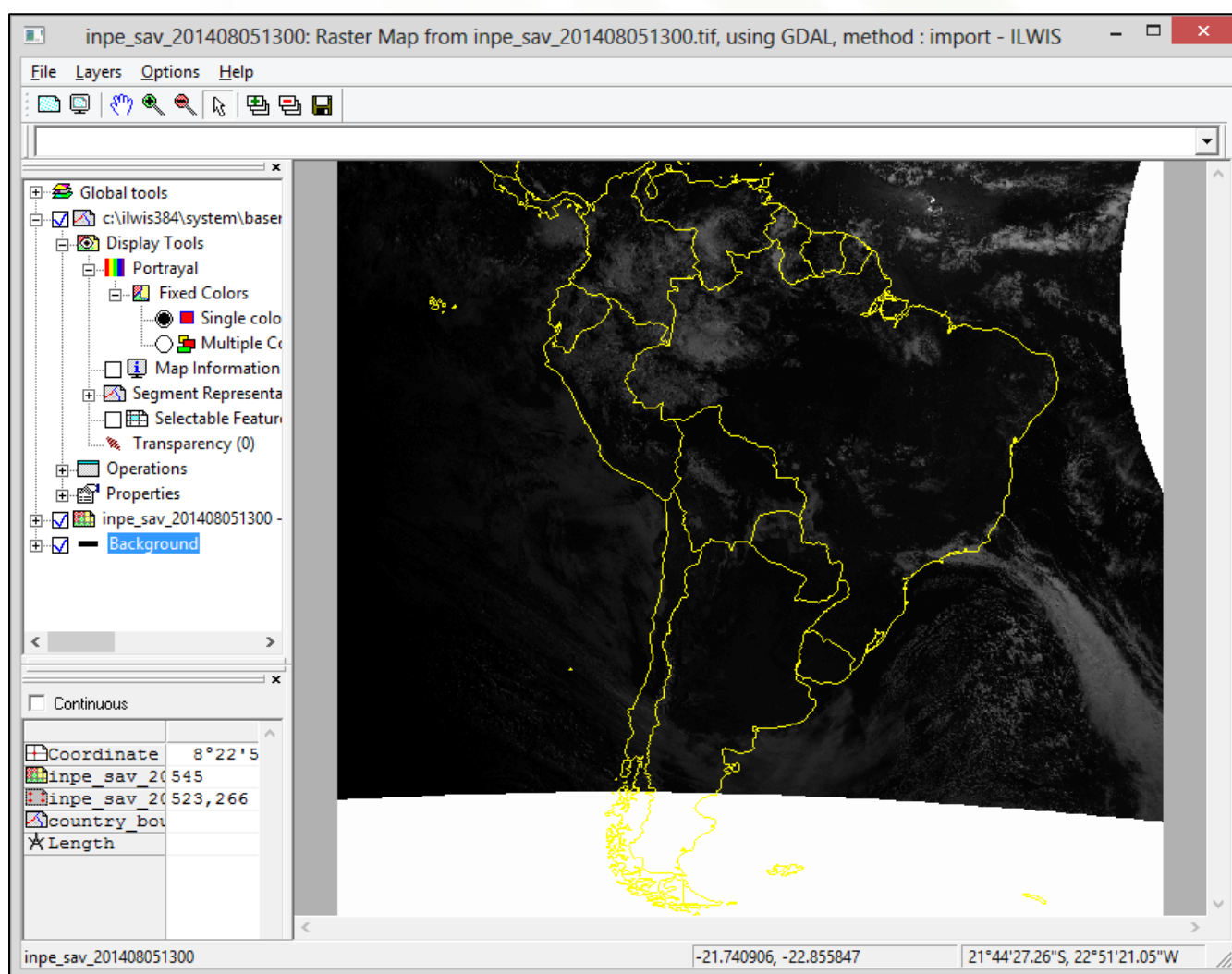


Agora temos 4 camadas na visualização:

- **Global Tools** (Ferramentas globais);
- **c:\ilwis384\system\basemaps\country\_boundaries** (a delimitação dos países, que acabamos de adicionar);
- **inpe\_sav\_201406261200** (a imagem);
- **Background** (configurações do fundo da visualização).

A camada de países pode ser customizada. Para exemplificar uma configuração, mudaremos a cor do contorno. Clique no **“+”** ao lado da camada **“country\_boundaries”** para expandir e mostrar as opções de camada. Dentro dos itens da **“country\_boundaries”**, expanda o item **“Display Tools”**, expanda o item **“Portrayal”**, expanda o item **“Fixed Colors”**, e dê dois cliques em **“Single color”**. Em **“Draw color”**, escolha a cor **“Yellow”** (ou outra à escolha) e clique em **“Apply”**. Ainda em **“Portrayal”**, desative a opção **“Map information”** (isso evitará mostrar informações descritivas do basemap ao clicar na imagem).

Minimize a camada **“country\_boundaries”** clicando no **“-”** ao lado da camada.



**Figura 15: Camada de países editada e com a opção “Map Information” desabilitada**



### 1º e 2º informações de cada pixel - Latitudes e Longitudes:

A grande vantagem do formato GeoTIFF são as informações contidas em cada pixel. Ao converter a imagem inicial para o formato Raster do ILWIS, essas informações permanecem. As primeiras informações que podemos notar são a latitudes e longitudes em cada pixel. Ao passar com o mouse pela área de visualização, a latitude e longitude do pixel indicado pelo ponteiro do mouse serão mostradas na parte inferior direita da janela, em **graus decimais** e em **graus, minutos e segundos**.

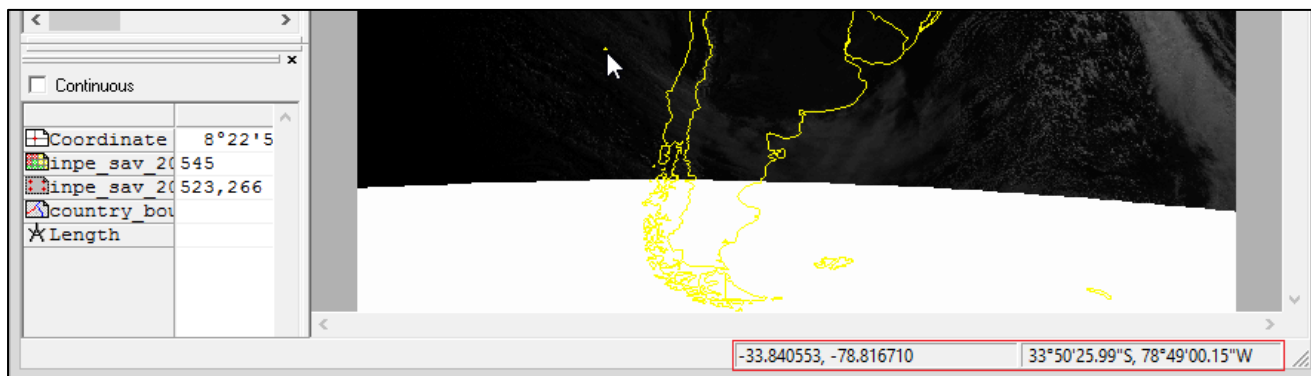



Figura 16: Indicação de latitude e longitude da região indicada pelo ponteiro do mouse

Na camada **“Global Tools”**, expanda o item **“Annotations”**, e ative a opção **“Border”**. **Obs:** Para **ativar** uma opção, clique no quadrado ao lado da descrição (  Annotations  **Border** ). Isso adicionará a borda de referência de latitudes e longitudes à janela de visualização.

Na camada **“Global Tools”**, ative também a opção **“Graticule”**.

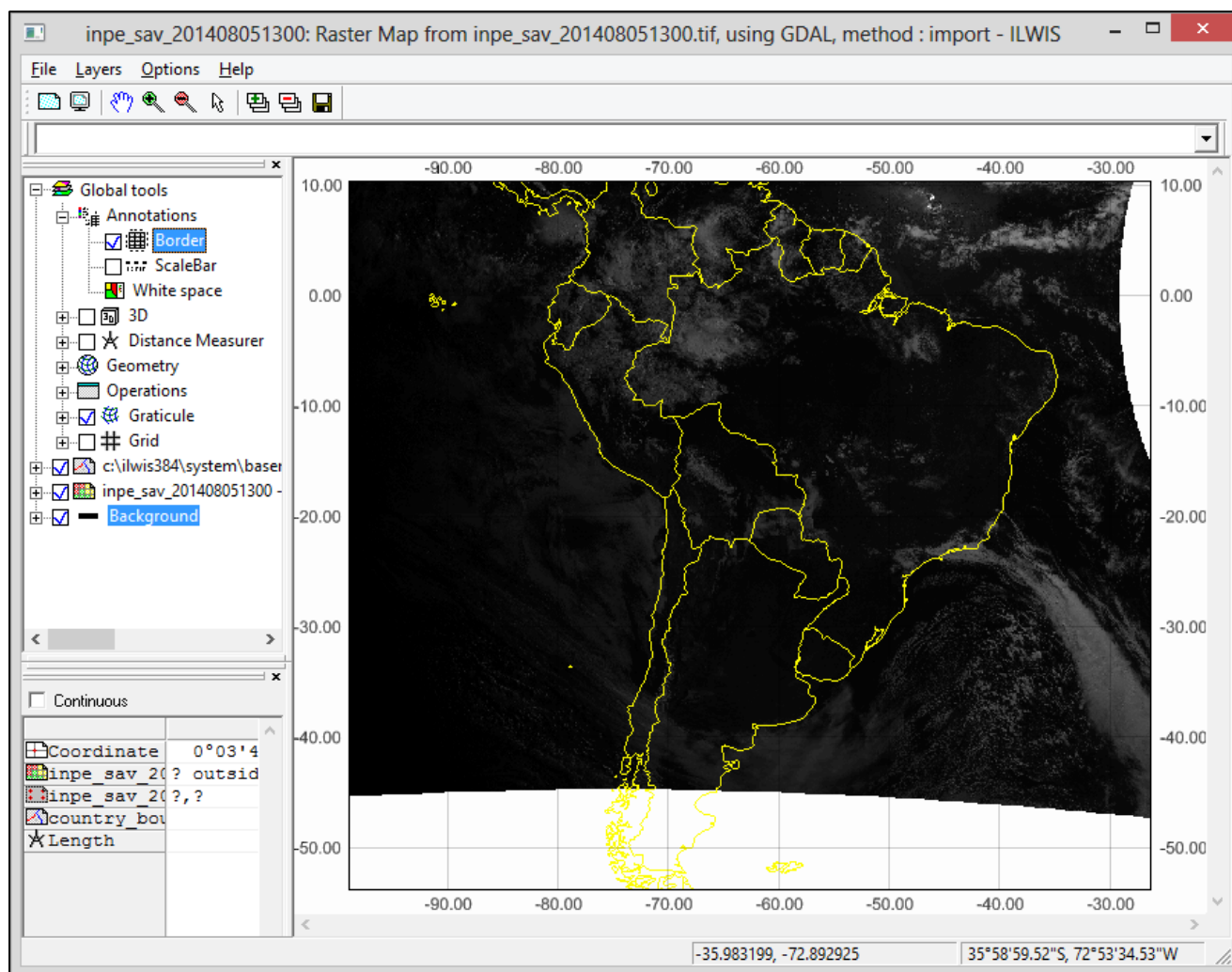


Figura 18: Borda e grade adicionadas

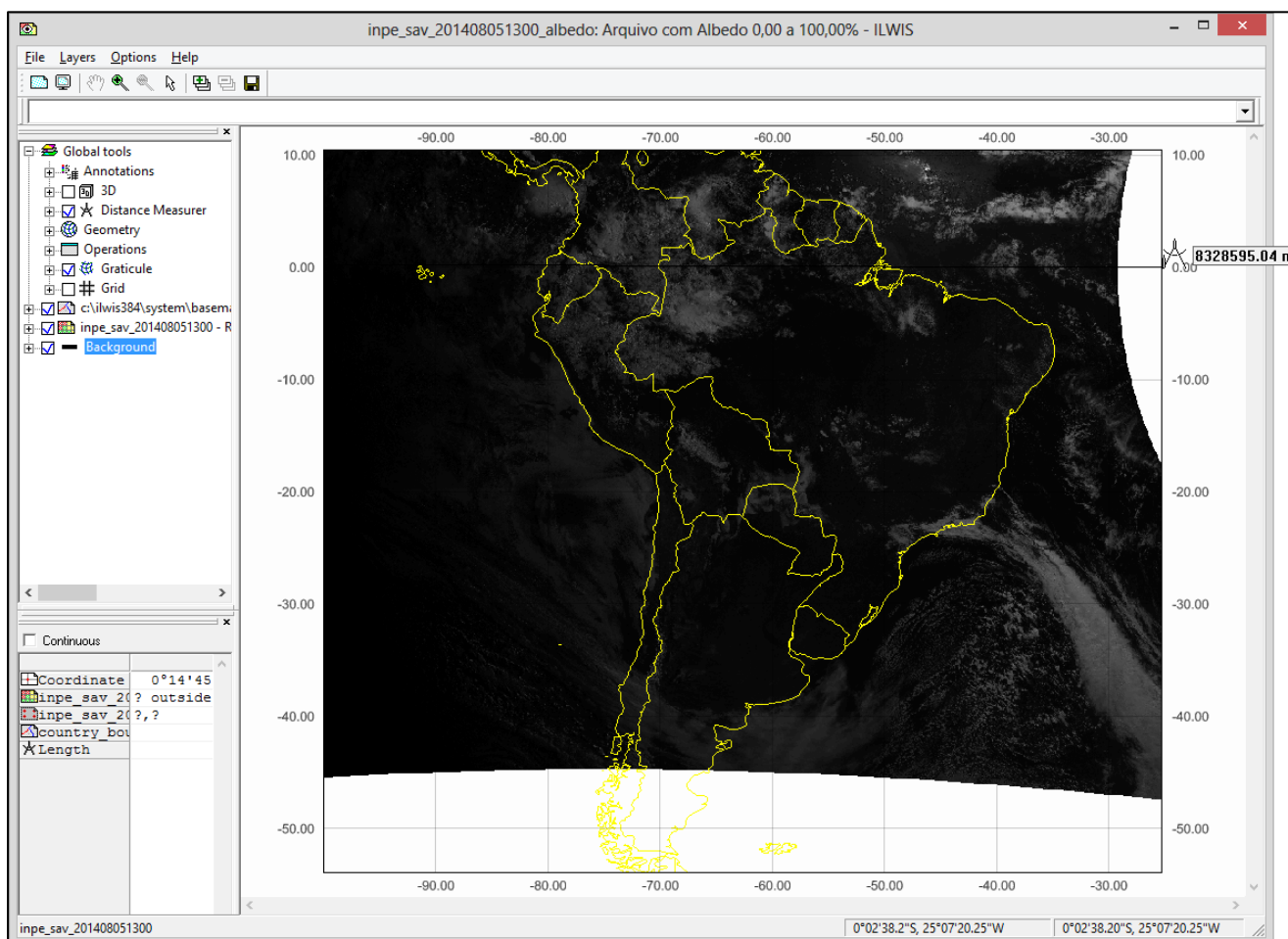
### Ferramenta “Distance Measurer”

Na preparação para as atividades, através da 5ª informação obtida nos arquivos auxiliares, concluímos que essa imagem cobre uma extensão longitudinal de **8322,071935 km** no equador, entre 100° W e 25,24° W. Vamos comprovar?

Expanda a camada **“Global Tools”**, e ative a ferramenta **“Distance Measurer”**. Essa ferramenta permite calcular a distância entre dois pontos. Ao ativar a ferramenta, ao passar o mouse sobre a área de visualização, o ponteiro do mouse será substituído por um compasso. Agora que sabemos identificar a latitude e longitude e adicionamos a borda e grade de referência, aproxime o compasso da latitude 0° (linha do equador), no limite esquerdo da imagem (longitude -100°). Clique, e sem soltar o botão, arraste o mouse até a extremidade oposta da imagem (longitude -25°). Solte o botão. A distância mostrada será muito próxima a calculada. Se pudéssemos posicionar o ponteiro do mouse exatamente em -100 até -25,24, a distância seria exatamente a mesma.








**Figura 17: Utilizando a ferramenta "Distance Measurer"**

### 3ª informação de cada pixel – Variável física:

Além das latitudes e longitudes, cada pixel ainda tem uma terceira informação, a variável física. Pode ser reflectância, albedo, temperatura de brilho, radiação, ou qualquer outra variável calculada no pré-processamento realizado pelo provedor da imagem. No caso da imagem "inpe\_sav\_201406261200", é o **Albedo**, que varia entre **0,00%** e **100,00%**.

*Albedo é uma medida relativa da quantidade de luz refletida, o que ocorre sobre superfícies de maneira direta ou difusa. É portanto uma medida da refletividade da superfície de um corpo. A palavra deriva do latim albedus (= "esbranquiçado"), a partir de albus (= "branco").*

*Albedo pode ser definido como a razão entre a irradiância electromagnética refletida (de forma direta ou difusa) e a quantidade incidente. É uma medida adimensional, isto é, sem unidades. A razão costuma ser apresentada por percentagem e é um importante parâmetro radiométrico utilizado tanto em ciências atmosféricas, climatologia, sensoriamento remoto (deteção remota) e em astronomia.*

Para acessar os valores de Albedo em cada pixel, na **barra de ferramentas superior**, selecione o item **"Normal"** (ícone ) e clique em qualquer ponto da imagem.



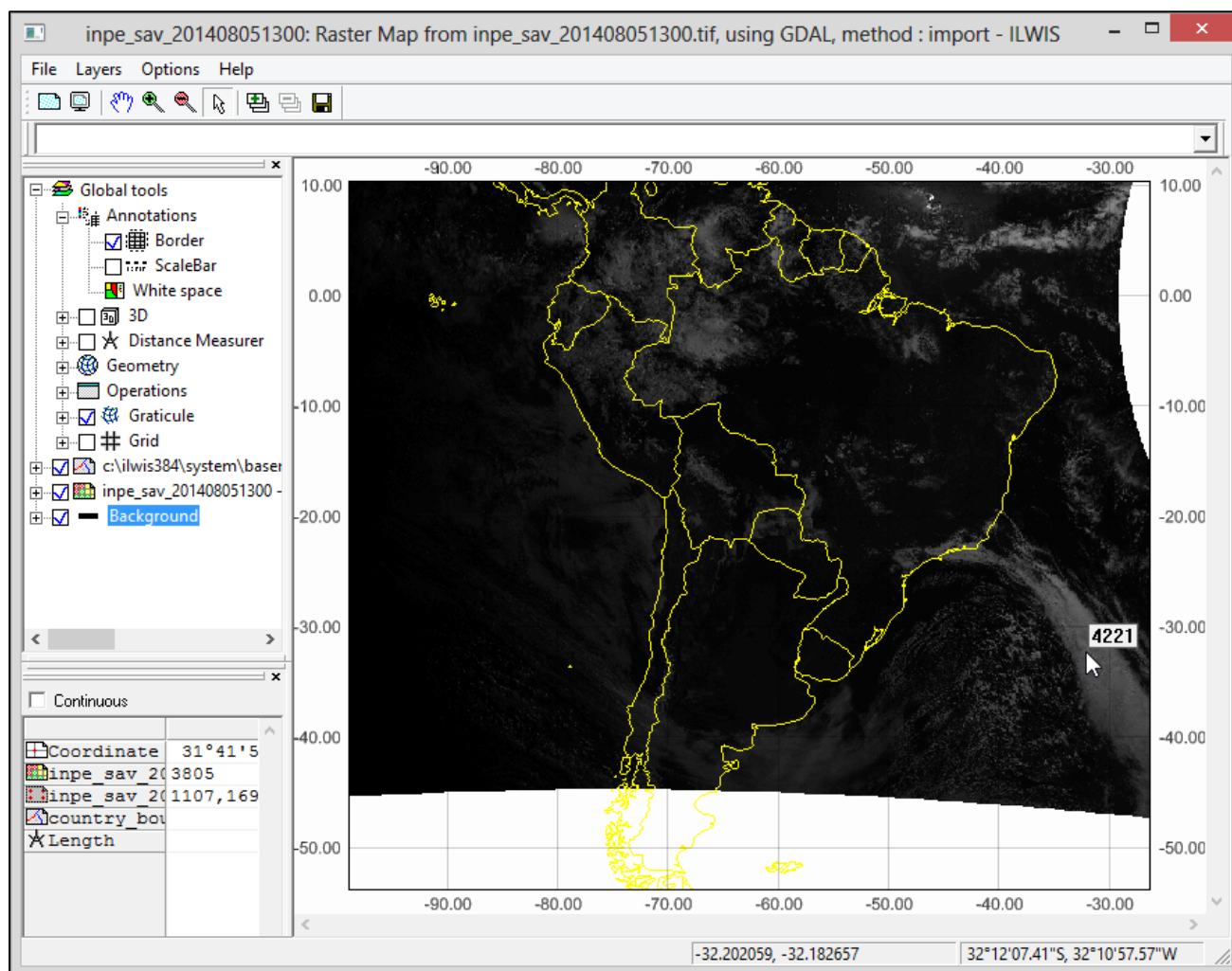


Figura 19: Obtendo informações do pixel

Note o valor obtido na imagem acima, **4221**. Se o Albedo varia entre 0,00% e 100,00%, porque esse valor está sendo mostrado?

O motivo é simples. **No pré-processamento do provedor da imagem, foi arbitrado que os valores das variáveis físicas seriam multiplicados por 100, para evitar o uso de pontos flutuantes no pré-processamento e utilizar apenas números inteiros, economizando memória.**

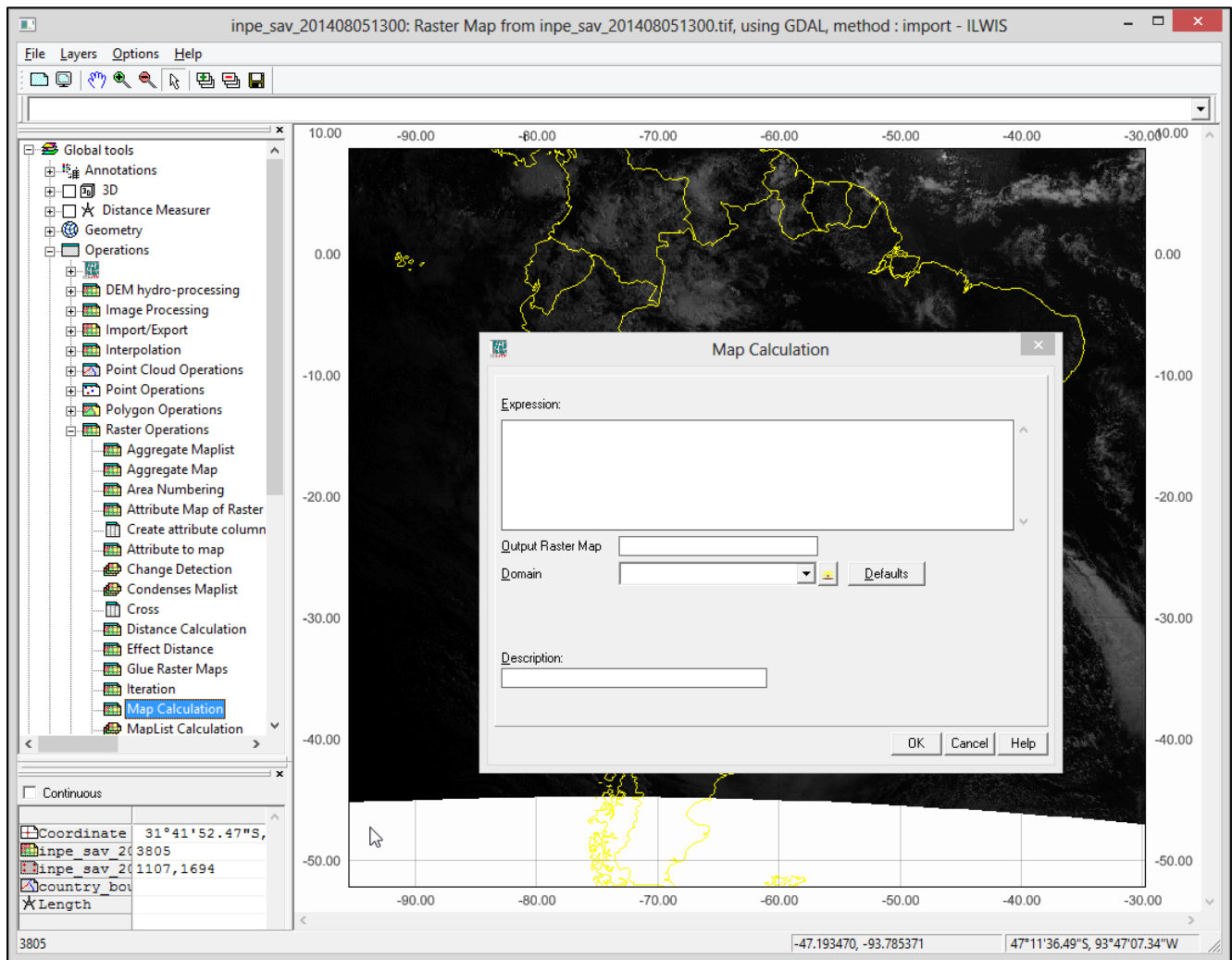
O valor real é **42,21%** ( $4221 / 100$ ).

Como convertemos esse valor para o valor original (0,00% e 100,00%)? Para isso, utilizaremos uma importante ferramenta para o nosso curso, a ferramenta **“Map Calculation”**.

### Ferramenta “Map Calculation”

Na camada **“Global Tools”**, expanda **“(+)”** o item **“Operations”**, e logo expanda o item **“Raster Operations”**. Selecione a opção **“Map Calculation”**. A janela “Map Calculation” será aberta.





**Figura 20: Janela Map Calculation**

No campo **“Expression”**, introduza a fórmula desejada. Essa opção faz com que a operação introduzida seja executada pixel a pixel em uma imagem ou entre imagens. Como desejamos dividir o valor físico de todos os pixels dessa imagem por 100, simplesmente introduziremos o nome da imagem (entre aspas simples) e a operação desejada:

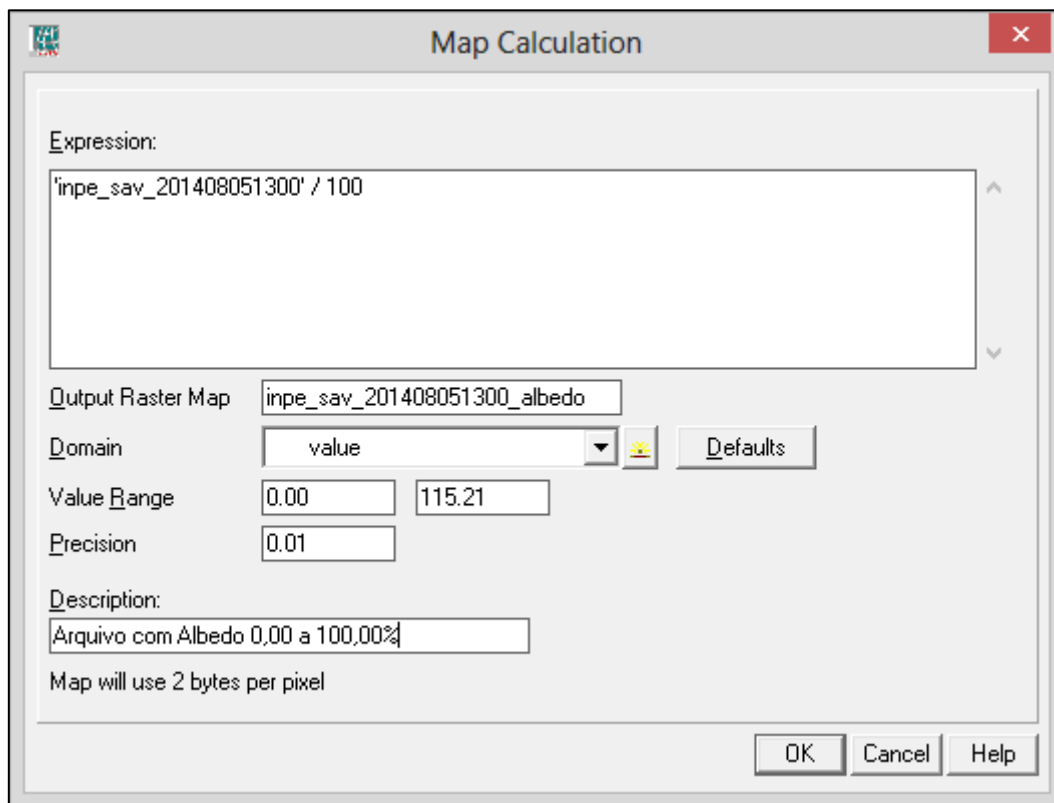
**'inpe\_sav\_201408051300' / 100**

Em **“Output Raster Map”**, digitamos o nome do novo arquivo Raster que será criado após a execução da operação. No exemplo usaremos **inpe\_sav\_201408051300\_albedo**.

Ao clicar no botão **“Defaults”** o campo **“Value Range”** indicará os valores mínimo e máximo da imagem resultante (nesse caso 0,00% e 115,21% respectivamente. Os valores encontrados acima de 100,00% devem-se ao fenômeno chamado “Sunglint”. O campo **“Precision”** a precisão dos valores da imagem resultando (nesse caso 0,01%).

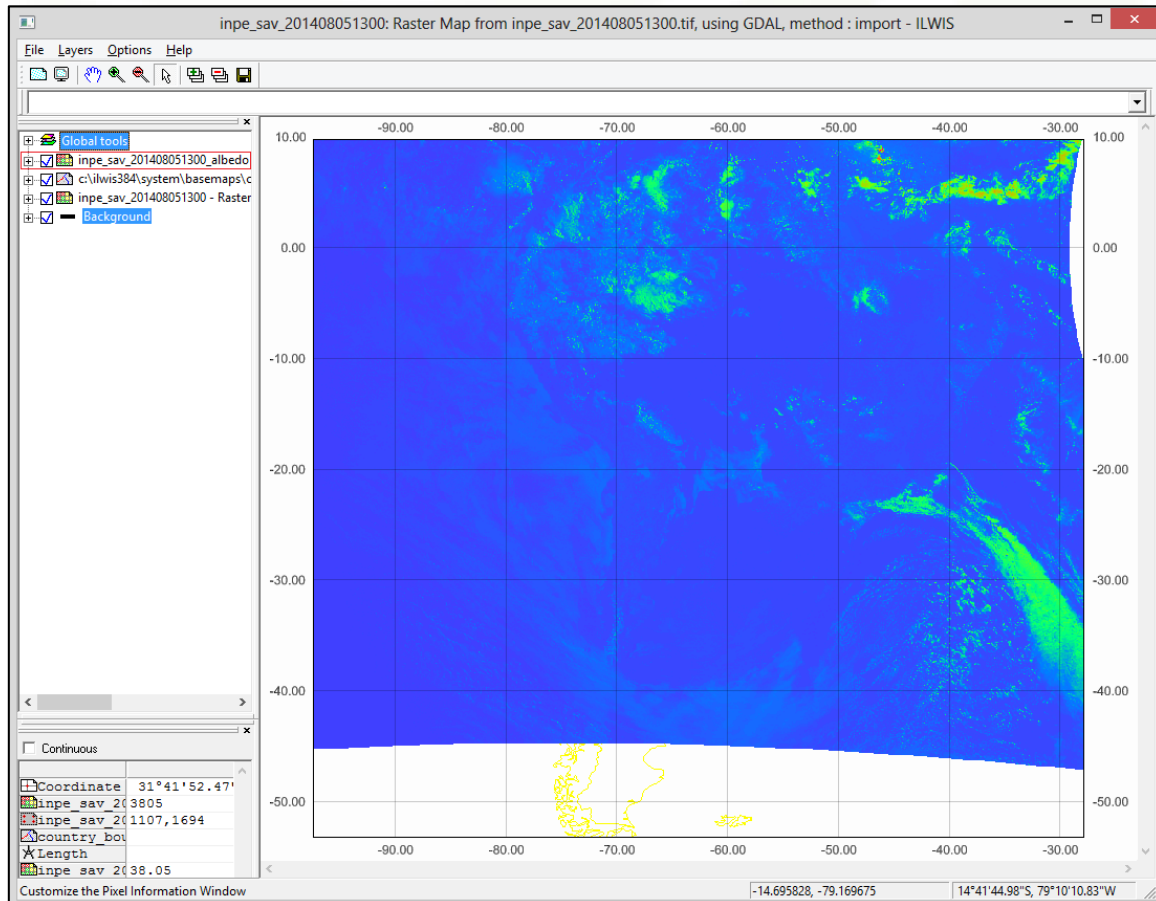
Se desejar, introduza uma descrição do novo arquivo no campo **“Description”** e clique em **“OK”**.





**Figura 21: Parâmetros introduzidos para cálculo do novo arquivo Raster**

Uma nova camada será criada, chamada “**inpe\_sav\_201408051300\_albedo**”.



**Figura 22: Nova camada criada**



Porém, aonde está o basemap dos países? Não está sendo mostrado porque a camada “country\_boundaries” está abaixo da camada recém criada “inpe\_sav\_201408051300\_albedo”. Clique na camada “country\_boundaries” e arraste-a para cima da camada “inpe\_sav\_201408051300\_albedo”.

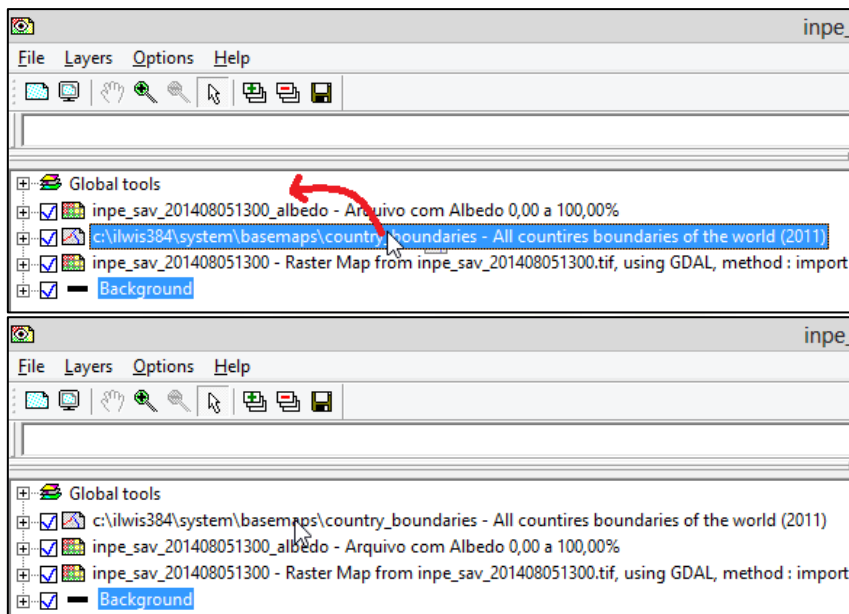
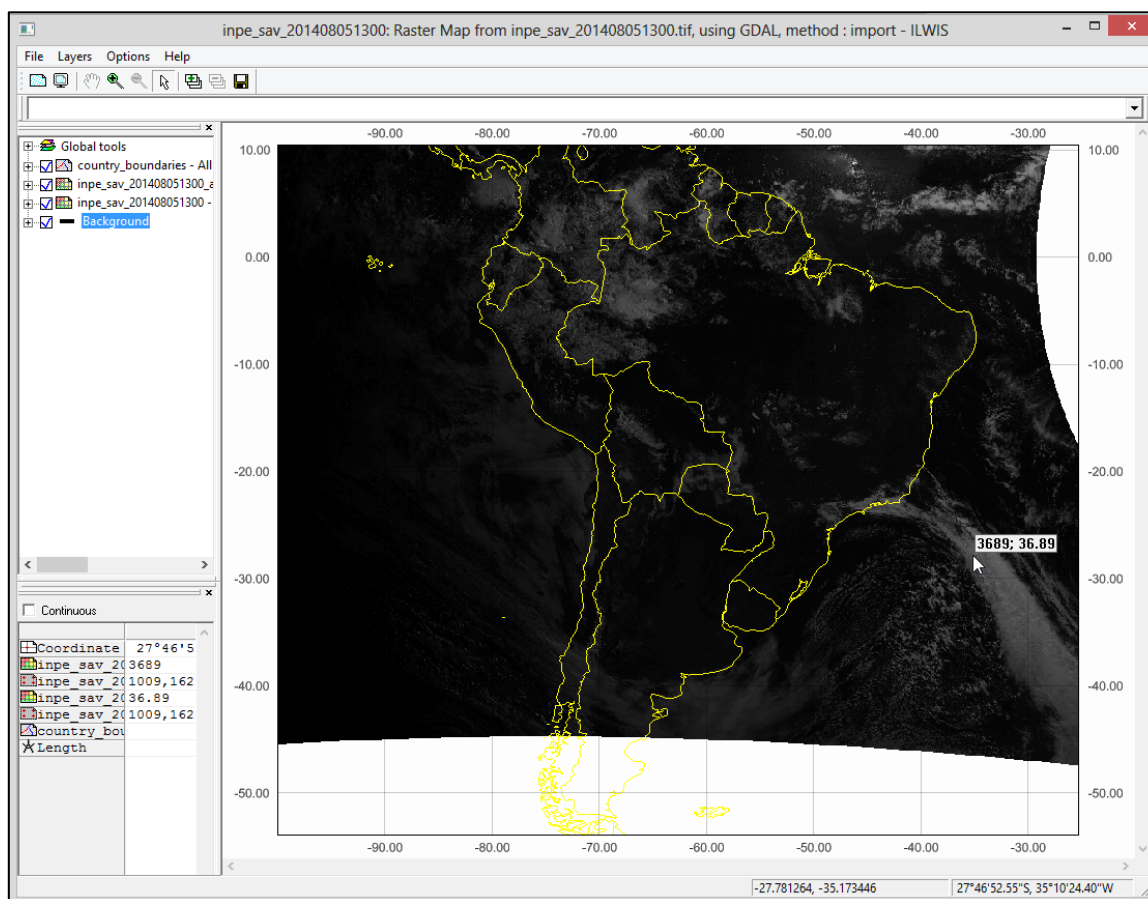


Figura 2x: Arrastando camada “country\_boundaries” para posição superior

Além disso, a nova camada vem com a paleta de cores padrão “PSEUDO”. Mude para “FINEGRAY” se desejar, e desative a opção “Map Information” seguindo os passos referentes à figura 15 (não se esqueça de fazer o passo utilizando a camada recém-criada).





**Figura 23: Camada “country\_boundaries” visível e novos valores obtidos**

Ao clicar em um ponto qualquer na imagem, obtemos agora dois valores. O valor **anterior ao cálculo** e o **posterior ao cálculo** realizado com a ferramenta **“Map Calculation”**. No exemplo acima, na longitude -27,781264° e latitude -35,173446° temos os valores **3689** e **36,89%**.

Isso ocorre porque as duas camadas **“inpe\_sav\_201408051300”** e **“inpe\_sav\_201408051300\_albedo”** estão ativadas (  ). Caso deseje visualizar apenas o valor em porcentagem (36,89% no exemplo), desative a camada **“inpe\_sav\_201408051300”**.



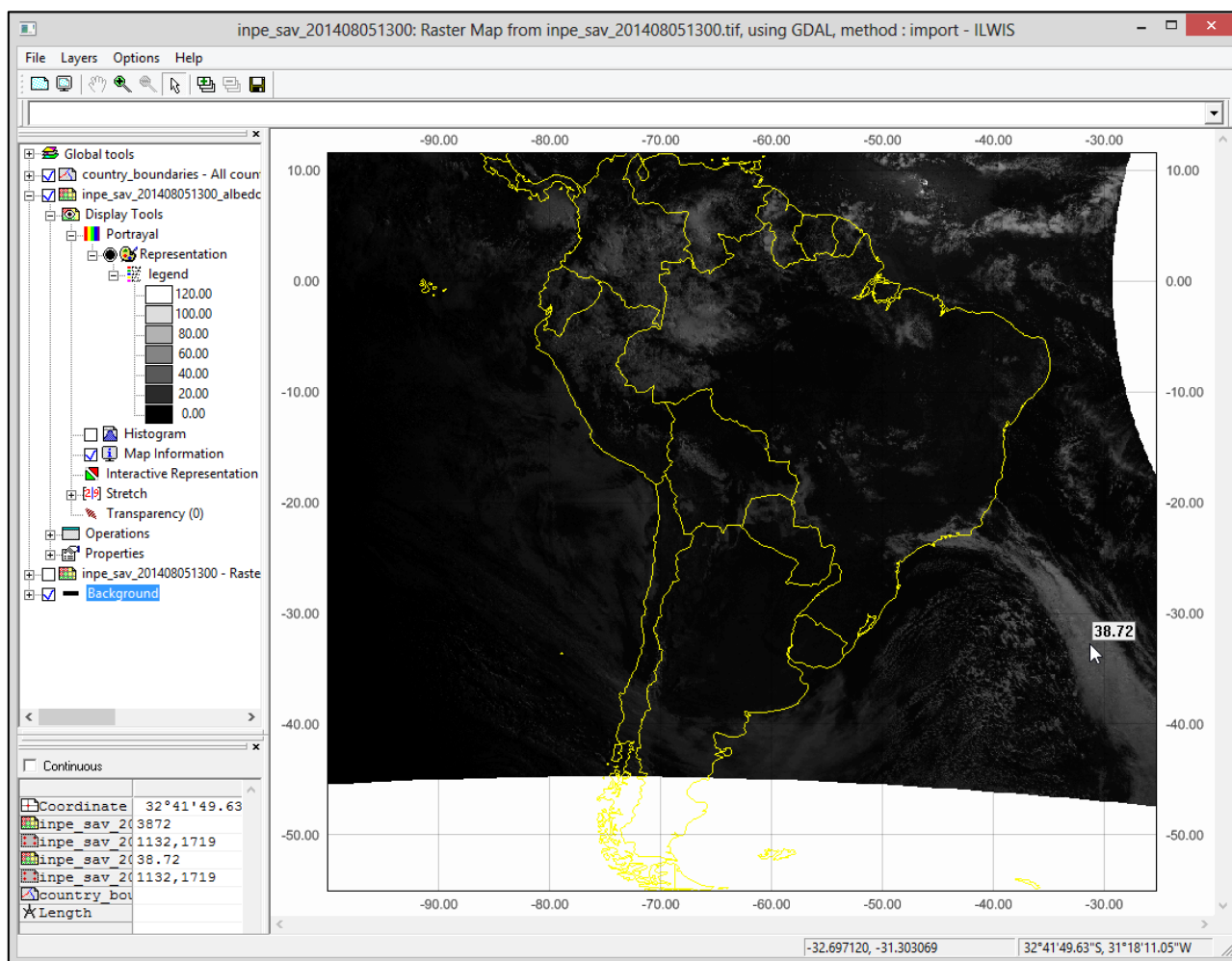


Figura 24: Visualização com a camada original desativada, já em albedo, e legenda

**Observação:** Para visualizar a legenda, expanda a camada “inpe\_sav\_201408051300\_albedo”, expanda “Display Tools”, expanda “Portrayal”, expanda “Representation”, e expanda “legend”.

### Ferramenta “Strech”

A operação “Strech” redistribui os valores de um mapa em uma faixa mais larga ou mais estreita. O “Strech” pode ser utilizado por exemplo, para melhorar o contraste exibido no mapa.

Para a camada “inpe\_sav\_201408051300\_albedo”, aplique um “Strech” (“Display Tools” -> Duplo clique em “Strech”) entre 0 e 10 para obter um melhor contraste. Isso facilitará diferenciar oceano, superfície e nuvens.



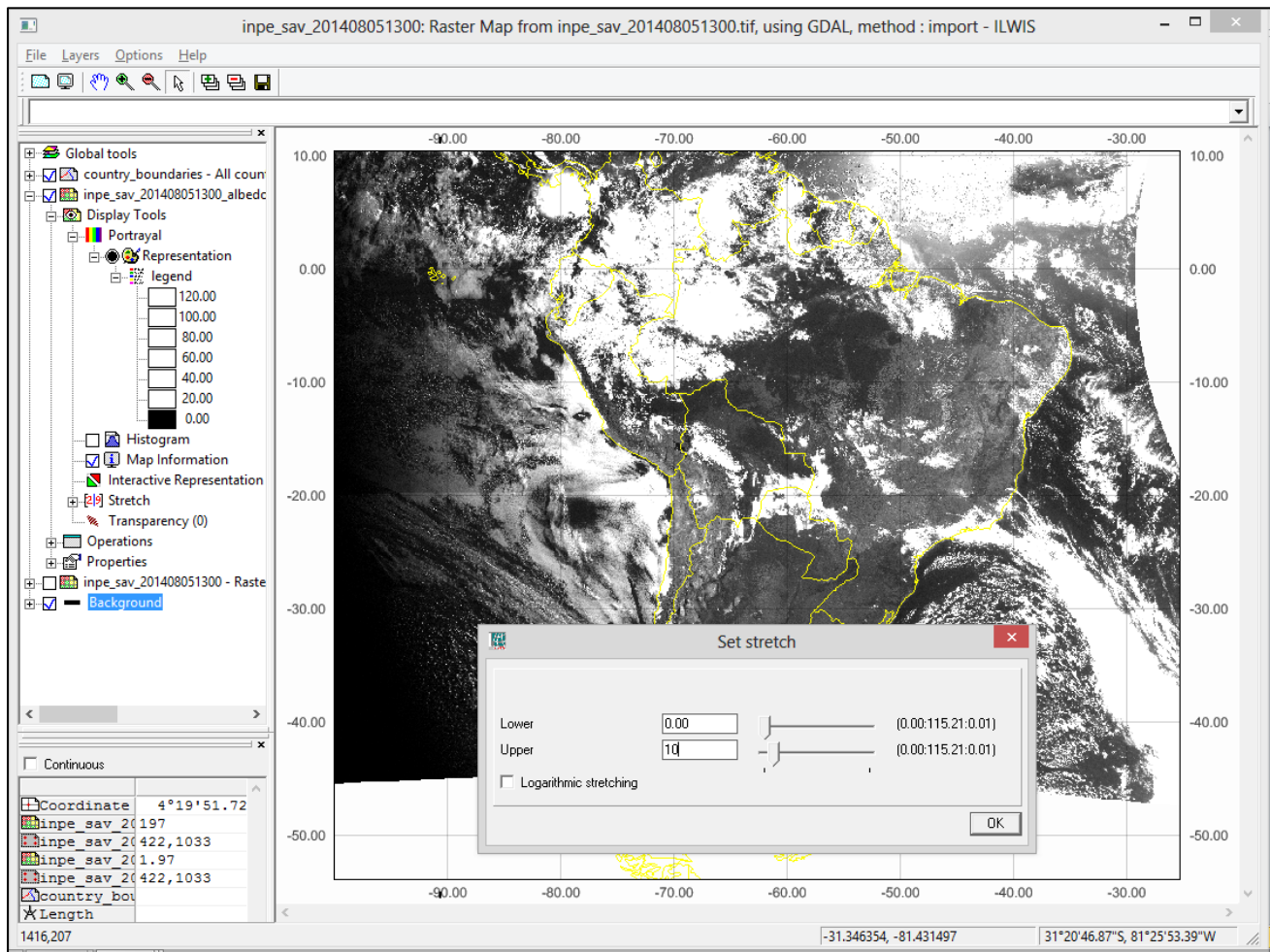


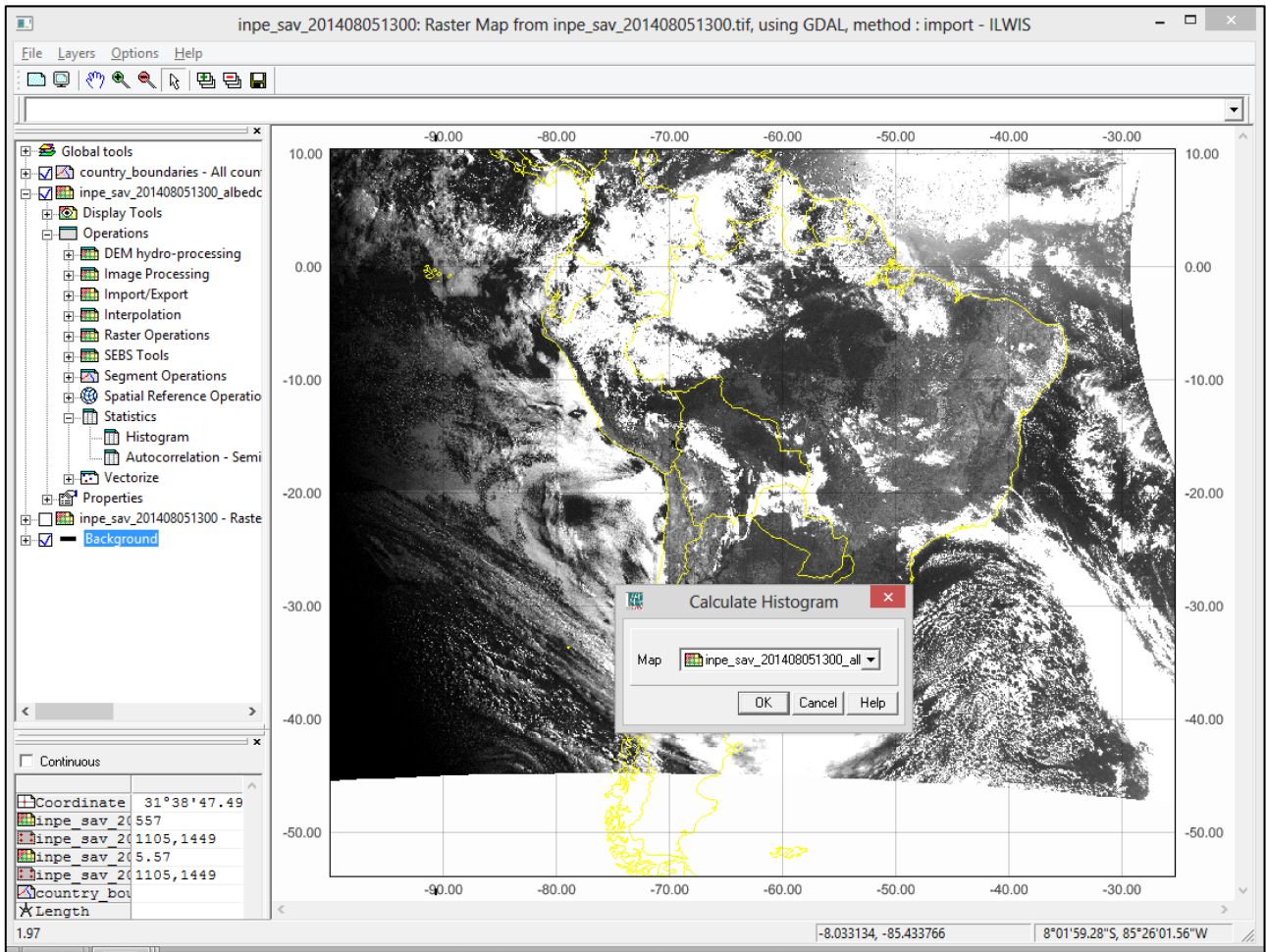
Figura 25: Visualização com “Stretch” entre 0 e 10 aplicado

### Ferramenta “Histogram”

Para visualizar um histograma da imagem, expanda a camada “**inpe\_sav\_201408051300\_albedo**”, expanda o item “**Operations**”, expanda o item “**Statistics**”, dê dois cliques em “**Histogram**”. A janela “**Calculate Histogram**” será aberta. Em “**Map**”, selecione o Raster “**inpe\_sav\_201408051300\_albedo**” e clique em “**OK**”.

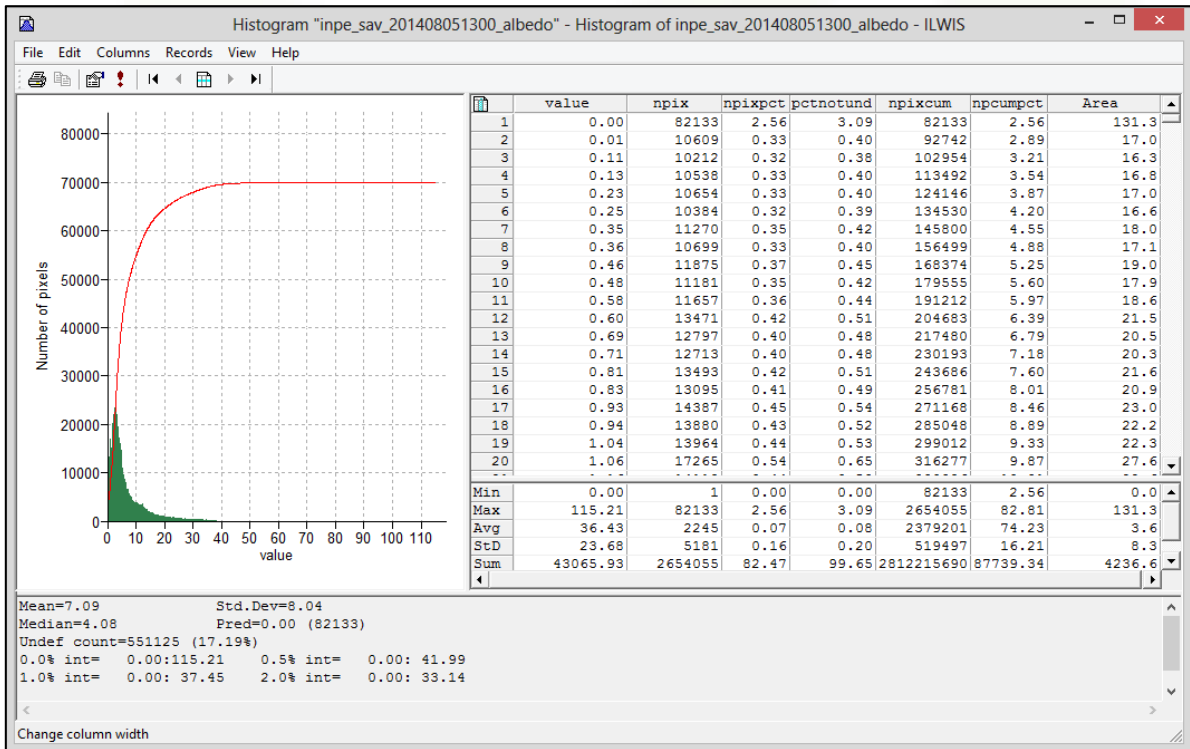






**Figura 26: Cálculo do histograma da camada calculada**

A seguinte janela será aberta:



**Figura 27: Análise do histograma para a camada selecionada**



Na análise são apresentadas as seguintes informações:

**“value”**: Valores de albedo encontrados na imagem

**“npix”**: Número de pixels na imagem correspondentes ao valor da coluna “value”

**“npixpct”**: Em relação à imagem completa, indica a porcentagem correspondente de pixels com o valor da coluna “value”

**“npixcum”**: Valor acumulado de pixels na imagem com valor igual ou inferior ao valor apresentado na coluna “value”

**“npcumpct”**: Em relação à imagem completa, indica a porcentagem do valor acumulado “npixcum”

**“Area”**: Área total do somatório de pixels com o valor da coluna “value”

**“Min”**: Valor mínimo de uma coluna

**“Max”**: Valor máximo de uma coluna

**“Avg”**: Valor médio de uma coluna

**“StD”**: Desvio padrão de uma coluna

**“Sum”**: Soma dos valores de uma coluna

### **Vantagem do formato GeoTIFF:**

Estamos prontos para seguir com os demais tópicos. A partir daqui, o aluno está apto a converter imagens no formato GeoTIFF para o formato Raster do ILWIS para análise e processamento.

Qual a grande vantagem do formato GeoTIFF? Para responder essa pergunta, abra a imagem **“INPE\_SAV\_201408051300.jpg”** fornecida na página do Moodle da DSA, com seu visualizador de imagens favorito (por exemplo, o visualizador de fotos do Windows). Essa é a versão JPEG da imagem utilizada até o momento no nosso curso.

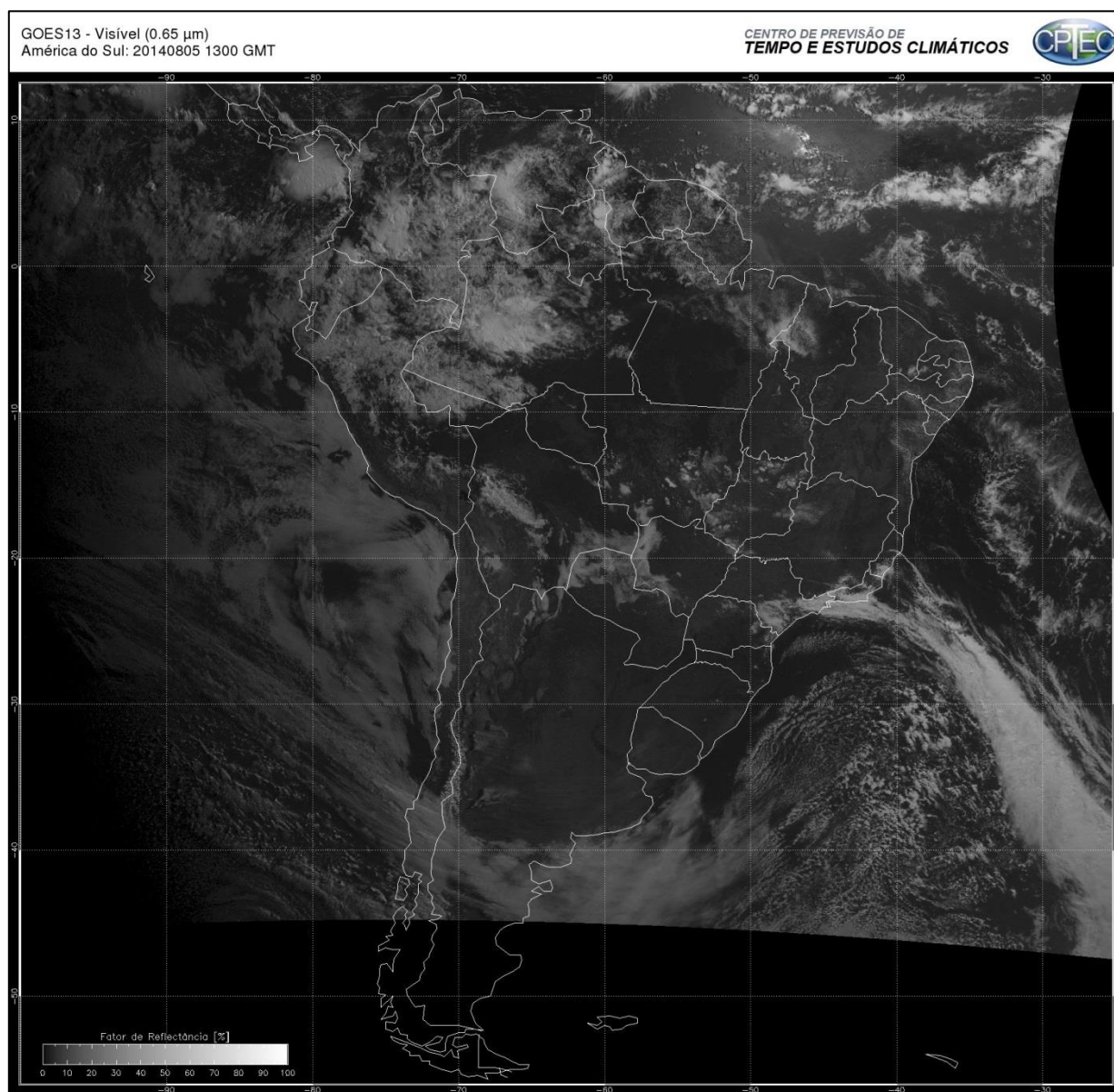


Figura 28: Versão JPEG da imagem utilizada nas atividades 1 e 2.

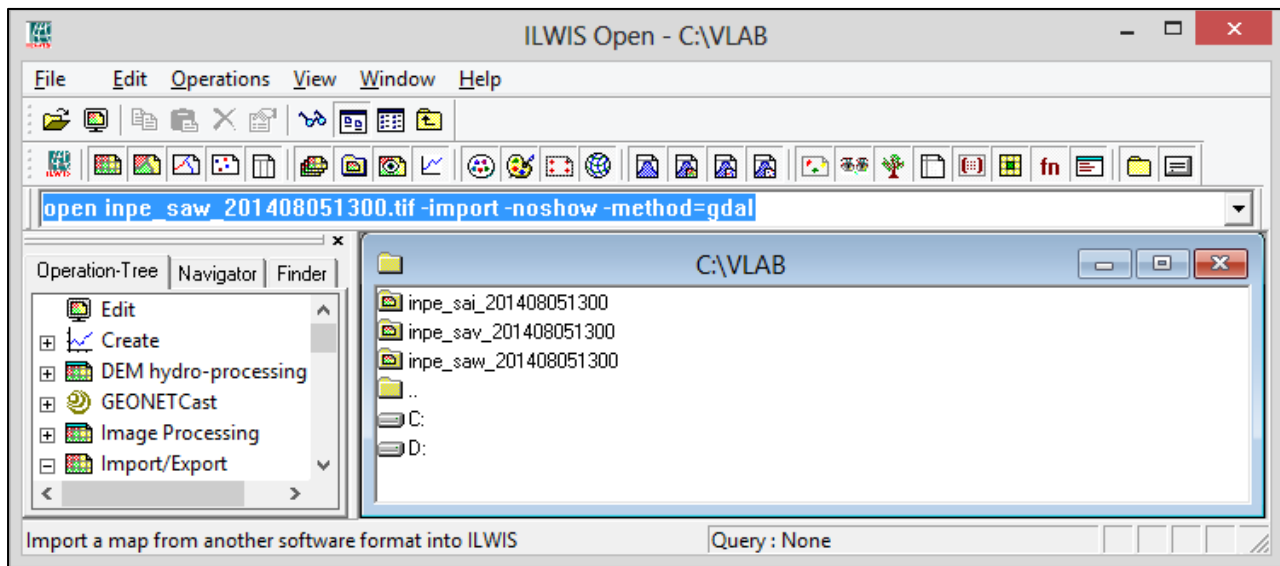
A imagem JPEG (ou PNG ou BMP, etc) proporciona uma **interação visual** imediata melhor que as imagens no formato GeoTIFF, sem a necessidade de processamento. Na imagem acima podemos claramente visualizar o contraste entre regiões com nuvens e sem nuvens, as regiões com corpos d'água. Outra vantagem é o tamanho reduzido dos arquivos de imagem (KB comparado aos MB dos arquivos GeoTIFF), tornando o formato ótimo para criar animações.

Por outro lado, a vantagem do formato GeoTIFF é o acesso rápido às informações de latitude, longitude e variável física (para GeoTIFF de 6 dimensões, também podemos acessar valores de R,G,B). Além disso, é um formato que pode ser aberto e processado com a grande maioria dos Sistemas de Informação Geográfica (GIS) como o ILWIS, Quantum e McIDAS V.


Todo o processamento necessário após a recepção da imagem pela estação de recepção é realizada pelo provedor, que entrega as imagens no formato GeoTIFF georeferenciadas, calibradas e prontas para uso.




Seguindo o mesmo procedimento da preparação para as atividades (**tópico 1.4.4, figura 4**), importe as imagens “**INPE\_SAI\_201408051300.tif**” e “**INPE\_SAW\_201408051300.tif**” para a *pasta de trabalho*.



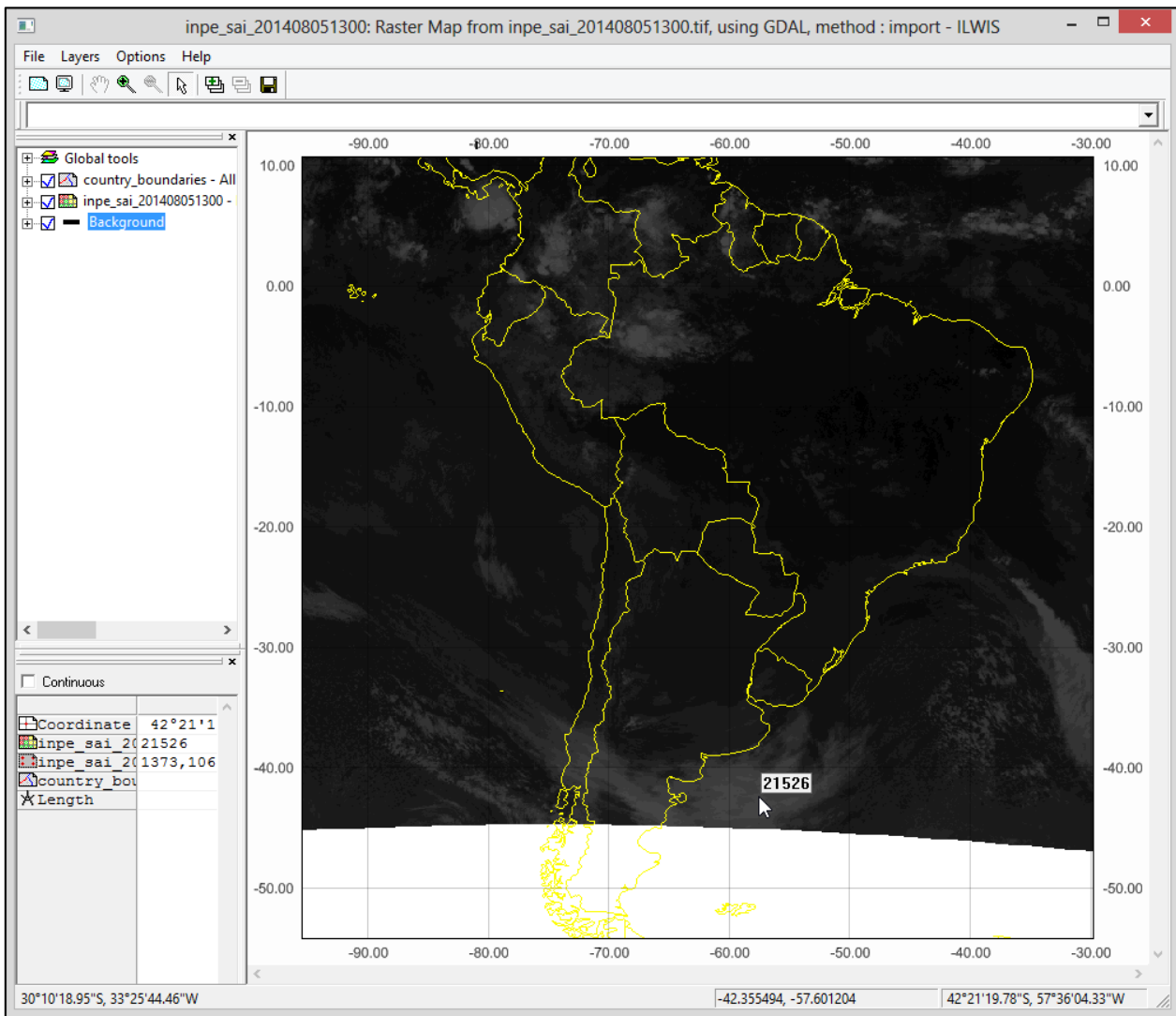
**Figura 29:** Imagens dos canais infravermelho e vapor d’água importadas para o formato Raster do ILWIS.

Seguindo os procedimentos da **atividade 2**, abra o arquivo Raster da imagem “**inpe\_sai\_201408051300**” (ícone ) e insira o **basemap** “**country\_boundaries**” (configure a linha na cor amarela e desative a opção “Map Information”). Insira também **graticule** e **border** (camada “**Global Tools**”). Modifique também a paleta de cores para “**INVERSE**”.

Selecione a ferramenta “Normal pointing mode” (botão ) e clique em qualquer ponto da imagem.

Para as imagens “**inpe\_sai\_201408051300**” e “**inpe\_saw\_201408051300**”, a variável física de cada píxel é a **temperatura de brilho**, em kelvin.

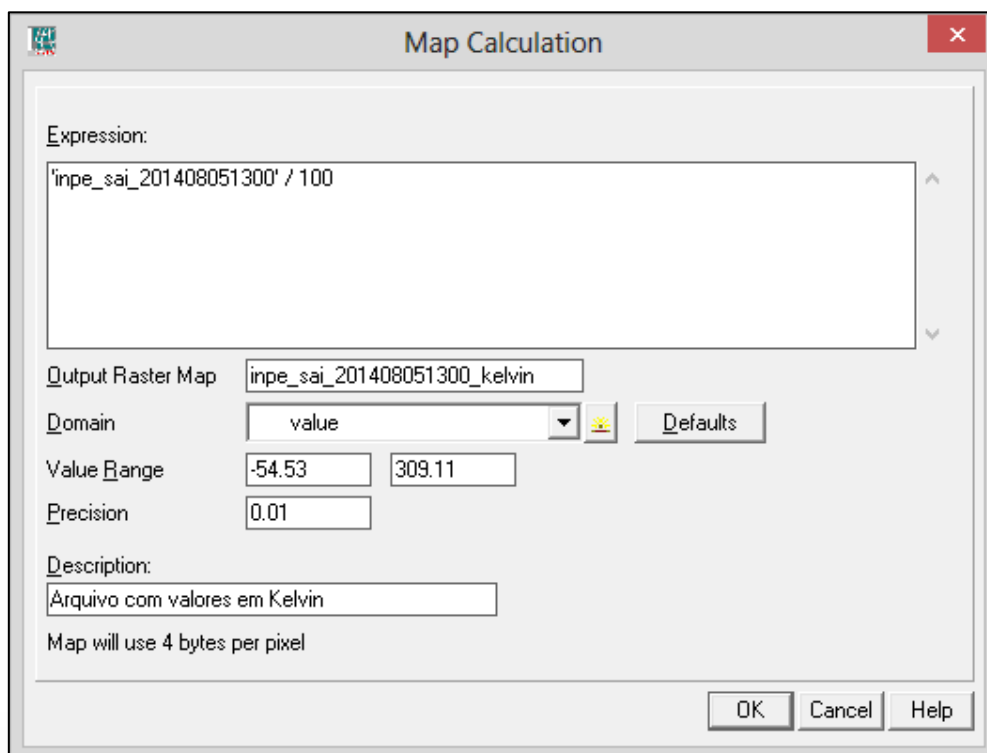




**Figura 30: Canal infravermelho – Obtendo informações do pixel**

Repare que assim como a imagem do canal visível, o valor da variável física está multiplicado por 100 (na imagem acima o valor real é **215,26 K**). Devemos seguir o procedimento da **atividade 2** e dividir os valores por 100 utilizando a ferramenta **“Map Calculation”** (camada **“Global Tools”**).





**Figura 31:** Parâmetros introduzidos para cálculo do novo arquivo Raster em Kelvin

Em **“Output Raster Map”**, escolha o nome **inpe\_sai\_201408051300\_kelvin**.

Ao clicar em **“Default”**, vemos que o mínimo e o máximo do arquivo resultante serão **-54,53 K** e **309,11 K** respectivamente.

Assim como na **atividade 2**, após o cálculo, arraste a camada **“country\_boundaries”** para cima da camada recém criada **“inpe\_sai\_201408051300\_kelvin”** (desative a opção **“Map Information”**), e desative a camada **“inpe\_sai\_201408051300”** para visualizar apenas os valores em Kelvin ao clicar em um ponto com o mouse. Modifique a paleta de cores para **“INVERSE”**.



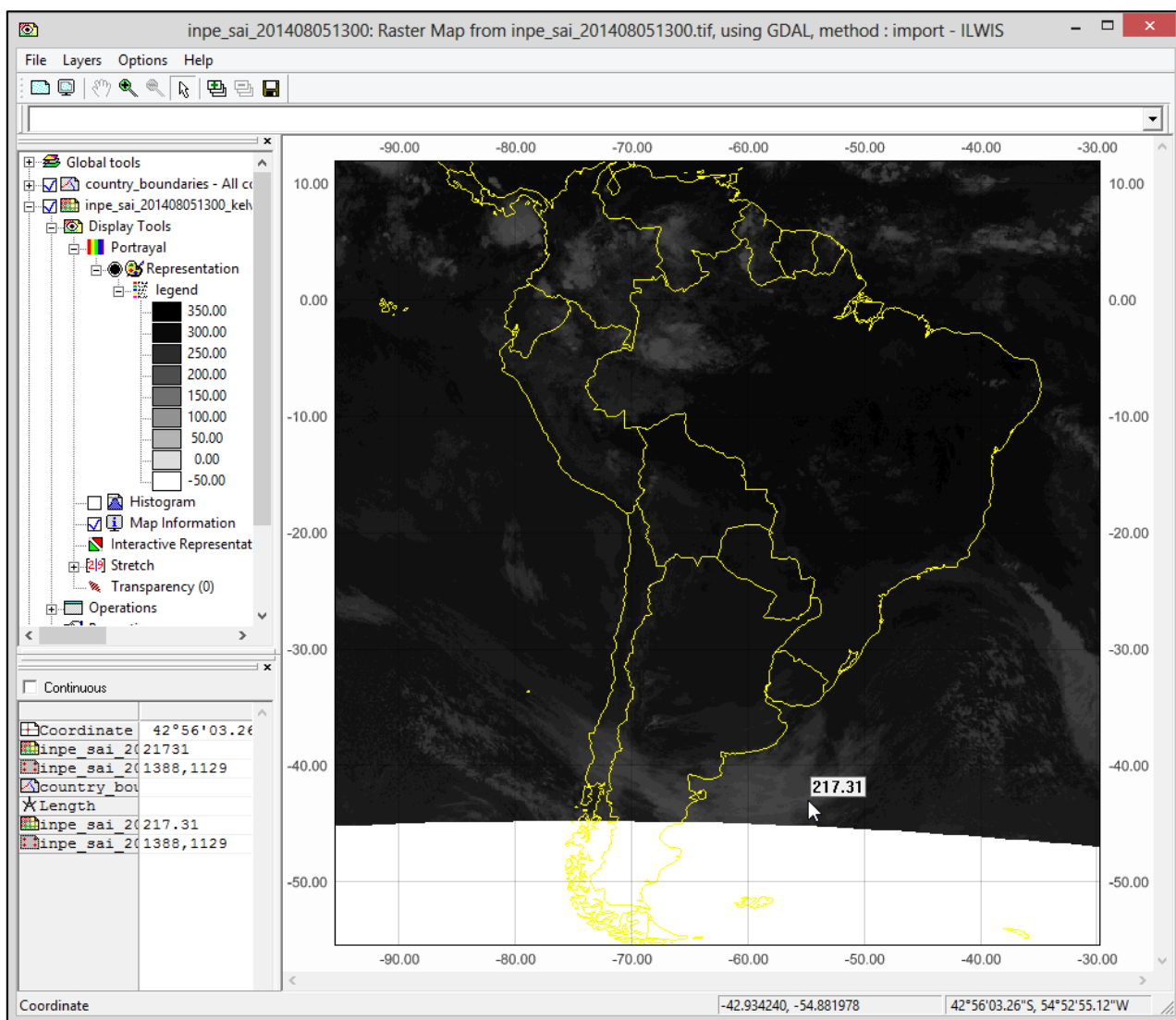


Figura 32: Imagem do canal infravermelho convertida para Kelvin

### Convertendo de Kelvin para Celsius

Vamos converter a temperatura de brilho de Kelvin para graus Celsius? Novamente utilizaremos a ferramenta **“Map Calculation”** da camada **“Global Tools”**. Utilizaremos a seguinte expressão (não se esqueça das aspas simples):

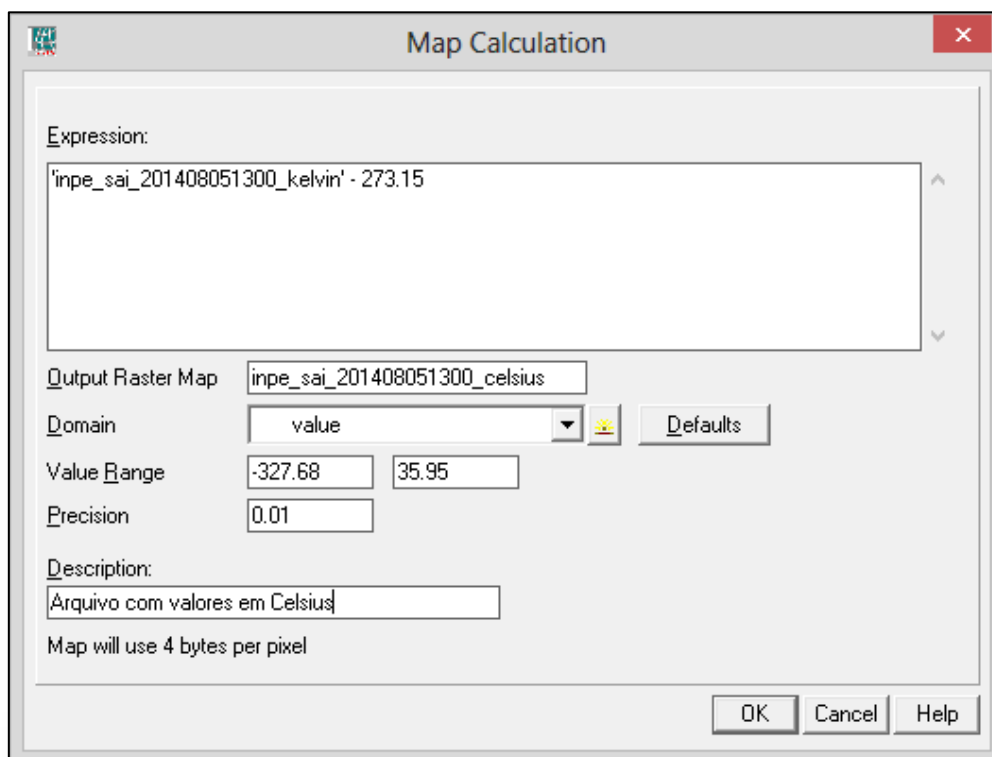
`'inpe_sai_201408051300_kelvin' - 273.15`

**ATENÇÃO! Utilizar “.” (ponto) como separador decimal**

Para o nome do arquivo resultante, colocaremos `inpe_sai_201408051300_celsius`.

**Observação:** Essa operação poderia ter sido realizada diretamente com o arquivo original, utilizando a expressão: `('inpe_sai_201408051300' / 100) - 273.15`





**Figura 33: Parâmetros introduzidos para cálculo do novo arquivo Raster em Celsius**

Após o cálculo, arraste a camada **“country\_boundaries”** para cima da camada recém-criada **“inpe\_sai\_201408051300\_celsius”**, e desative a camada **“inpe\_sai\_201408051300\_kelvin”** para visualizar apenas os valores em Celsius ao clicar em um ponto com o mouse.





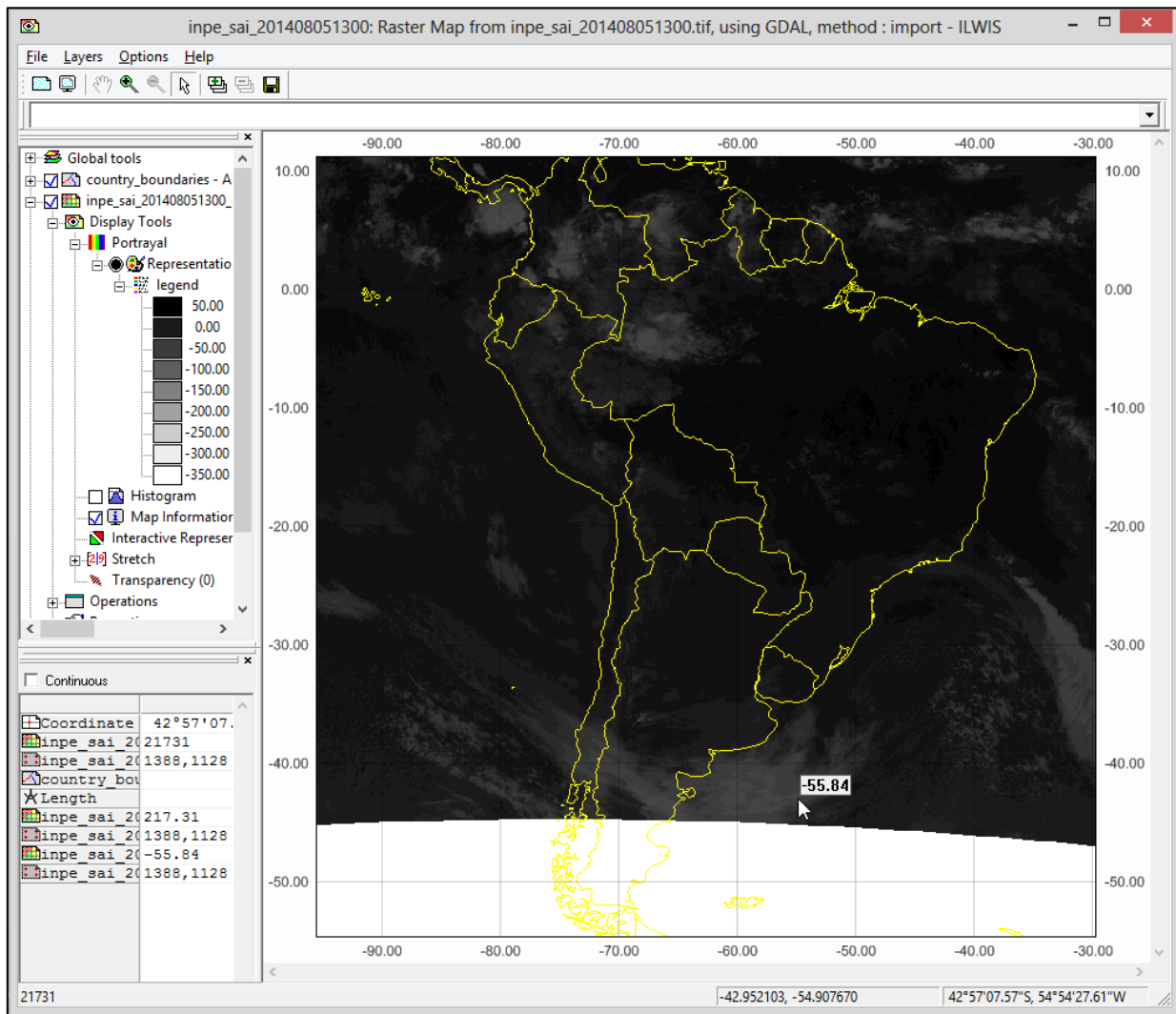


Figura 34: Imagem do canal infravermelho convertida para Celsius, com legenda

Essa será a nossa imagem final de trabalho para os próximos tópicos.

**Observação:** Caso mantivéssemos as três camadas ("inpe\_sai\_201408051300", "inpe\_sai\_201408051300\_kelvin" e "inpe\_sai\_201408051300\_celsius") ativas, visualizaríamos as três informações simultâneas (Kelvin \* 100, Kelvin, e Celsius), conforme mostrado na figura abaixo:

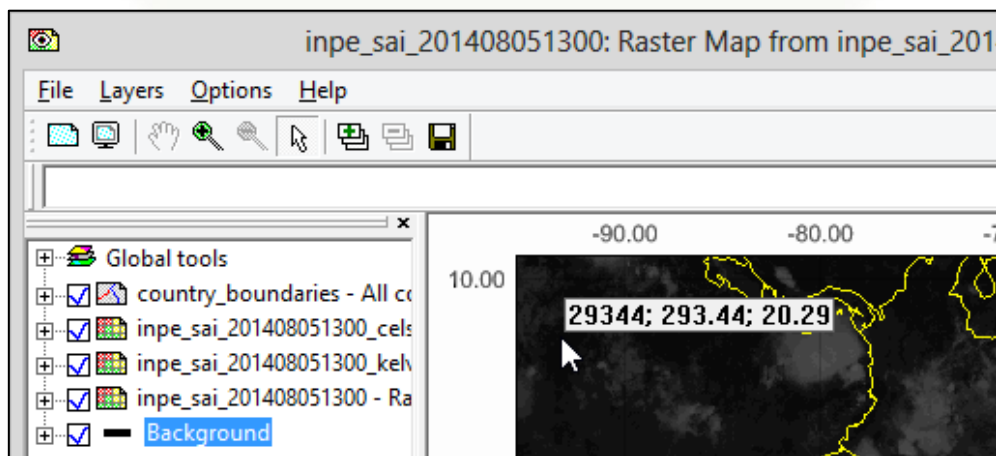


Figura 35: Informações obtidas com as 3 camadas ativas



Aplique um “**Strech**” a camada **inpe\_sai\_201408051300\_celsius** (“**Display Tools**” -> Duplo clique em “**Strech**”) entre **-30** e **30** para obter um melhor contraste.

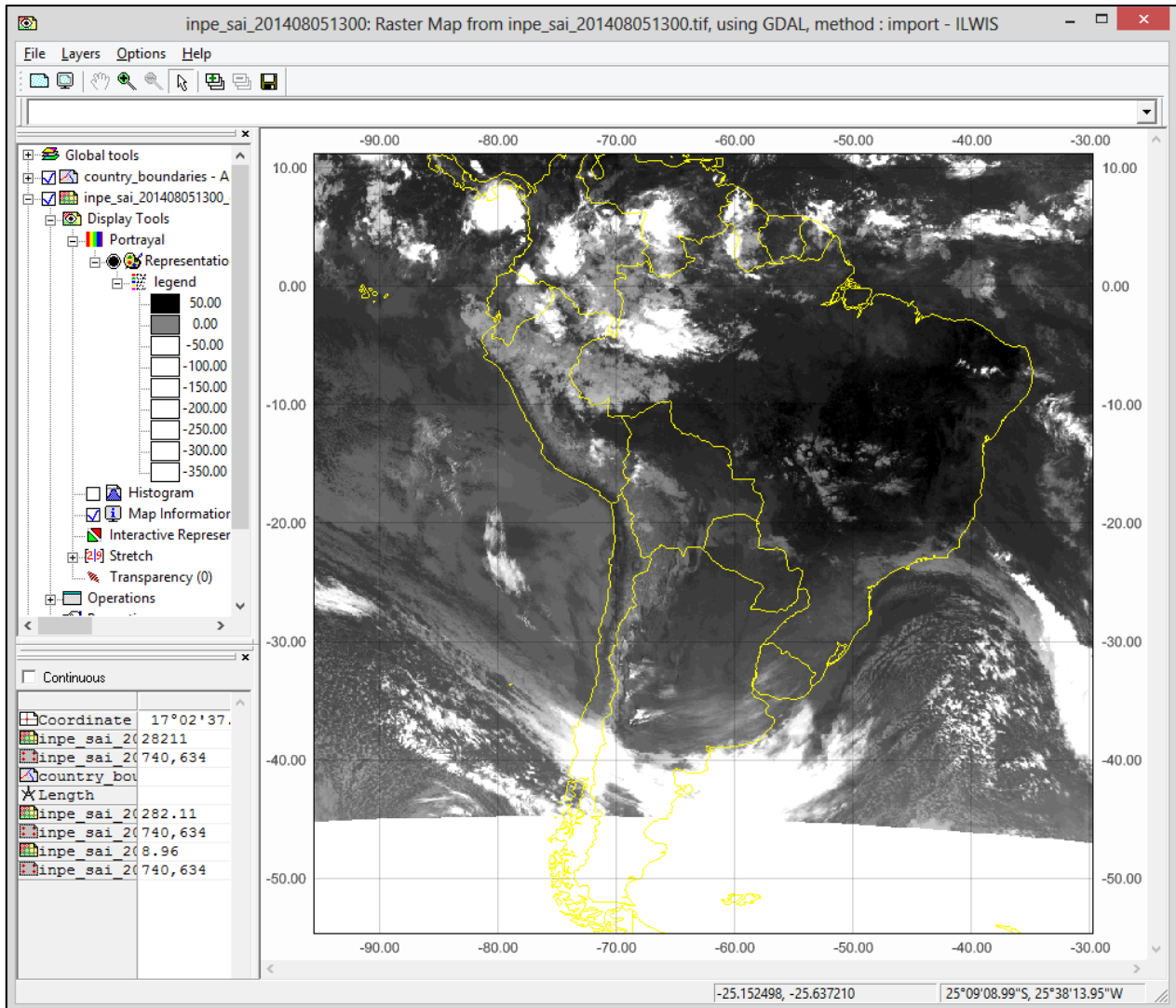
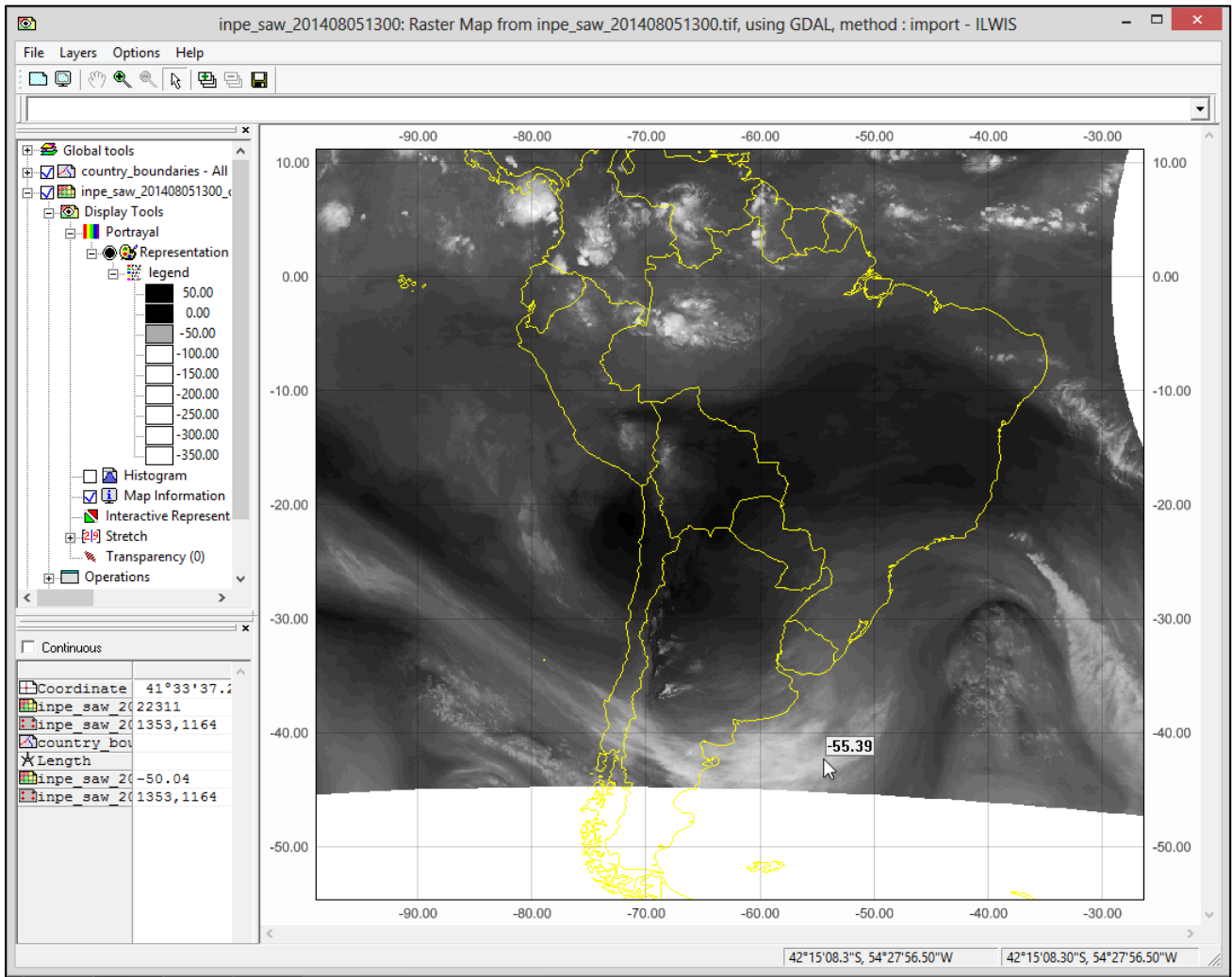


Figura 36: Visualização da imagem do infravermelho com “**Strech**” entre **-30** e **30** aplicado

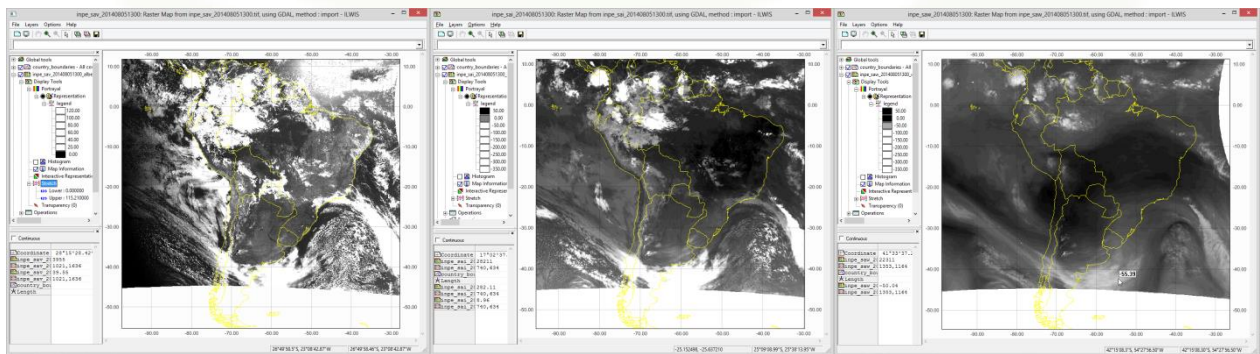
Repita todo procedimento da **Atividade 3** utilizando a imagem “**inpe\_saw\_201408051300**” para obter a imagem do canal vapor d’água também em graus Celsius. Lembre-se que na janela “**Map Calculation**”, você pode realizar a seguinte operação:  $(\text{'inpe\_saw\_201408051300'} / 100) - 273.15$ . Aplique um “**Strech**” entre **-50** e **7.91** para melhor visualização.





**Figura 37: Imagem do canal vapor d'água convertida para Celsius, com "Strech" aplicado**

Agora temos as três imagens necessárias para a próxima atividade, a interpretação das variáveis físicas.



**Figura 38: As três imagens (visível, infravermelho janela e vapor d'água, tratadas, para serem utilizadas na próxima atividade**



### Atividade 3 – Interpretação física dos valores obtidos para diferentes bandas espectrais em diferentes regiões (solo, oceano, nuvem e outros)

Considere as áreas “A” a “J” a seguir:

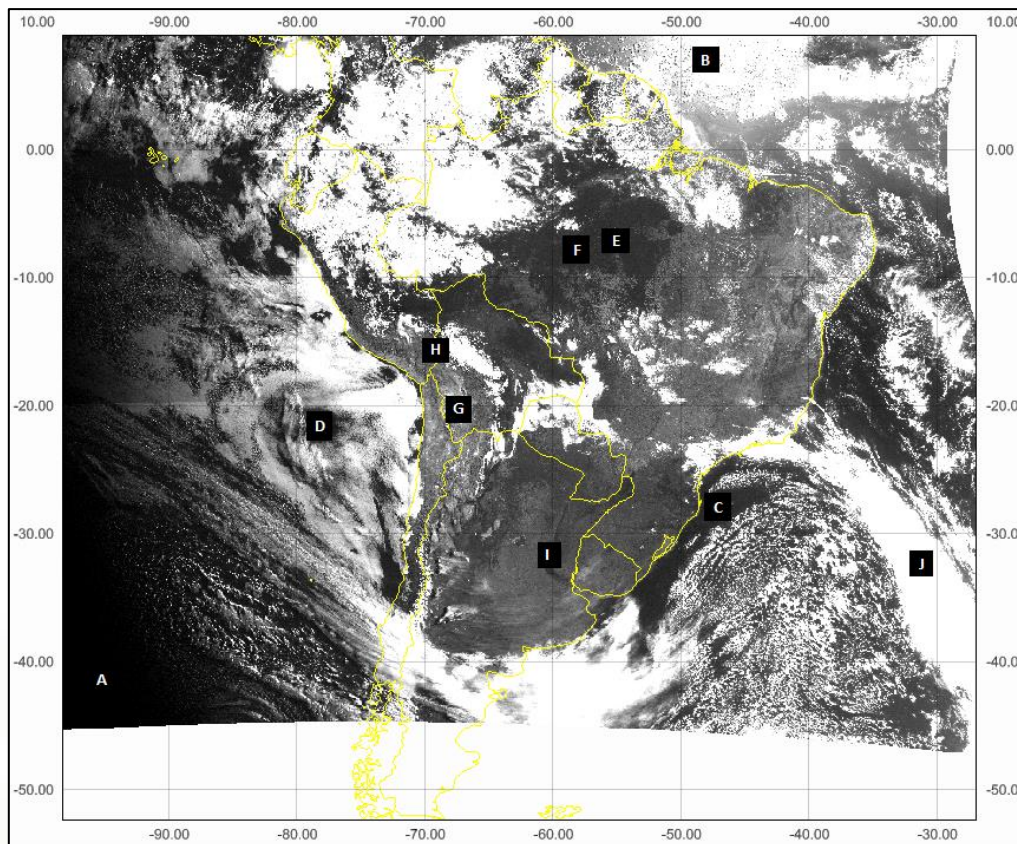



Figura 39: Áreas de análise

Preencha a tabela da próxima página com os valores aproximados de Albedo e Temperatura de Brilho para as posições geográficas “A” a “J”. Identifique os alvos conforme exemplos “C” e “H”. Responda as questões 1 a 5.

**Obs.:** Utilize a ferramenta “Zoom In” (ícone  na barra de ferramentas superior, ou **Ctrl + I**) para visualizar as regiões com mais detalhes. Após selecionar a ferramenta, clique com o botão direito na área de visualização do mapa e arraste o cursor, selecionando a área de zoom desejada. O exemplo abaixo demonstra a visualização das regiões “E” e “F”. Para voltar a visualização completa do mapa, clique com o botão direito no mapa e selecione a opção “Entire Map” (ou **Ctrl + E**).

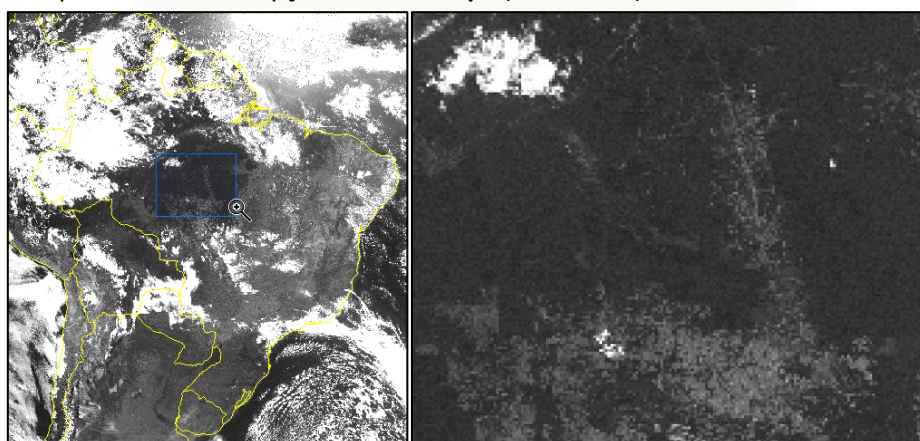


Figura 3x: Exemplo de zoom nas regiões “E” e “F”



**TABELA – ALVO, VALORES DE ALBEDO E TEMPERATURA DE BRILHO**

Região	Latitude Aproximada	Longitude Aproximada	Alvo	VIS [%]	INFRA [°C]	VAPOR [°C]
A	41°36 S	96°29 W				
B	8°50 N	48°27 W				
C	28°04 S	47°35 W	Oceano Atlântico	1.5	17	-23
D	21°12 S	78°19 W				
E	7°16 S	55°19 W				
F	7°30 S	57°55 W				
G	20°15 S	67°29 W				
H	15°45 S	69°28 W	Lago Titicaca			
I	32°37 S	60°34 W				
J	32°13 S	30°40 W				

**Questões de interpretação:**

- 1- Justifique a diferença entre os valores obtidos no Visível, Infravermelho e Vapor na região “D”.
- 2- Identifique dois conjuntos de alvos cujas temperaturas de brilho sejam próximas, possuindo refletâncias razoavelmente diferentes ou vice-versa.
- 3- Comente sobre as regiões de oceano “D” e “G”. São regiões que apresentam a mesma temperatura de brilho no infravermelho janela (10  $\mu$ m), porém o valor não é o mesmo na banda de absorção no vapor d’água (6  $\mu$ m).
- 4- As regiões “C” e “D” são regiões de céu claro. Baseada nas temperaturas de brilho do infravermelho, você poderia afirmar que essa temperatura é a próxima da superfície oceânica?
- 5- Verificar os valores máximos e mínimos de refletância. Justifique.