

I: Sensores Especiais

Neste capítulo aprenderemos a processar no ENVI imagens de alguns sensores que requerem processamento especial e algumas técnicas para o melhor aproveitamento da mesma.

1. Processamento de Imagens Aster

O Aster (Advanced Spacebone Thermal Emission and Reflection Radiometer) é o sensor do satélite Terra que gera imagens de alta resolução, com aplicações para diversas áreas, como agricultura, cartografia, uso do solo, urbanismo, geologia, ecologia, etc. As imagens Aster são fornecidas em formato .HDF (Hierarchical Data Format), que é um arquivo que está incluso a própria imagem e um banco de dados associado, contendo informações como tabelas, coordenadas de efemérides, gráficos de reflectância, arquivos de calibração, etc. Esse banco de dados pode ser visualizado e analisado utilizando o software IDL ou o software NOESYS, na qual a SulSoft Serviços em Processamento de Dados (<http://www.sulsoft.com.br>) é distribuidora e representante exclusiva no Brasil.

As imagens Aster são obtidas através de três subsistemas de telescópios distintos: VNIR, SWIR e TIR. O módulo VNIR gera imagens de alta resolução, dispostas em 4 bandas, sendo duas na região do visível e duas na região do infravermelho (com quase o mesmo intervalo de onda, porém com um diferente ângulo de visada (uma imagem em “Nadir”, a outra em “backdoor”); o módulo SWIR gera imagens no comprimento de onda infravermelho, dispostas em 6 bandas; e o módulo TIR , que opera no infravermelho distante e produz imagens em 5 bandas. Veja tabela abaixo:

	Módulo	Resolução (em metros)	Comprimento de Onda Médio (em micrômetros)
Banda 1	VNIR	15	0,5560
Banda 2	VNIR	15	0,6610
Banda 3N	VNIR	15	0,8070
Banda 3B	VNIR	15	0,8040
Banda 4	SWIR	30	1,6560
Banda 5	SWIR	30	2,1670
Banda 6	SWIR	30	2,2090
Banda 7	SWIR	30	2,2620
Banda 8	SWIR	30	2,3360
Banda 9	SWIR	30	2,4000
Banda 10	TIR	90	8,2910
Banda 11	TIR	90	8,6340
Banda 12	TIR	90	9,0750
Banda 13	TIR	90	10,6570
Banda 14	TIR	90	11,3180

A disposição espectral de comprimento de onda por transmissão atmosférica encontra-se na figura abaixo (Figura I -1):

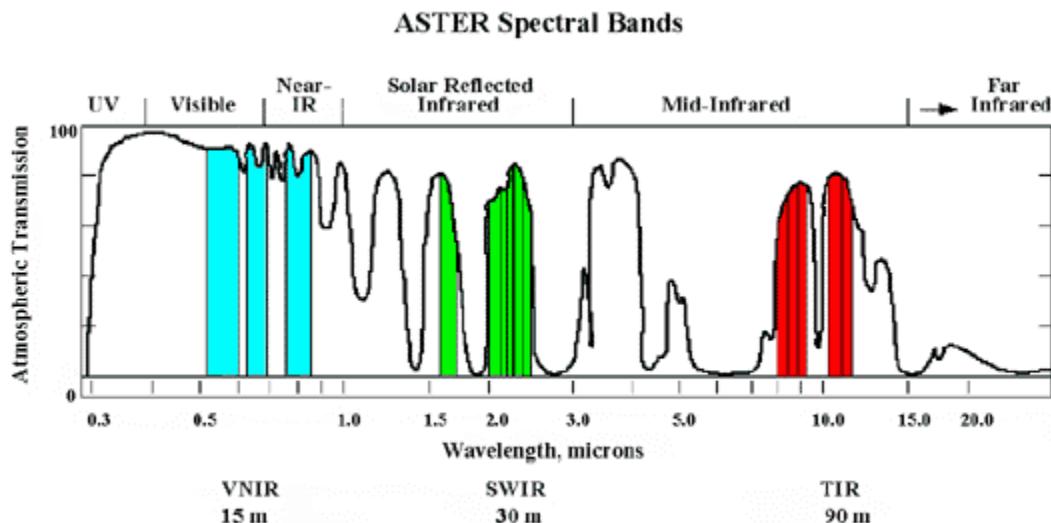


Figura I-1: Comportamento das bandas espectrais do Aster

Nos capítulos abaixo, aprenderemos a processar e extrair dados das imagens Aster com o ENVI

1.1. Processando a imagem Aster...

As imagens Aster podem ser adquiridas com o pagamento de uma pequena taxa através do site :

<http://edcimswww.cr.usgs.gov/pub/imswelcome/>, elas virão em formato de arquivo .HDF, como foi visto acima, mas o usuário terá que tomar cuidado, pois os arquivos das imagens Aster, quando descarregados, não vem explícito no arquivo a extensão nativa do mesmo. Por exemplo, uma figura em formato .JPEG tem o nome de “NOME.JPG” ou “NOME.jpeg”, já a imagem Aster terá apenas o nome nativo, apesar de ser um arquivo no formato .HDF . Mas o usuário não precisa se preocupar, pois o ENVI lê a imagem sem qualquer problema.

Elas estão divididas em dois níveis: 1A e 1B. As imagens do nível 1B são geocorrigidas, e as do nível 1A são brutas, sem correção.

1.1.1. Imagem Aster 1B

Os dados da Aster 1B são calibrados radiometricamente e geometricamente, derivado do nível 1A.. Os dados são produzidos no "Ground Data System (GDS)", que situa-se em Tokio, no Japão e enviados para o "US EROS Data Center's (EDC)" e para o Distributed Active Archive Center (DACC)", aonde são armazenados, distribuídos e processados para o nível 2 e 4.

Veja abaixo algumas características das imagens Aster do nível 1B:

Nome do granulado: AST_L1B

Dimensões::

VNIR: 4200 linhas x 4980 colunas; VNIR (3B): 4600 x 4980;

SWIR: 2100 x 2490; TIR: 700 x 830

Tamanho dos arquivos:

VNIR (1,2,3N) = 62,748,000 Bytes

VNIR (3B) = 22,908,000 Bytes

SWIR (4-9) = 31,374,000 Bytes

TIR (10-14) = 5,810,000 Bytes

Total: 118 Megabytes

Projeção: Universal Transverse Mercator (UTM)

Datum: WGS84

Data Format: HDF-EOS

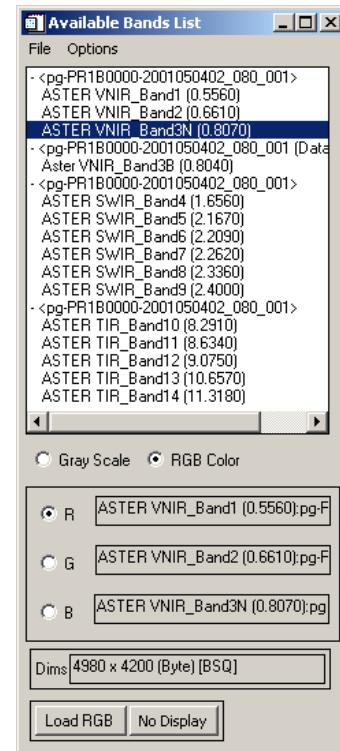


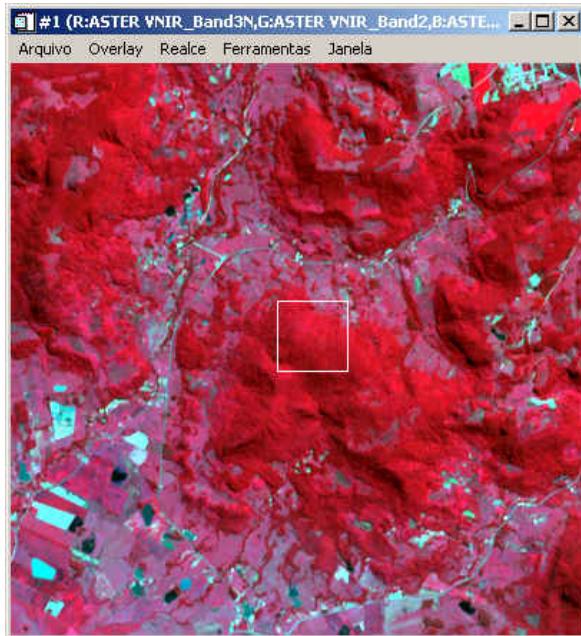
Figura I-2: Disposição do arquivo das imagens Aster 1B na janela “Available Bands List”

Carregando a imagem Aster 1B...

- Selecione, dentro do menu principal, a cadeia de comandos “Arquivo – Abrir Imagem do ENVI”, ou senão, selecione “Arquivo – Abrir Imagem Externa – EOS (Satélite Terra) – Aster 1A/1B”.
- Escolha o arquivo desejado. No nosso caso, selecionaremos primeiramente a do nível 1B. Ela carregará na janela “Available Bands List”, igual á figura I – 2.

Como pode ser visto na figura I – 2, o HDF das imagens Aster estão divididos em 4 sub-arquivos diferentes. O primeiro deles possui as três primeiras bandas de alta resolução (VNIR) com as cenas em Nadir, e o segundo sub arquivo é a banda 3B que serve para gerar visão estereoscópica com a 3N. Detalhes veremos mais abaixo, quando falarmos das imagens Aster nível 1A, que são as imagens mais apropriadas para trabalhar com a estereoscopia e geração de Modelo Digital de Terreno (MDT); mais um arquivo para a SWIR (resolução de 30 metros) e o último para a TIR (resolução de 90 metros)

- Carregue os arquivos VNIR em uma composição colorida qualquer. A composição R-3N; G-2; B-1 equivale a composição colorida R-4; G-3; B-2 do LandSat. Para colocar verdes como falsa-cor na imagem, selecione a composição colorida R-2; G-3N; B-1. Veja os resultados nas duas figuras abaixo:



**Figura I-3: Imagem Aster –
Composição colorida RGB 3N,2,1**



**Figura I-4: Imagem Aster –
Composição colorida RGB 2,3N, 1**

As imagens Aster do nível 1B já são geocorrigidas, ou seja, já possuem a correção “radiométrica ou geométrica?” e também a eliminação de ruídos. Como o arquivo HDF também possui um banco de dados associado a imagem, com as suas coordenadas efeméricas, o ENVI automaticamente georreferencia essas imagens para o datum WGS 84, a projeção UTM e a zona adequada à região geográfica. Dê um duplo clique na região da janela da imagem que aparecerá a janela “Cursor Location Value”, com as informações de georreferenciamento da imagem. É bom observar que a imagem NÃO fica orientada para o Norte, apenas é georreferenciada.

- Para orientar a imagem ao Norte, o usuário deverá olhar o cabeçalho da imagem Aster diretamente no ENVI para ver o ângulo de rotação que a imagem tem com a sua órbita.
- Selecione, dentro do menu principal, a cadeia de comandos “Arquivo – Editar Cabeçalho de Arquivo ENVI”.
- Aparecerá a janela “Edit Header Input File”. Selecione qualquer um dos arquivos da imagem Aster e clique em OK.

- Aparece a janela: “Header Info: ...”. Selecione, dentro dessa janela, as opções “Edit Attributes – Map Info”. Aparece a janela “Map Information”.
- No campo “Map Rotation”, aparece o valor do ângulo da órbita em relação ao Norte. Anote esse valor, ou senão, selecione-o, clique com o botão direito do mouse, e selecione a opção “Copiar” (para sistemas Windows). Em Linux, basta selecionar o valor do ângulo e clicar em OK que depois, ele colará, onde for desejado (mais abaixo veremos...).
- Feche as janelas “Map Information” e “Header Info: ...”.
- Agora, selecione, dentro do menu principal, a cadeia de comandos “Ferramentas – Rotacionar/Girar Imagens”.
- Aparecerá a janela “Rotation Input File”. Selecione a imagem desejada e clique em OK (veja texto abaixo).

Como foi dito anteriormente, as imagens Aster do nível 1B subdividem-se em 4 sub-arquivos diferentes, sendo o primeiro o VNIR para as três primeiras bandas de alta resolução, o segundo, para a VNIR com visada em “backdoor” (ângulo de visada diferente do Nadir), o terceiro sub-arquivo agrupando as bandas SWIR, com resolução de 30 metros, e o quarto e último sub-arquivo agrupando bandas de resolução de 90 metros, no infravermelho distante (infravermelho termal). Como elas não estão no mesmo arquivo, propriamente dito, quando se vai aplicar operações na mesma, é possível somente aplicar a um sub-arquivo, e não para ela inteira. Por exemplo, se a imagem for salva para formato .GeoTIFF, ENVI, etc, as bandas de diferente resolução não poderão ser incluídas, e sim, as de mesma resolução. Veja como as imagens se dispõem nas janelas que gerenciam arquivos antes de executarem funções no ENVI se comportam (Figura I-5):

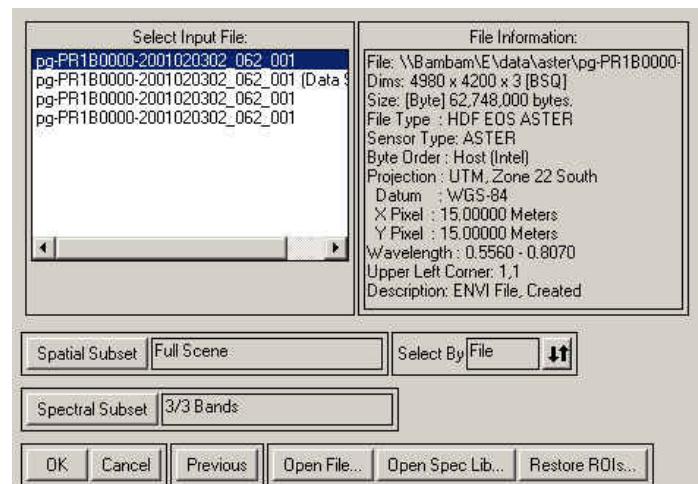


Figura I-5: Comportamento dos arquivos da imagem Aster 1B na janela de seleção de arquivos do ENVI

Note que, quando o usuário carrega a imagem Aster 1B, o ENVI gera um cabeçalho dela. Os dados da imagem são do tipo Byte, com exceção da imagem TIR, que é um dado do tipo “Unsigned Int”. Não é recomendável aplicar filtros em imagens desse tipo, portanto, a aplicação de filtros de realce, como o Sharpen, devem ser aplicados somente nas imagens VNIR e SWIR.

No campo “Select Input File”, note a presença dos 4 sub-arquivos de imagem. No campo “Select By”, existe a opção de selecionar banda a banda em vez de selecionar arquivos.

Veja mais informações de cabeçalho a direita da janela de seleção de arquivos de imagem (no campo “File Information”).

Voltando a rotação das imagens...

- Selecione o arquivo que contém o módulo em que se queira fazer a rotação. Clique em OK.
- Aparece a janela “Rotation Parameters” (Figura I-6)
- No campo “Angle”, insira o valor da rotação da imagem que foi anotado lá no “Edit Header – Map Info”, ou clique, com o botão direito do mouse sobre o campo, e selecione “colar”, caso o número tenha sido copiado com a opção de copiar do Windows. No Linux, clique com o botão central do mouse
(NOTA: não clique <Ctrl + Botão esquerdo do mouse> no Linux, a não ser que o mouse tenha somente dois botões). **Importante:** O valor apresentado no header é negativo, mas o valor que terá que ser inserido no campo “Angle” é positivo. Por exemplo, se o ângulo de rotação for -9.3, terá que ser inserido o valor 9.3 para a rotação.
- Deixe a opção “No” em “Transpose”, deixe como 0 (zero) o valor de background (valor de fundo=preto), defina o arquivo de saída e clique em OK. A imagem ficará orientada ao Norte.

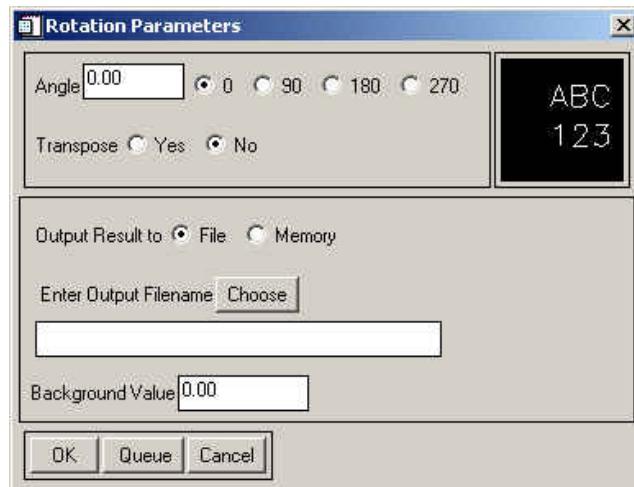


Figura I-6: Janela “Rotation Parameters”, de entrada do valor do ângulo de rotação da imagem

1.1.2. Imagem Aster 1A

As imagens Aster do nível 1A são brutas: Não há nelas nenhum nível de correção radiométrica e filtros.

A imagem Aster 1A também não é georreferenciada automaticamente, ao contrário da imagem Aster 1B, mas é através dela que se pode extrair os modelos digitais de terreno, usando as bandas 3N e 3B.

A SulSoft desenvolveu um aplicativo que extrai automaticamente modelos digitais de terreno (MDT's) através das imagens Aster 1A , com resolução de 30 metros. Detalhes como adquirir a rotina, acesse as homepages www.envi.com.br ou www.sulsoft.com.br .

Veja abaixo algumas características das imagens Aster do nível 1A:

Nome do granulado: AST_L1A

Extensões das imagens: [~ 60 x 60 km]

VNIR: 4200 linhas x 4100 colunas;

VNIR (3B): 4600 x 5000;

SWIR: 2100 x 2048; **TIR:** 700 x 700

Tamanho dos arquivos:

VNIR (1,2,3N) = 51,660,000 Bytes

VNIR (3B) = 23,000,000 Bytes

SWIR (4-9) = 25,804,800 Bytes

TIR (10-14) = 4,900,000 Bytes

Total = 107 Megabytes

Data Format = HDF-EOS

Carregando a imagem Aster 1A...

- Selecione, dentro do menu principal, a cadeia de comandos “Arquivo – Abrir Imagem do ENVI”. Também pode-se selecionar, dentro do menu principal, a cadeia de comandos “Arquivo – Abrir Imagem Externa – EOS (Satelite Terra) – Aster 1A/1B”.
- Escolha a imagem Aster 1A desejada e clique em OK. O resultado aparecerá na lista de bandas disponíveis (Available Bands List).

Note que, ao contrário da imagem Aster do nível 1B, a Aster 1A é dividida em 7 sub-arquivos. A diferença é que as três primeiras bandas de alta resolução (1, 2 e 3N do módulo VNIR) estão separadas em arquivos diferentes (veja figura I-7).

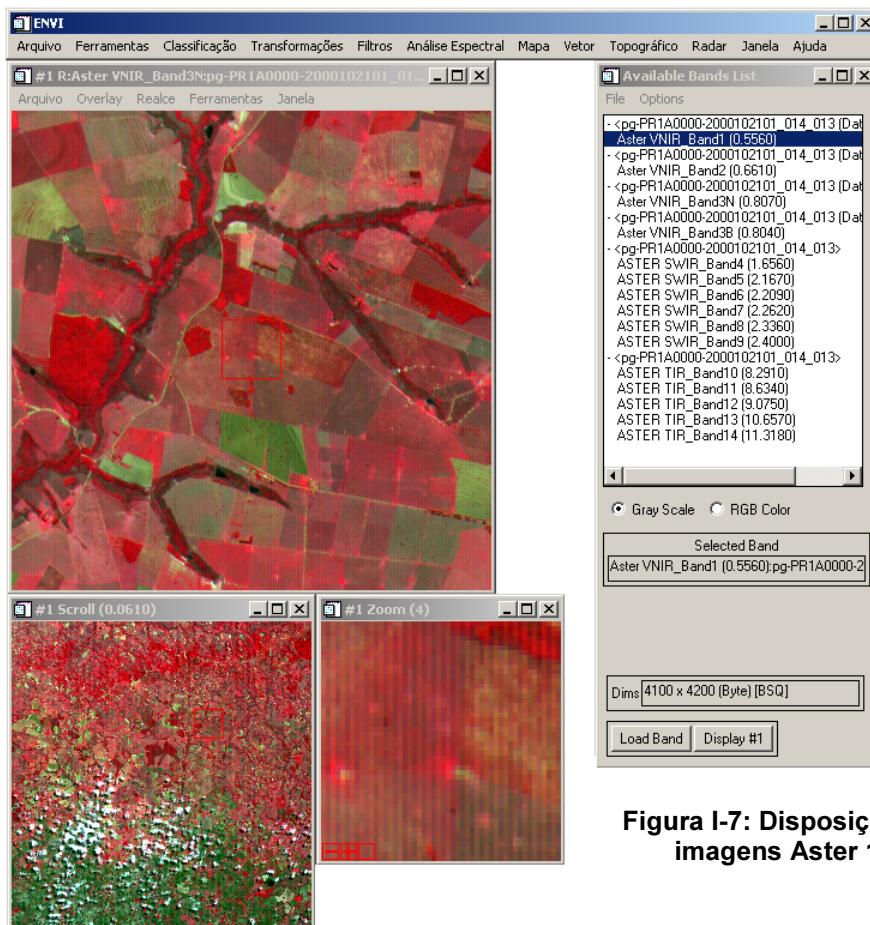


Figura I-7: Disposição da imagens Aster 1A no ENVI

A imagem Aster do nível 1A possui uma falha sistemática na vertical. Ela pode ser melhor visualizada nas janelas de Scroll e Zoom. Para corrigir essas falhas, existe um procedimento detalhado no guia G, capítulo 4, de nome “Filtro FFT (Transformada de Fourier)”.

1.2. Usando as bandas termais do Aster...

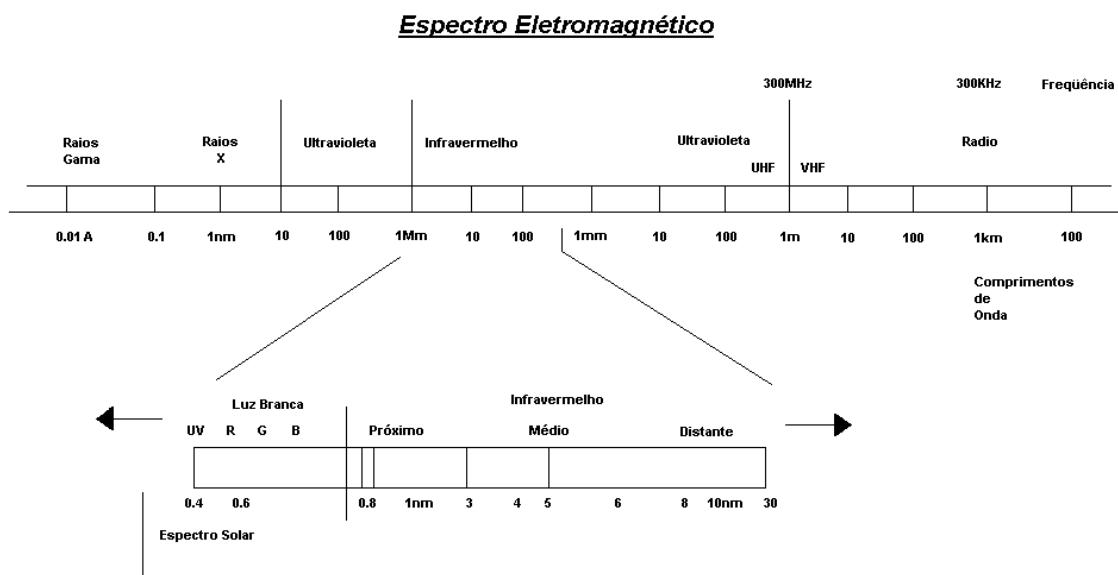
As imagens Aster, tanto do nível 1A como do nível 1B, possuem 5 canais (bandas) que operam no infravermelho termal, facilitando e refinando ainda mais as observações no infravermelho distante (costuma-se chamar o infravermelho termal de infravermelho distante). O módulo TIR (módulo TIR no Aster é o módulo que trabalha com o infravermelho termal) possui uma resolução de 90 metros e estão no formato Unsigned Integer. Também são georreferenciados automaticamente, assim como os outros módulos da imagem Aster, já que o módulo TIR também se encontra no mesmo arquivo, porém, é um sub-arquivo diferente, como foi visto acima.

1.2.1. As ondas no infravermelho...

Primeiramente, é bom o usuário ter a noção de diferenças entre o infravermelho refletido e o infravermelho termal: O infravermelho refletido opera em um intervalo de comprimento de onda de cerca de $0,7\mu\text{m}$ até $3\mu\text{m}$; ela está bem próxima do visível, e é utilizada para refinamento de alvos espectrais, geologia, controle de regiões florestais, monitoramento ambiental, agricultura e muitas outras aplicações, já que certos objetos, corpos ou alvos possuem características especiais de reflectância no infravermelho. Por exemplo, a vegetação seca emite uma quantidade muito maior de ondas no comprimento do infravermelho do que uma vegetação úmida, que tende a “segurar” o infravermelho, já que uma propriedade da água é a de absorver os raios infravermelhos.

Já a radiação do infravermelho termal é diferente da radiação do infravermelho refletido. A propriedade básica de um infravermelho termal é que ela emite ondas de calor, essa energia é a energia das ondas que vem da fonte (usemos como exemplo o nosso Sol, que é responsável por quase toda a energia da Terra) e é armazenada no corpo e depois, por consequência, emitida na forma de calor (infravermelho distante, com valores de comprimento de onda entre $3\mu\text{m}$ até cerca de $15\mu\text{m}$). Toda a energia solar não é absorvida pelos corpos, parte dela é refletida, parte dela é armazenada e depois, emitida.

Veja na figura abaixo o comportamento das ondas no espectro eletromagnético:



Para saber mais: Imagens Aster

Veremos neste capítulo algumas aplicações e benefícios das imagens Aster. Veja a imagem a seguir:

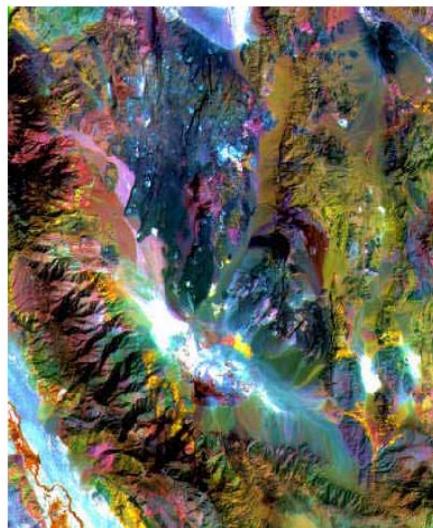


Figura I-8: Imagem Aster de Saline Valley, Califórnia, EUA, em composição colorida R4, G6, B8.

Esta é uma imagem Aster de uma região geologicamente rica, chamada de “Vale do Sal” nos Estados Unidos. Como está dito na indicação da figura, foi utilizado uma composição colorida R4 G6 B8. Os detalhes em amarelo e verde correspondem a regiões rica em calcário, já as regiões com a cor púrpura é rica em Kaolinita. Como foi visto anteriormente, as imagens Aster possuem muitas bandas na região do Infravermelho médio (1,6 – 2,4 mm) e infravermelho distante ou termal (8 – 12mm). Tendo uma maior resolução espectral nesses intervalos, o refinamento e, consequentemente a qualidade das distinções de alvos espectrais será maior.

Veja nas figuras abaixo uma comparação dos intervalos de comprimentos de onda abrangidos pelo Aster com o LandSat TM:

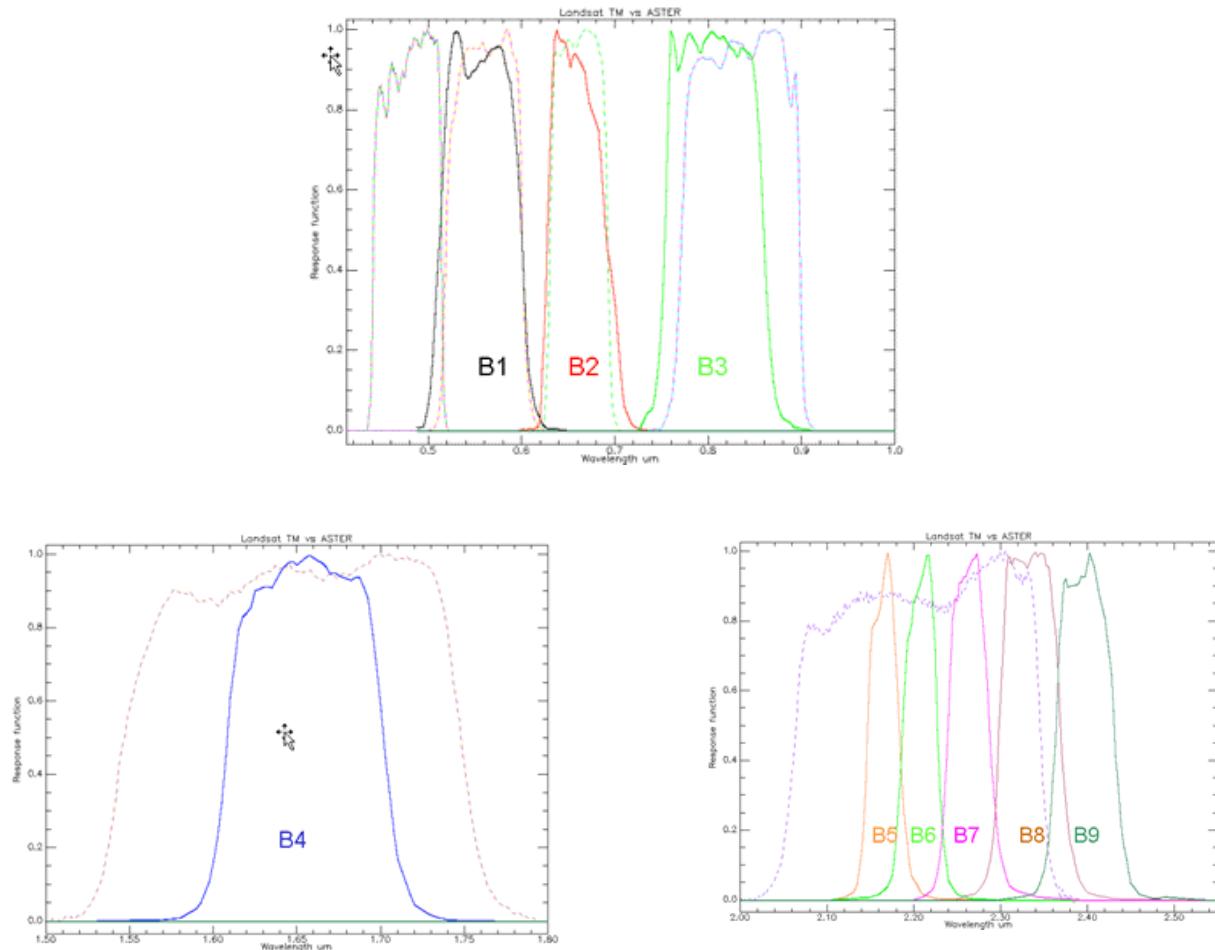


Figura I - 9: Comparação entre o intervalo de ondas do espectro absorvidos pelo Aster (linhas contínuas) e LandSat (linhas pontilhadas).

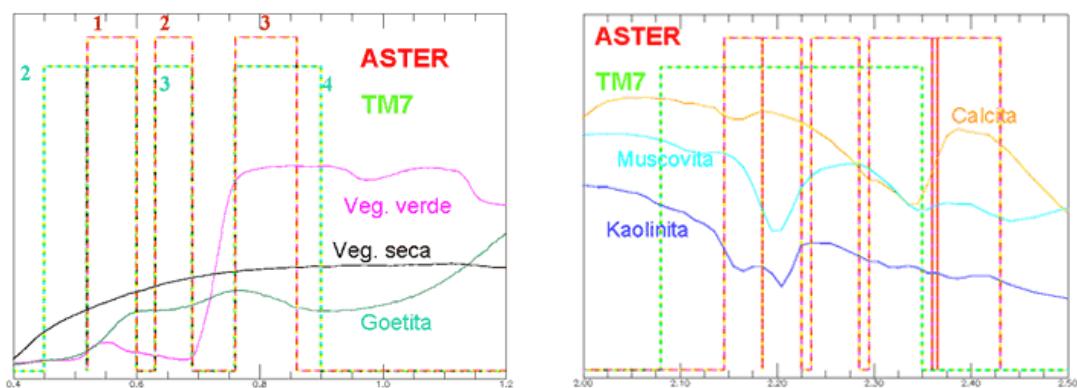


Figura I - 10: Mais um comparativo entre Aster e LandSat TM 7. Agora, comparando o intervalo das bandas dos respectivos sensores com os índices de reflectância de alguns objetos.

Veja na figura ao lado a FWHM da banda 4 do Aster:

FWHM, como o nome já diz (Full Widht – Half Maximum) é o intervalo de comprimento de onda que tem que ser fornecido para que a área da curva de reflectância preenchida pelo intervalo fornecido seja de 90%. Como pode ser visto na figura ao lado, o intervalo do FWHM está entre 1.61 e 1.7. Se calcularmos a área da curva neste intervalo de integração, veremos que a área total do intervalo em X (Wavelengths) corresponderá a 90% da área total da curva. Para fornecer o valor do FWHM do cabeçalho do ENVI, siga os seguintes passos:

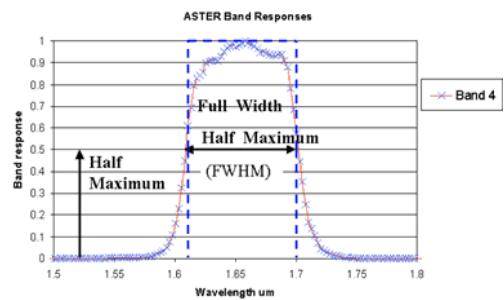


Figura I –11: FWHM da banda 4 do Aster

- Selecione, dentro do menu principal, a cadeia de comandos “Arquivo – Editar Cabeçalho de Arquivo ENVI”;
- Aparece a janela “Edit Header Input File”. Selecione a imagem desejada e clique em OK;
- Aparecendo a janela “Header Info: ...”, selecione a opção “Edit Attributes – FWHM”. Aparece a janela “Edit FWHM values” (Figura I –12).

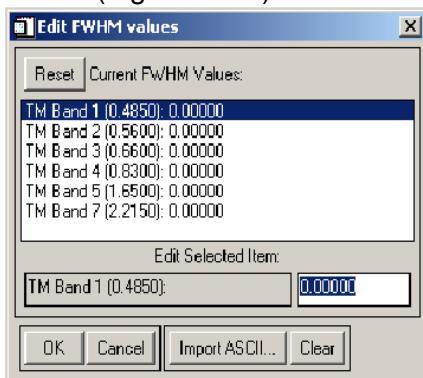


Figura I – 12: Janela de edição dos valores de FWHM para uma imagem.

- No campo “Edit Selected Item” , à esquerda, o usuário deverá fornecer o valor do intervalo “Half Maximum”. Usando o exemplo acima da banda 4 do Aster, o valor fornecido deverá ser de 0.9, pois é o tamanho do intervalo que compreenderá a área de 90% da curva, conforme mencionado anteriormente;
- Clique em OK que os valores de FWHM serão adicionados no cabeçalho. Para saber destas informações, consulte a página do fornecedor das imagens.

2. Processamento de Imagens MODIS

2.1. Introdução

MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) é um dos cinco instrumentos do satélite TERRA. O MODIS visualiza toda a superfície da Terra a cada 1-2 dias, com uma varredura de 2.330 km (swath), adquirindo dados em 36 bandas espectrais distintas. Veja na tabela abaixo algumas características do sensor MODIS:

Características do MODIS	
Alcance Espectral	0.4-14.4 µm
Cobertura Espacial	± 55°, 2330 km em fileira (scans contínuos em nadir no equador)
Resolução Espacial	250 m (2 bandas), 500 m (5 bandas), 1000 m (29 bandas) em nadir
Ciclo Obrigatório	100 %
Taxa de Dados	6.2 Mbps (avg), 10.8 Mbps (dia), 2.5 Mbps (noite)
Massa	274 Kg
Força	162.5 W (avg para uma órbita), 168.5 W (pico)

Por exemplo, o sensor mede o percentual da superfície do planeta que estão cobertas por nuvens quase todos os dias. Esta ampla cobertura espacial irá permitir MODIS, juntamente com MISR e CERES, determinar o impacto das nuvens e aerosóis no orçamento de energia da Terra. O sensor possui um canal inovador (centralizado em 1,375 microns) para detecção de nuvens do tipo cirrus (principalmente as mais "leves"), as quais acredita-se que contribuem para o aquecimento por refração de calor emitido pela superfície. Reciprocamente, acúmulos de nuvens e aerossóis são consideradas a possuírem um efeito refrescante na superfície da Terra por reflectância e absorção da luz do Sol. Este efeito no clima irá provar algo significativo nesta longa corrida? MODIS, juntamente com MISR e CERES, irá nos ajudar a responder esta questão.

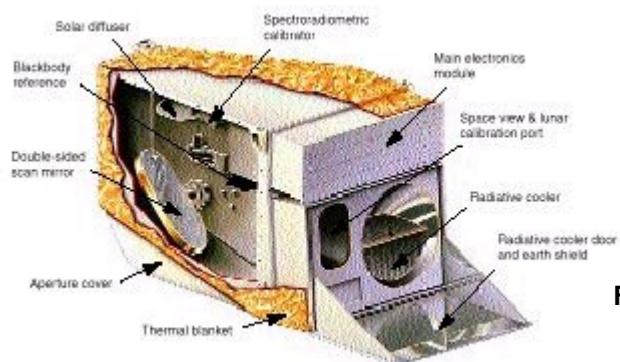


Figura I-9: Esquema do MODIS



Figura I-10: Foto do MODIS

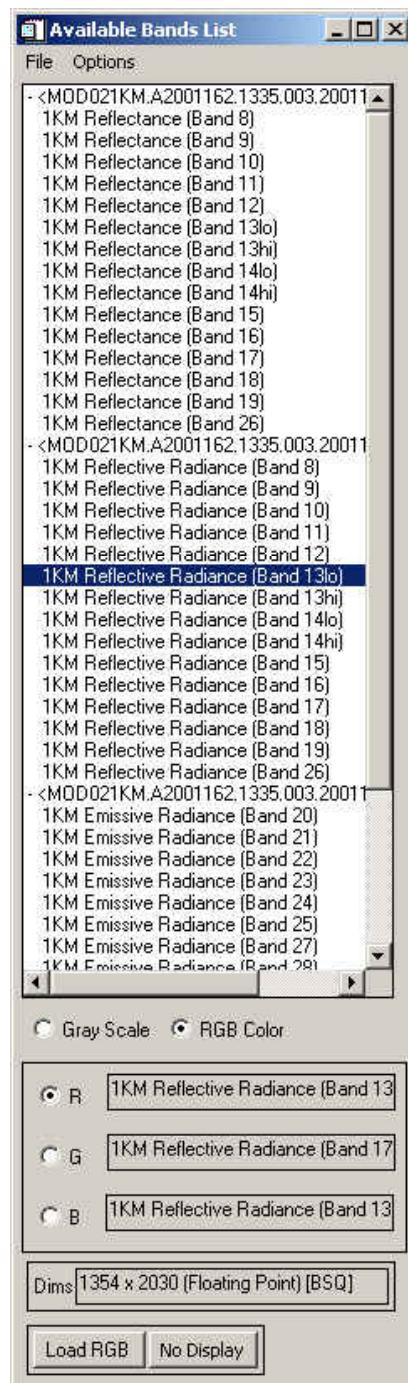
2.2. Carregando as imagens MODIS 1Km...

As imagens MODIS, assim com as imagens Aster, estão dispostas no formato .HDF. Detalhes da estrutura deste arquivo já foi visto acima nos capítulos referentes ao Aster.

- Selecione, dentro do menu principal, a cadeia de comandos “Arquivo – Abrir Imagem do ENVI”
- O usuário também pode optar pela opção “Arquivo – Abrir Imagem Externa – EOS (Satélite Terra) – MODIS 1B”.
- Aparece a caixa de diálogo para a seleção do arquivo. Selecione-o. Os arquivos da imagem MODIS carregarão na janela “Available Bands List” do ENVI, igual à figura I-11.

Note que as imagens MODIS, assim como as imagens Aster, ficam dispostas em subarquivos. Escolhendo a seqüência de comandos indicada acima, aparecerão apenas 3 subarquivos, que na ordem são 15 bandas com imagens de reflectância, 15 bandas com imagens de radiancia reflectiva, e as 16 últimas serão 4 bandas de emissividade. Veja a figura I-11.

Para carregar as imagens, basta selecionar uma composição colorida clicando na opção RGB Color, ou se o usuário desejar carregar no display apenas uma banda, basta clicar em Gray Scale. Um exemplo de imagem carregada está na figura I-12.



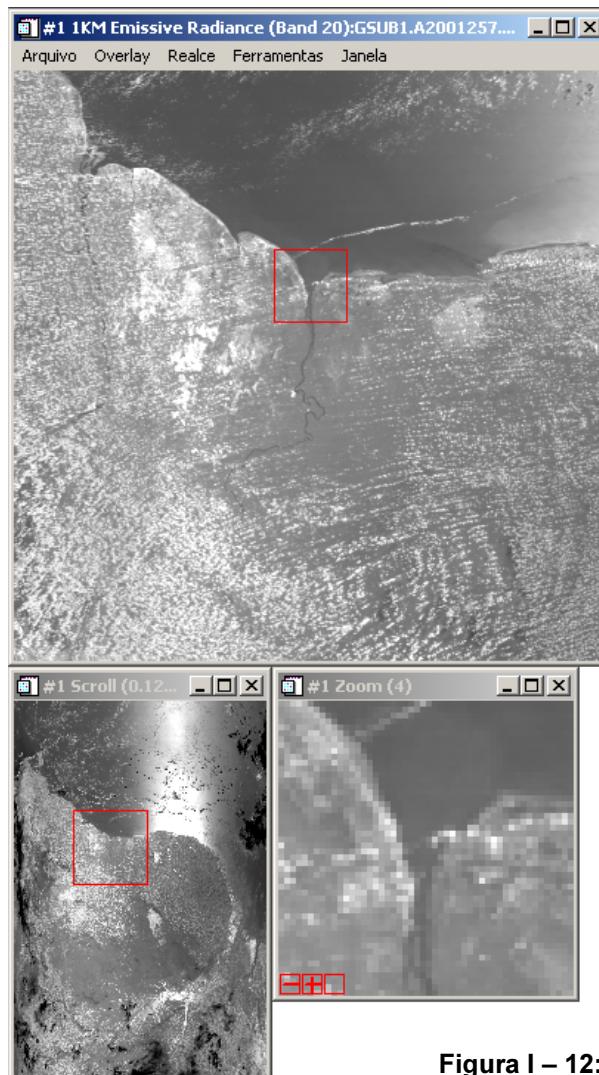


Figura I-11: Disposição das imagens Aster carregadas pelo procedimento normal.

Figura I – 12:
Exemplo da banda 20 da imagem de emissividade carregada no ENVI.

Essas imagens não estão georreferenciadas. Agora veremos como fazer o georreferenciamento dessas imagens automaticamente no ENVI.

2.3. Georreferenciando as imagens MODIS resolução de 1Km

Agora, aprenderemos a georreferenciar as imagens MODIS automaticamente utilizando as ferramentas do ENVI.

IMPORTANTE!!! A função de georreferenciamento automático das imagens MODIS só funciona se estiver instalado o service pack 1, que encontra-se disponível para download no portal brasileiro do ENVI <http://www.envi.com.br> .

- Carregue a imagem MODIS na janela “Available Bands List”, para isso, basta usar o procedimento mencionado acima, não é preciso carregá-la no display.
- Logo após, selecione, dentro do menu principal, a cadeia de comandos “Mapa – Georreferenciar MODIS1B” (Figura I -13).
- Aparecerá a janela “MODIS Input File”. Selecione o arquivo desejado e clique em OK.
- Logo após, aparece a janela “Georeference MODIS Parameters” Selecione os parâmetros de projeção cartográfica desejados, o número de pontos desejados para a transformação geométrica e clique em OK.

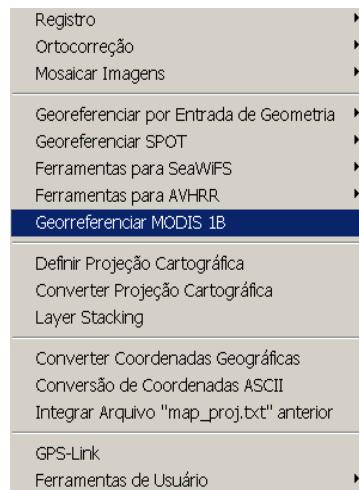


Figura I –13: Acessando a função de georreferenciar MODIS...

Nessa parte o usuário tem que tomar muito cuidado com o tipo de projeção escolhida, Datum, etc. A qualidade dos resultados depende muito da sua cartografia, e nesse caso, estamos lidando com o MODIS, que é um satélite de campo de visão largo, portanto, abrange uma grande área imageada.

As projeções planas cilíndricas, como a UTM, ou a Gauss-Kruger não são eficientes neste caso, pois elas são recomendadas para pequenas ou médias áreas, como por exemplo, o mapeamento de uma cidade, de uma capital. O IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) usa como projeção cartográfica nos seus mapeamentos a projeção Policônica.

A projeção policônica é recomendada para áreas relativamente grandes (mas pode ser usada também em áreas menores, porém popularmente usa-se às cilíndricas) e em países (ou áreas) com grande extensão Norte-Sul e reduzida extensão leste-oeste. A policônica não é uma projeção nem equivalente, nem equidistante e nem conforme (diferente das cilíndricas, que são conformes), porém nas regiões próximas do meridiano central a projeção assume tanto a conformidade quanto a equivalência da projeção (com uma faixa de erro pequena).

A projeção policônica, assim como um grande número de projeções, é uma projeção que é definida por um Meridiano Central (é a única linha de distorção ZERO) e a latitude de origem geralmente é representada no Equador (mas o usuário, de acordo com a necessidade, pode alterar essa latitude de origem para a área de seu interesse, fugindo dos padrões tradicionais cartográficos) e a sua superfície de representação é constituída

por diversos cones sobre a Terra. Os meridianos são curvas que cortam os paralelos em partes iguais, os paralelos são círculos não concêntricos e não apresentam deformações, e as deformações são pequenas próximas ao meridiano central, mas acentuam-se rapidamente quando nos afastamos do MC.

Nós da SulSoft recomendamos, para georreferenciar a imagem MODIS de uma área que corresponda ao Brasil, utilizar a projeção policônica. Arrastando a janela contendo o nome das projeções para baixo o usuário vai encontrar a projeção “Sample Polyconic”. Ela não é recomendada para a nossa área, pois ela não foi definida de acordo com o nosso território e vai apresentar problemas no resultado, ela é apenas um exemplo de policônica.

Vamos definir a projeção antes de dar continuidade ao georreferenciamento...

- Clique no botão “New...”, que se encontra ao lado do texto “Select Output Projection”.
- Aparece a janela “Customized Map Projection Definition”. Primeiro, defina um nome para a projeção no campo “Projection Name”. Em “Projection Type”, selecione “Polyconic”, e logo mais abaixo, em “Projection Ellipsoid”, clique no botão ao lado com as setas ▲▼ que agora aparecerá escrito “Projection Datum”. Selecione o Datum desejado. O Datum padrão utilizado no Brasil é o SAD 69 do IBGE. O ENVI possui o Datum SAD69/Brazil, que é o Datum SAD69 para o Brasil definido pela NIMA (National Imagery and Mapping Agency) dos Estados Unidos da América.
- Defina um falso-leste e falso-norte nos campos False easting e False northing (recomendamos 20000000 para o Falso Norte e 1000000 para o Falso Leste para evitar valores negativos de coordenadas métricas, o IBGE utiliza como zero o valor de Falso-Leste e Falso-Norte), a latitude de origem pode ser zero e a longitude do meridiano central pode ser de -54 (valor de longitude do centro do Brasil). Clique em OK e o ENVI vai perguntar se você deseja salvar as alterações, clique em OK e siga adiante (Obs.: Esses parâmetros valem se a imagem for do Brasil ou da América do Sul, para qualquer outro lugar, defina uma longitude do MC de acordo com a região).
- O nome que o usuário definiu para a projeção aparecerá na lista das projeções. Selecione-a.
- Em “Number Warp Points”, escolha 100 pontos para X e 100 pontos para Y. Esses pontos ficarão distribuídos em uma grade regular por toda a imagem e serão usados para o georreferenciamento da mesma.
- No campo “Enter Output GCP Filename [.pts]”, o usuário pode definir que os arquivos de pontos de controle gerados pelo ENVI sejam salvos para arquivo. O usuário não precisa necessariamente salvar esses pontos de controle, mas pediremos para o usuário salvá-los afim de usarmos mais tarde. Clicando em “Choose”, o usuário define o diretório em que vai ser salvo o arquivo de pontos (.pts).

- Clique em OK.

Pediremos para quem trabalha com essas imagens que siga rigorosamente os passos mencionados acima, pois a má escolha de uma projeção cartográfica, assim como um número insuficiente de pontos de controle (o ENVI usa 10 pontos como padrão, portanto, sempre temos que mudá-lo) podem acarretar maus resultados de saída. Agora, veremos a parte da transformação geométrica da imagem.

- Depois de clicar em OK, aparece a janela “Registration Parameters”. Em “Warp Method”, clique e selecione a opção “Triangulation”, escolha o método de reamostragem em “Resampling”, deixe como zero o valor de Background e “No” no Zero Edge. Escolha o nome do arquivo de saída e clique em OK.

OBS.: Detalhes de como funcionam os métodos de reamostragens, assim como as transformações geométricas, leia o Guia D do Guia do ENVI, que trata do assunto de Registros, Correções Geométricas e Mosaicos.

OBS2.: Siga também rigorosamente esse passo da escolha do método de transformação (Warp Method), pois estamos trabalhando com regiões muito extensas e as distorções são enormes, onde a curvatura da Terra tem que ser fortemente considerada, e o método de transformação adequado para esse caso é a triangulação, pois as polinomiais são adequadas para áreas menores.

- O resultado aparecerá na lista de bandas disponíveis. Veja a figura I –14:

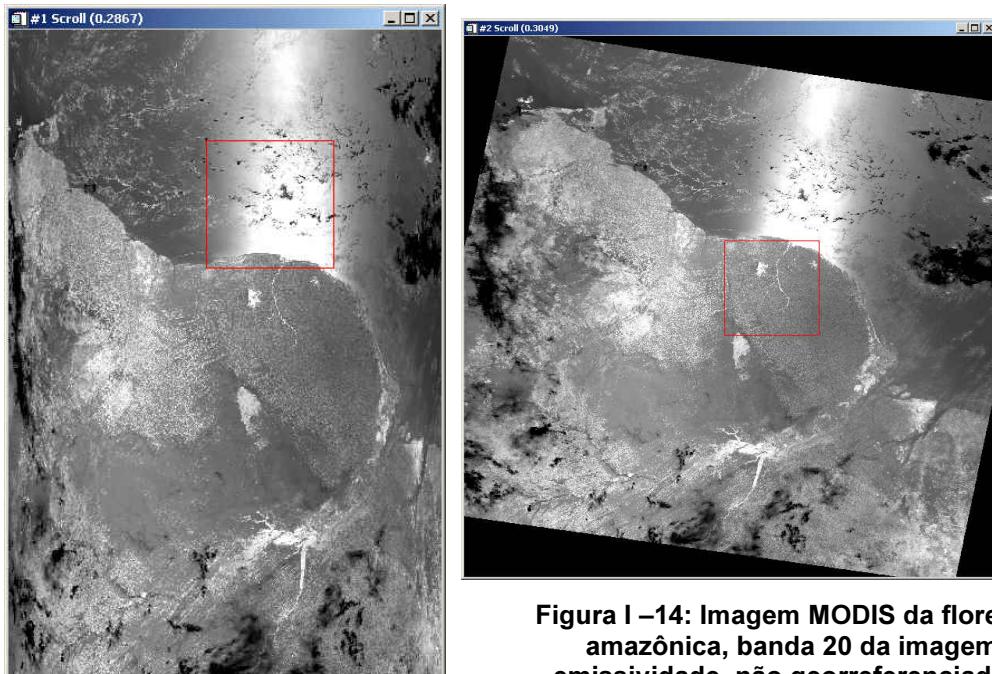


Figura I –14: Imagem MODIS da floresta amazônica, banda 20 da imagem de emissividade, não georreferenciada (à esquerda) e georreferenciada com a projeção cartográfica Policônica e com a transformação

2.3.1. Georreferenciando automaticamente as outras imagens do mesmo arquivo...

Até agora vimos o procedimento padrão para abrir as imagens MODIS de 1Km de resolução que carregam automaticamente no display do ENVI através da cadeia de comandos já citada acima. Pois esses arquivos de imagem, além dos 3 subarquivos de imagem estudados anteriormente, possuem outros que não carregam usando o comando usual, e também não há comandos diretos para o seu georreferenciamento automático. Mas aprenderemos nesta seção como fazê-los. Veja a figura abaixo (I – 15):

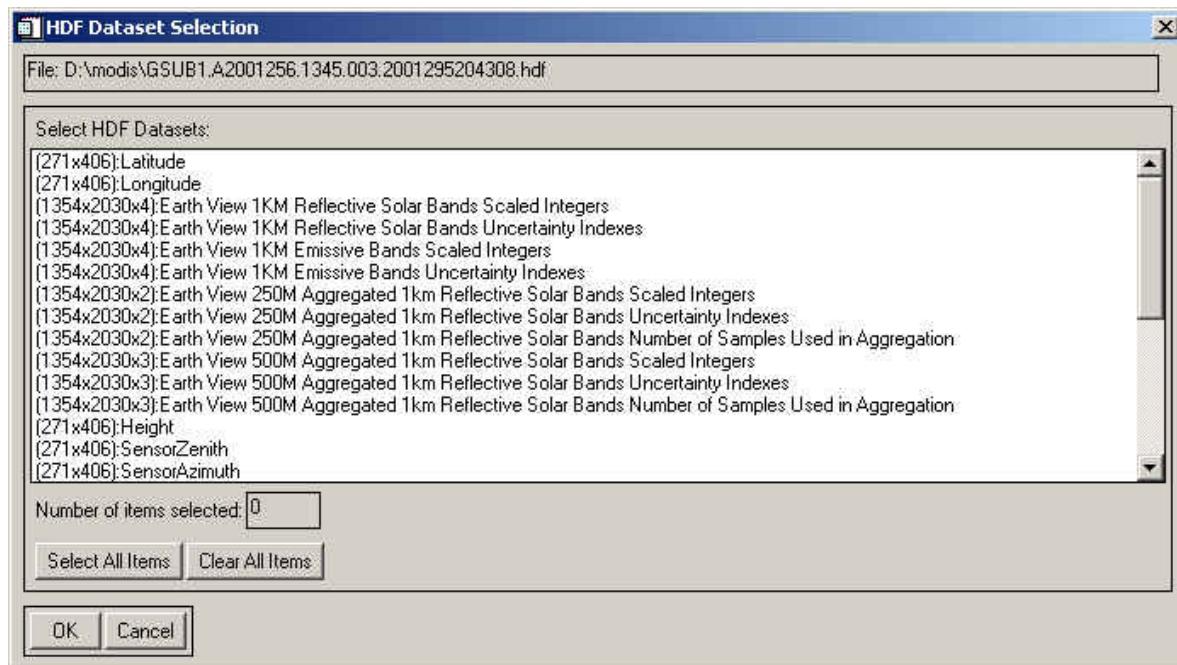


Figura I-15: Visualização dos arquivos contidos dentro do arquivo MODIS HDF.

Como acessar essa janela?

- Selecione, dentro do menu principal, a cadeia de comandos “Arquivo – Abrir Imagem Externa – Formatos Genéricos – HDF”. Selecione o arquivo da imagem MODIS. A janela acima (“HDF Dataset Selection”) abrirá.

O usuário pode perceber a quantidade de arquivos que podem ser armazenados dentro de um HDF: Informações de latitude e longitude efeméricas, azimute do sensor, ângulo zenital, imagens, etc. Tudo isso dentro de um só arquivo. Graças a estes parâmetros o ENVI faz o georreferenciamento automático de alguns arquivos de imagem da cena.

Desses subarquivos que estão presentes na janela acima, apenas o 4º., o 5º. e o 6º. (de cima para baixo, na ordem) são os que abrem automaticamente no ENVI como já vimos. O 7º. Arquivo da lista das imagens de 1Km (Earth View 1KM Emissive Bands Uncertainty

Indexes) são imagens de índices de incerteza dos dados e não é carregada automaticamente pelos procedimentos citados anteriormente.

Seguindo a ordem, o usuário verifica a existência de 3 arquivos de 250 metros e mais 3 de 500 metros. Na verdade, eles são imagens de 250 e 500 metros reamostradas para 1Km (Aggregated 1Km). Essas imagens também não são carregadas, mas aprenderemos a georreferenciá-la automaticamente.

- Selecione os arquivos “Earth View 250M Aggregated 1Km Reflective Solar Bands Scaled Integers” e “Earth View 500M Aggregated 1Km Reflective Solar Bands Scaled Integers”. Clique em OK.
- Logo após, aparece a janela “HDF Data Set Storage Order”. Ela vai aparecer de acordo com o número de arquivos selecionados. Escolha o Interleave BSQ para todas elas.
- Elas vão aparecer na lista de bandas disponíveis.

Georreferenciando as imagens...

O processo de georreferenciamento automático que usaremos é usando os arquivos de controle .pts gerados no georreferenciamento automático das imagens 1Km, vistos na seção acima.

- Selecione, dentro do menu principal, a cadeia de comandos “Mapa – Registro – Retificar com Pontos de Controle Pré-definidos: Imagem para Mapa”
- Aparecendo a caixa de diálogo do Windows, selecione o arquivo .PTS gerado anteriormente para o registro da cena MODIS.
- Aparece a janela “Image to Map Registration”. Selecione a projeção definida anteriormente (a projeção policônica definida pelo usuário).
- No campo X Pixel Size e Y Pixel Size, vai estar como Default 30.0000 (30 metros), mude para 1000 (1km), que é o tamanho do pixel da imagem.
- Logo após, aparece a caixa de diálogo “Input Warp Image”. Selecione a imagem 250metros aggregate 1Km (ou a de 500 metros) e clique em OK.
- Depois, aparece a janela “Registration Parameters”. Escolha o método Triangulation em Warp Method”, defina o nome do arquivo de saída e clique em OK. O resultado aparecerá na lista de bandas disponíveis.

Veja a figura abaixo de uma composição colorida da região do Amazonas utilizando a 250Metros aggregate 1Km:

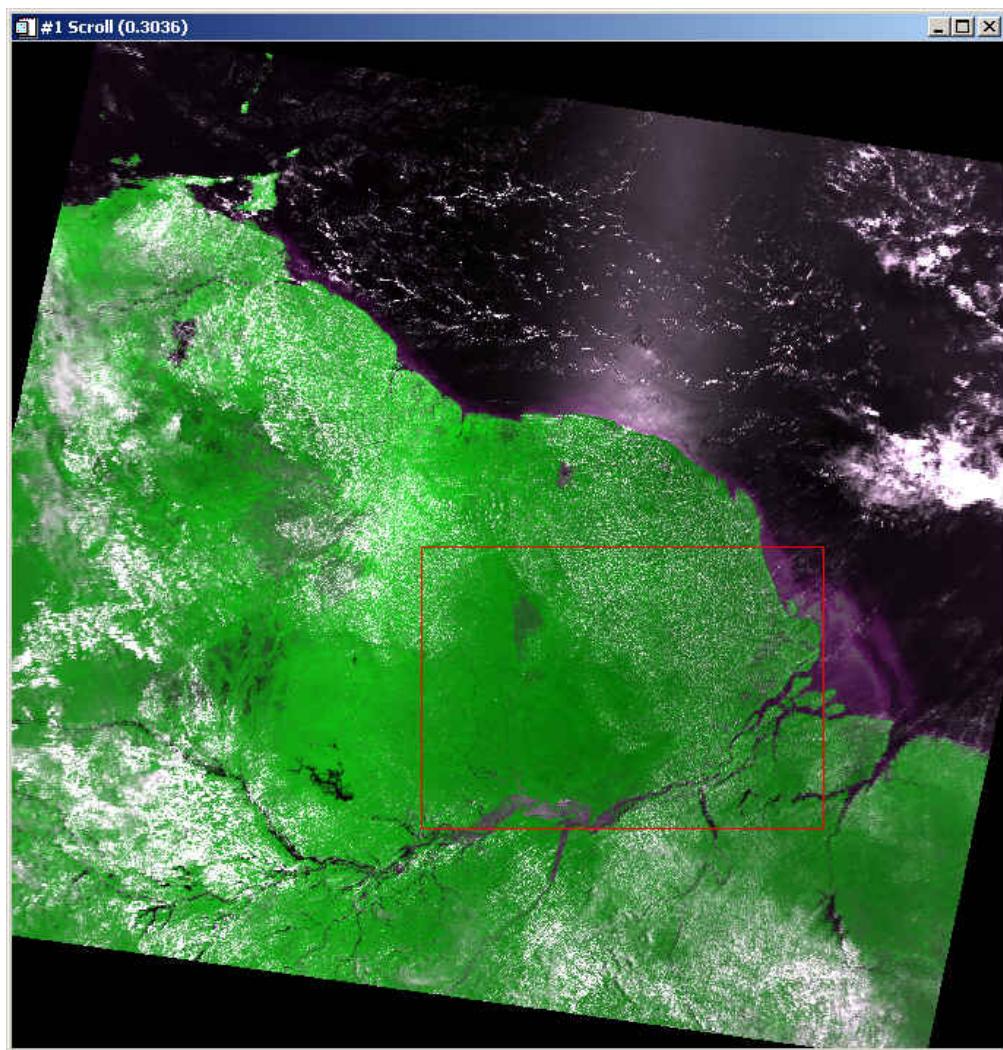


Figura I –16: Imagem MODIS georreferenciada da região do Amazonas usando a imagem 250Metros aggregate 1Km (pixel de 1Km)

2.4. Carregando as imagens MODIS na resolução de 500m e 250m

Assim como as imagens de 1Km de resolução, as imagens MODIS também são distribuídas gratuitamente com resoluções de 500 e 250 metros.

As imagens de 500 metros vêm dispostas em um único arquivo (diferentemente dos subarquivos da Aster e MODIS 1Km) com 5 bandas. O mesmo vale para as imagens de 250 metros (imagens dispostas em um subarquivo), porém ela contém apenas duas bandas.

- Selecione, dentro do menu principal, a cadeia de comandos “Arquivo – Abrir Imagem Externa – Formatos Genéricos – HDF”.
- Aparece a caixa de diálogo do Windows “Enter HDF Filenames”. Selecione a imagem desejada e clique em OK .
- Aparece a janela “HDF Dataset Selection” vista anteriormente. Selecione o arquivo de imagem e clique em OK.

O usuário pode notar que a disposição dos arquivos .HDF dentro desta janela é praticamente idêntica a das imagens de 1Km, porém com menos arquivos, pois o arquivo que contém as imagens de 1Km possui também as imagens de 500 metros e 250 metros com pixel reamostrados para 1Km; consequentemente, o arquivo da imagem de 500 metros contém a imagem de 250 metros reamostrada para pixel de 500 metros.

- Como a disposição dos arquivos é praticamente idêntica a de 1Km, selecione, dentro da janela “HDF Dataset Selection” o arquivo “Reflective Solar Bands Scaled Integers”.
- Aparecendo a janela “HDF Data Set Storage Order”, selecione a opção BSQ e clique em OK.
- O arquivo carregará na janela “Available Bands List” do ENVI. Selecione uma composição colorida qualquer para visualizar a imagem.

2.4.1. Georreferenciando automaticamente as imagens MODIS de 500 e de 250 metros.

Assim como as imagens de 1Km, as imagens de 500 e 250 metros também podem ser georreferenciadas automaticamente. Veremos nesta seção os procedimentos de como fazê-lo:

- Selecione, dentro do menu principal, a cadeia de comandos “Mapa – Georreferenciar MODIS 1B”.
- Aparece a janela “MODIS Input File”. Selecione o arquivo de 500 ou 250 metros. Clique em OK.
- Aparecendo a janela Georeference MODIS Parameters, selecione projeção e datum desejado e determine o número de

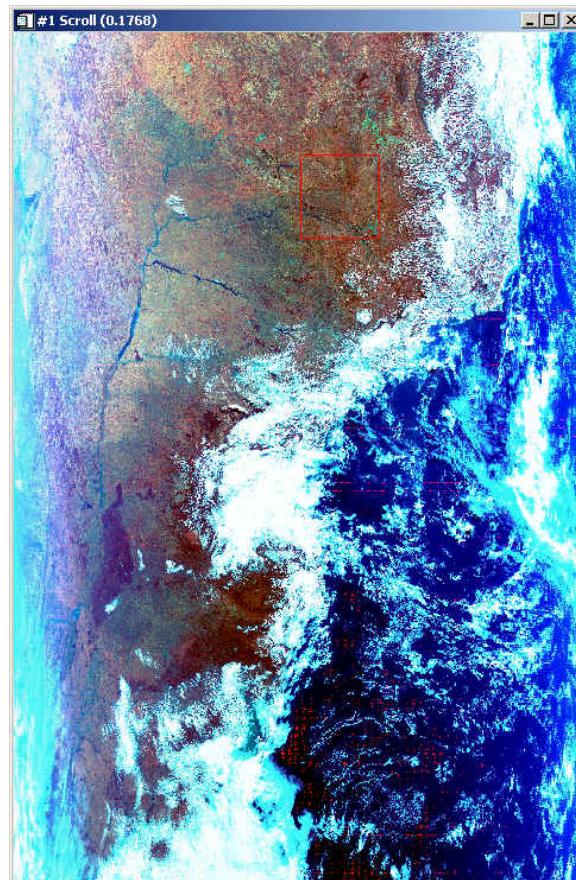


Figura I-17: Imagem MODIS (composição colorida) com resolução de 500 metros da costa do Atlântico da América do Sul, sem georreferenciamento

pontos que serão usados para a transformação. (Detalhes de como escolher o melhor procedimento nesta janela encontra-se na seção 2.3. deste mesmo guia).

- Logo após, aparece a janela “Registration Parameters”. Defina os parâmetros de transformação e clique em “Change Output Parameters”. Em “X Pixel Size (meters)” e “Y Pixel Size (meters)”, digite o valor 500 para as imagens de 500 metros de resolução, e 250 para as imagens de 250 metros de resolução. Depois, clique em OK, e voltando para a janela “Registration Parameters”, defina o nome do arquivo de saída e clique novamente em OK. O resultado aparecerá na lista de bandas disponíveis (Available Bands List).

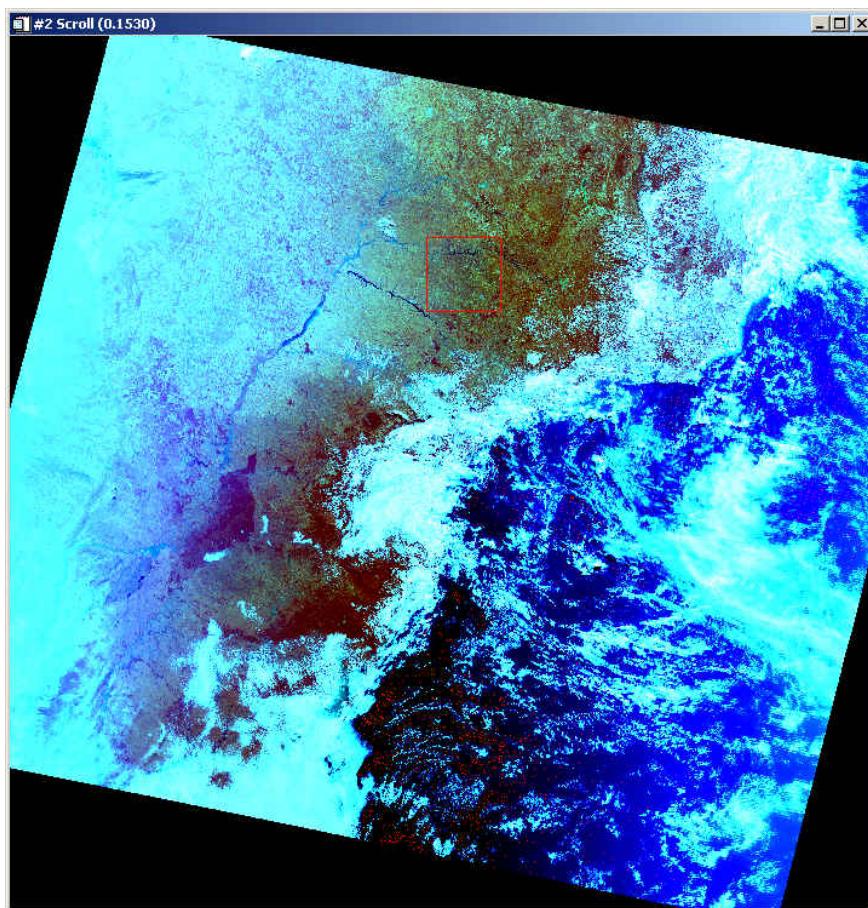


Figura I-18: Imagem MODIS com resolução de 500 metros, georreferenciada na projeção policônica

3. Processamento de Imagens NOAA

3.1. Um pouco sobre o NOAA

O NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), assim como as imagem MODIS, pertencem ao grupo de imagens de campo largo de visada, ou seja, uma cena do NOAA recobre áreas com dimensões continentais.

Os órgãos responsáveis pelo NOAA são o NESDIS (National Environmental Satellite Data and Information Service) e a NASA (National Aeronautics and Space Administration), sendo esses órgãos pertencentes ao Governo dos Estados Unidos da América.

Inicialmente, o programa NOAA chamava-se TIROS (Television and Infrared Observation Satellite), e foi desenvolvido pela NASA devido a necessidade de se ter um sistema de satélites meteorológicos. Esse programa foi concebido nos anos 60.

Em 11 de Dezembro de 1970, foi lançado o satélite TIROS A, que também recebeu a denominação de NOAA 01. A diferença deste para a série TIROS é que neste foram incluídos sensores infravermelhos. Nascia aqui a série de satélites NOAA.

O satélite NOAA, assim com o Terra, possui vários sensores: AMSU-A, AMSU-B, AVHRR/3, HIRS/3, SBUV/2, OCI e adquire dados de todo o planeta. Neste guia, aprenderemos a processar imagens do sensor AVHRR e nos preocuparemos neste guia com as especificações dele. Detalhes do funcionamento dos outros sensores pode-se encontrar direto da fonte destas informações contidas no guia, em www.noaa.gov e snig.cnig.pt/Portugues/RedesTematicas/Rot/english/noaa.html

Veja abaixo algumas características técnicas do NOAA

3.2. Sensor AVHRR

O sensor AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) é usado principalmente para aplicações meteorológicas, como determinação de quantidade de nuvens e cálculos de temperatura da superfície de qualquer tipo, como superfície terrestre e marítima e também temperatura de nuvens. O sensor AVHRR opera com 5 bandas, mas a partir do NOAA 15, foi implementado mais uma banda (3A) e os dados possuem uma resolução radiométrica de 10 bits (1024 níveis de cinza) e em uma resolução temporal de 9 dias (para adquirir a mesma cena, porém ela recobre áreas coincidente quase por completo em um intervalo de 6 horas).



Figura I-19: Logotipo do NOAA

Veja abaixo as características do sensor AVHRR/3:

Parâmetro	Banda 1	Banda 2	Banda 3A	Banda 3B	Banda 4	Banda 5
Intervalo Espectral (μm)	0.58-0.68	0.725-1.0	1.58-1.64	3.55-3.93	10.3-11.3	11.5-12.5
Resolução (km)	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09
Intervalo de Temperatura (K)	-	-	-	180 - 335	180 - 335	180 - 335

Fonte: NOAA/KLM User's Guide

As bandas do AVHRR se destacam, em aplicações, como:

Banda 1 – Imagem de nuvens e da superfície dia a dia.

Banda 2 – Melhor diferenciação entre terra e água.

Banda 3A – Detecção de neve e gelo.

Banda 3B – Mapeamento de nuvens e medição da temperatura da superfície oceânica.

Banda 4 – Mapeamento de nuvens e medição da temperatura da superfície oceânica.

Banda 5 – Medições de temperaturas da superfície oceânica.

Importante! A banda 3A foi adicionada no sensor AVHRR/3. O sensor AVHRR/2 e AVHRR não dispõe da banda 3A, mas contém as outras.

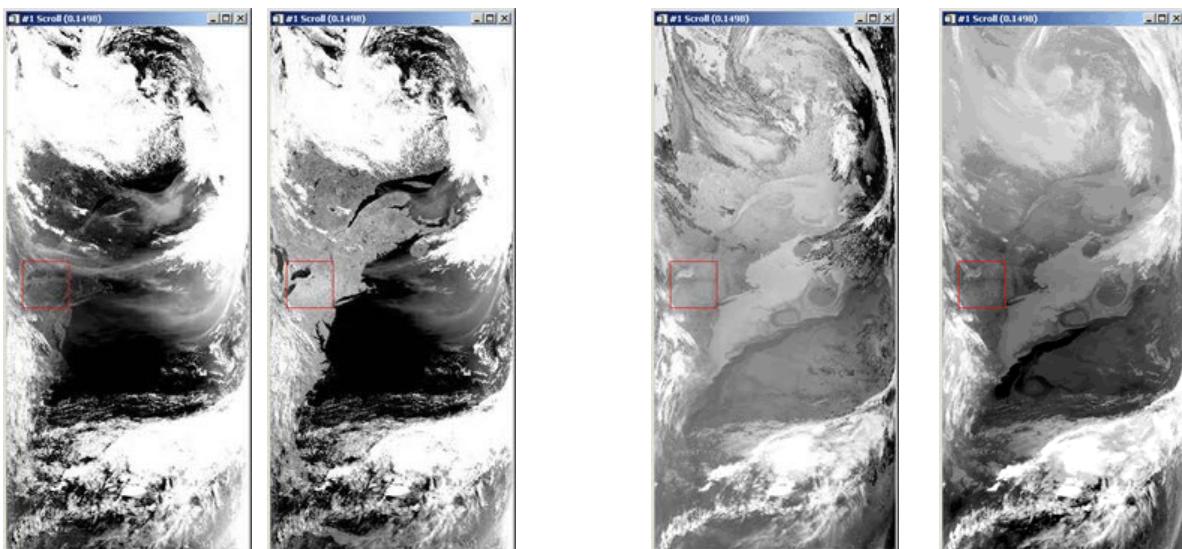


Figura I - 24: Respectivamente as bandas 1,2,3 e 4 do AVHRR/2 (NOAA 12) com realce de raiz quadrada. Note que nas bandas 3 e 4 vemos diferenças de cores no oceano.

3.3. Carregando as imagens AVHRR no display

- Selecione, no menu principal do ENVI, a cadeia de comandos "Arquivo – Abrir Imagem Externa – AVHRR – KLM/Level 1b".
- Aparecerá a janela do Windows de seleção de arquivos com o título "Enter AVHRR Filenames". Selecione a imagem AVHRR desejada e clique em Abrir.
- As bandas carregarão na lista de bandas disponíveis (Available Bands List).

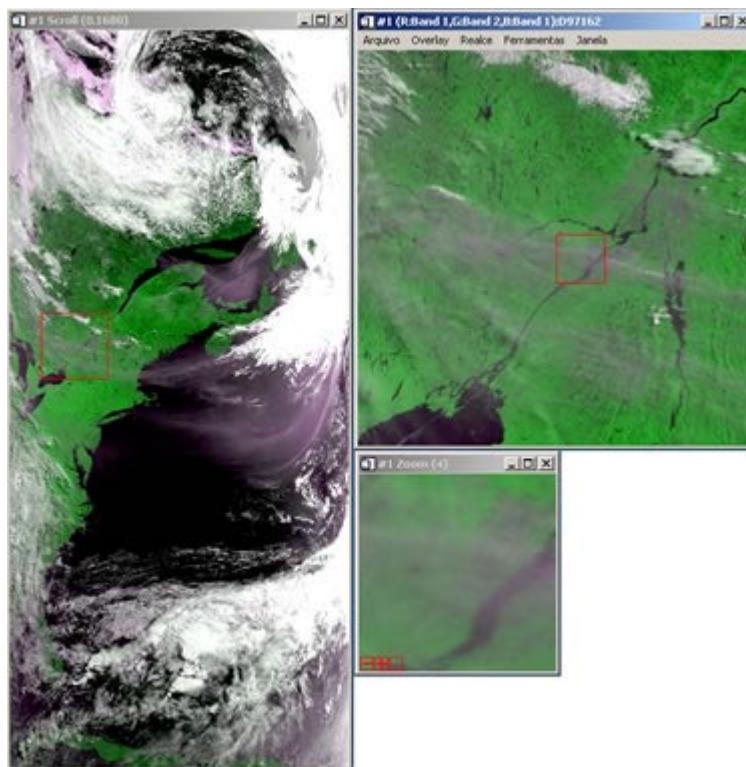


Figura I - 25: Composição colorida do AVHRR/NOAA 12, resolução de 1,1Km

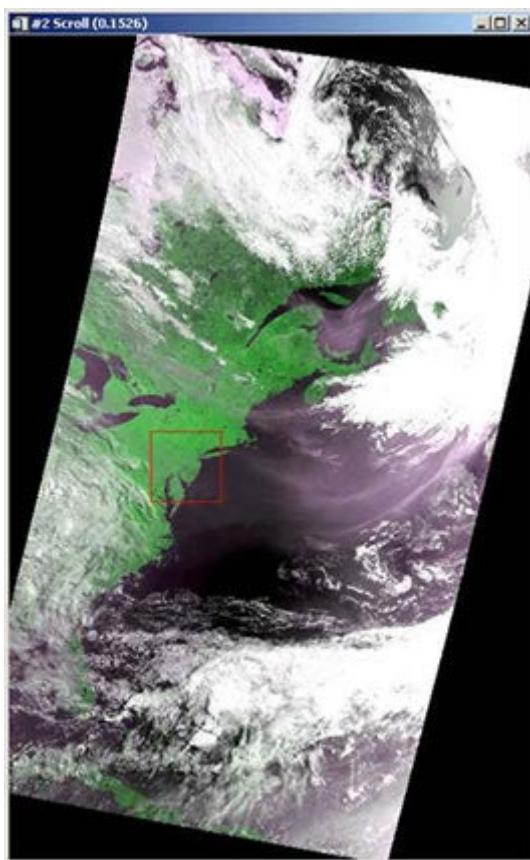
Importante! Para carregar as imagens AVHRR do NOAA 16 (mais recente satélite da série NOAA), é preciso ter o service pack 1 do ENVI 3.5 instalado. O Service Pack está disponível em www.envi.com.br

3.4. Georreferenciando as imagens AVHRR

O ENVI também possui recursos para o georreferenciamento automático das imagens do sensor AVHRR. Aprenderemos nesta seção como manipular estas ferramentas:

- Selecione, dentro do menu principal, a cadeia de comandos "Mapa – Ferramentas para AVHRR – Georreferenciar".
- Aparece a janela do ENVI "Enter AVHRR Filename". Selecione a imagem AVHRR desejada e clique em OK.
- Aparece a janela "Georeference AVHRR Parameters". Como trata-se de uma imagem com uma grande área imageada, deve-se considerar os mesmos cuidados tomados anteriormente para georreferenciar a imagem MODIS. Detalhes de como georreferenciar imagens desse tipo está na seção 2.3 deste mesmo guia.

- Aparecendo a janela "Registration Parameters", siga também os mesmos procedimentos sugeridos para o georreferenciamento automático das imagens MODIS. Clique em OK.



**Figura I - 26: Imagem AVHRR/NOAA 12,
região do Atlântico Norte (Estados
Unidos) georreferenciada**

3.4.1. Problemas que podem ocorrer no georreferenciamento de imagens AVHRR

Em alguns casos, o georreferenciamento de imagens AVHRR podem gerar problemas como criar "triângulos aleatórios" por toda a imagem se for escolhido o método de triangulação para a transformação geométrica, ou, se o método escolhido para a transformação for uma polinomial, o georreferenciamento fica de baixa qualidade. **É importante saber que esse problema aleatório que veremos é um problema nos dados efeméricos do satélite, e não do ENVI.** Veremos nesta seção os problemas e as suas origens.

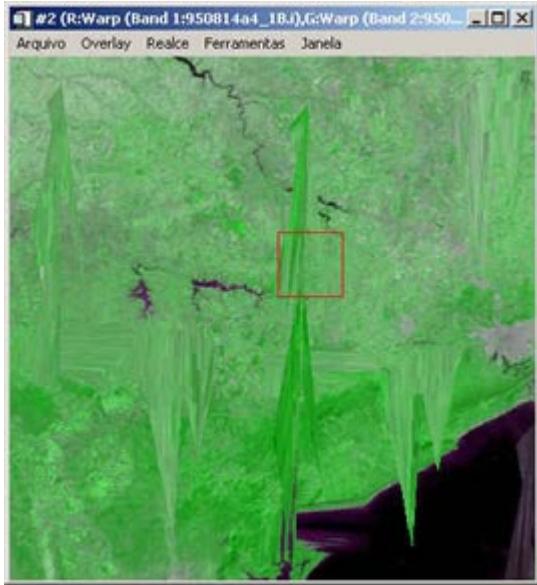


Figura I - 27: Problemas no georreferenciamento de uma imagem AVHRR da costa do Atlântico no hemisfério sul. Note os triângulos aleatórios gerados no georreferenciamento.

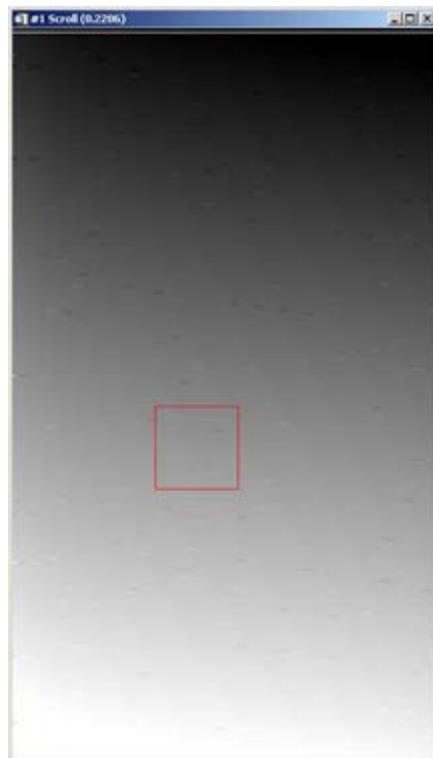


Figura I - 28: Figura extraída através dos dados de geometria da imagem da figura I - 27. Note que existem linhas por todo o arquivo que prejudicam no resultado final do georreferenciamento, já que é através desses dados que é realizado o georreferenciamento automático

Mas, como já foi dito, o usuário não precisa se preocupar, pois na maioria das vezes este problema não vai ocorrer.

Solução: Georreferenciar a imagem manualmente.

3.5. Construindo GLT's e mais algumas dicas adicionais

Um passo para fazer o georreferenciamento de imagens NOAA é construir um arquivo de geometria, que, para as imagens NOAA, é descrito acima. Este passo usa simplesmente todos os pontos efemerícos disponíveis no arquivo, diferentemente dos métodos vistos até então, que o usuário determina a quantidade de pontos a serem usados.

Depois de criado este arquivo, faremos agora um processo de GLT (Geographic Lookup Table) e a usaremos para georreferenciar a imagem.

- Selecione, dentro do menu principal, a cadeia de comandos "Mapa – Georreferenciar por Entrada de Geometria – Criar GLT"
- Aparece a janela "Input X Geometry Band". Selecione o arquivo de Longitude gerado e clique em OK.
- Depois, aparece a janela "Input Y Geometry Band". Selecione o arquivo de Latitude gerado e clique em OK.
- Logo após, aparece a janela "Geometry Projection Information". Escolha a projeção desejada para o arquivo de saída em "Output Projection for Georeferencing". Clique em OK.
- Aparece a janela "Build Geometry Lookup File Parameters". Com o arquivo de geometria, o ENVI calcula automaticamente o tamanho de pixel adequado e também o ângulo da órbita em "Output Rotation". Escolha um nome para o arquivo SGL (que será o arquivo de geometria) e clique em OK. O resultado aparecerá na lista de bandas disponíveis, porém, não é necessário visualizá-lo. (**NOTA:** Esse processo é bastante lento, pois usa todos os pontos efeméricos).

Gerado o arquivo SGL, georreferenciaremos esta imagem a partir deste arquivo.

- Selecione, dentro do menu principal, a cadeia de comandos "Mapa – Georreferenciar por Entrada de Geometria – Georreferenciar por GLT"
- Aparece a janela "Input Geometry Lookup File" . Selecione o arquivo de geometria (SGL) gerado e clique em OK.
- Logo após, aparece a janela "Input Data File". Selecione o arquivo de imagem e clique em OK.
- Depois, aparece a janela "Georeference from GLT Parameters". No campo "Subset to Output Image Boundary" , escolha "Yes" se o arquivo a ser georreferenciado for um subset (corte). Caso contrário, escolha "No". Em "Background Value", escolha o valor Zero (imagem com cor de fundo preta), escolha "File" ou "Memory" e clique em OK. O resultado aparecerá na lista de bandas disponíveis.

Procedimentos para gerar um subset de uma cena da imagem NOAA e georreferenciá-la com arquivo de geometria.

Muitas vezes não é de interesse do usuário georreferenciar a cena completa, e sim, apenas parte dela. O georreferenciamento por GLT é um processo lento, e se a área de interesse for apenas uma parte da imagem (subset), o usuário não precisa perder tempo georreferenciando a cena inteira. Gerar subsets aparentemente é fácil, mas, como precisamos do arquivo de geometria da NOAA para realizar o georreferenciamento, deve-se tomar alguns cuidados que veremos agora nesta seção deste guia.

1º passo:

Crie um arquivo de geometria da imagem utilizando os mesmos passos da seção 3.4.1 deste guia, mas quando aparecer a janela " AVHRR Input File",

clique no botão "Spatial Subset" e gere um subset da imagem na área de interesse.

2º passo:

Salve a imagem NOAA original como um arquivo ENVI Standard selecionando a cadeia de comandos "Arquivo – Salvar Imagem Como – ENVI Standard". Quando for escolhido o arquivo clicando em "Import File", aparece a janela "Create New Input File". Selecione o arquivo de imagem e clique em "Previous" que daí ele cobrirá exatamente a área escolhida anteriormente no passo 1.

3º passo:

Edita o cabeçalho do ENVI do novo arquivo salvo. É preciso que se edite o "Ystart" e o "Xstart" para zero. Se não for feito isso, haverá problemas no georreferenciamento por GLT.

4º passo:

Siga os passos dessa seção que tudo ocorrerá normalmente.

3.6. Outras ferramentas para imagens NOAA

3.6.1. Visualizar Cabeçalho de imagens NOAA

Esta função torna-se extremamente útil principalmente quando se quer saber qual a versão da imagem (NOAA 12, 13, etc...).

- Selecione, dentro do menu principal, a cadeia de comandos "Ferramentas – Ferramentas para Dados Específicos – Utilidades AVHRR – Visualizar Informações de Cabeçalho".

- Aparece a janela "AVHRR Input File". Selecione o arquivo da imagem NOAA desejado e clique em OK.
- Aparece a janela "AVHRR File Information" (Figura I – 29).

Note na figura I – 29 as diversas informações contidas no cabeçalho, como coordenadas de canto da imagem, Ângulo zenital, versão, etc

3.6.2. Calibrando Dados

Essa função é utilizada para calibrar dados de imagens NOAA 12,14 e 15. Ela retorna resultados de porcentagem de reflectância para as bandas 1 e 2 e retorna a temperatura (em Kelvin) absoluta da superfície dentro do intervalo do comprimento de onda absorvido pelo sensor nas bandas 3, 4 e 5. veremos agora como obter esses dados calibrados usando o ENVI.

- Selecione, dentro do menu principal, a cadeia de comandos "comandos "Ferramentas – Ferramentas para Dados Específicos – Utilidades AVHRR – Calibrar Dados".
- Aparece a janela "AVHRR Input File". Selecione o arquivo da imagem NOAA desejado e clique em OK.
- Logo após, aparece a janela "AVHRR Calibrate Parameters". Selecione a versão do satélite, escolha em "Correct for Solar Zenith Angles" se é desejada a correção para o ângulo zenital solar, escolha "File" ou "Memory" e clique em OK. O resultado aparecerá na lista de bandas disponíveis.

3.6.3. Calculando temperaturas da superfície do mar

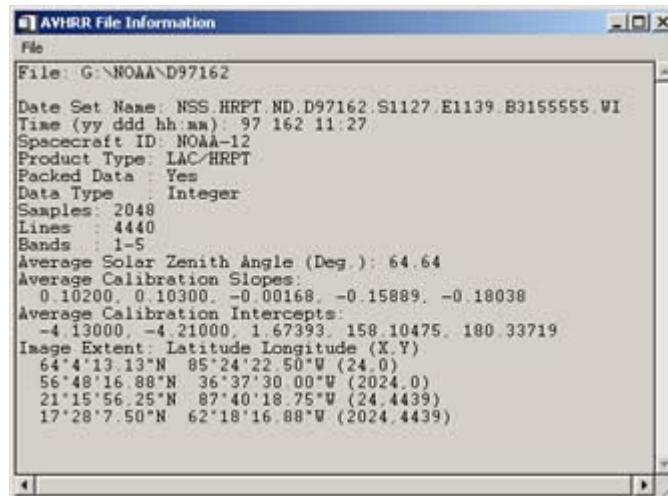


Figura I - 29: Visualização de cabeçalho de imagens NOAA.

Esta função calcula, além da temperatura da superfície do mar, a temperatura das nuvens (se elas existirem na imagem) e também a temperatura absoluta do solo terrestre.

- Selecione, dentro do menu principal, a cadeia de comandos "Ferramentas – Ferramentas para Dados Específicos – Utilidades AVHRR – Computar Temperatura da Superfície do Mar".
- Aparece a janela "AVHRR Input File". Selecione o arquivo da imagem NOAA desejado e clique em OK.
- Logo após, aparece a janela "AVHRR Sea Surface Temperature ...". Em "Satelite", escolha a versão do satélite NOAA do arquivo escolhido, em "SST Algorithm" (usado para a correção atmosférica para o cálculo da temperatura), escolha a opção "Day..." se a imagem foi adquirida ao dia, e escolha Night se a imagem for adquirida pela noite: Split para as bandas 5 e 4, Dual para as bandas 4 e 3 e Triple para as bandas 5 e 3.
- Escolha "Yes" ou "No" para a correção da imagem para a correção do ângulo solar. Escolha "File ou "Memory" e clique em OK. O resultado aparecerá na lista de bandas disponíveis, com uma imagem com uma banda apenas, e os resultados em graus Celsius (NOTA: Para observar a temperatura, basta ativar o "Cursor Location/Value" com duplo-clique sobre o display da imagem).

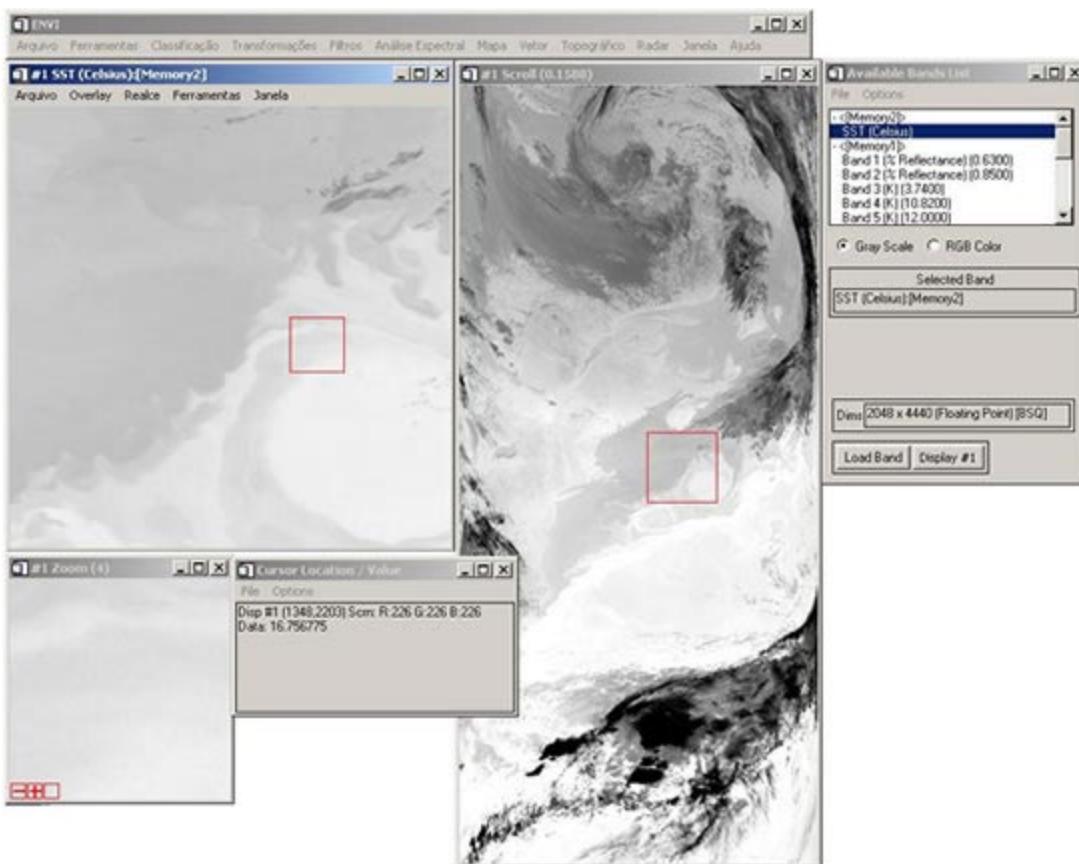


Figura I - 30 : Imagem de temperaturas absolutas. Note que é usada a janela "Cursor Location/Value" para observar os valores de temperatura na imagem