

# 18

## Circular Técnica

*Campinas, SP  
Dezembro, 2012*

### Autores

**Gustavo Bayma Siqueira da Silva**  
Geógrafo, Mestre em Sensoriamento Remoto, analista da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP  
gustavo.bayma@cnpm.embrapa.br

**Daniel Gomes dos Santos Wendliner Loebmann**  
Geógrafo, Mestre em Geografia, analista da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP  
daniel.gomes@cnpm.embrapa.br

**Saulo de Oliveira Folharini**  
Graduando em Geografia, Unicamp, estagiário da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP  
saulofolharini@yahoo.com.br

**Sandra Furlan Nogueira**  
Engenheira Agrônoma, Doutora em Química na Agricultura e no Ambiente, pesquisadora da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP  
sandra.nogueira@cnpm.embrapa.br

**Luiz Eduardo Vicente**  
Geógrafo, Doutor em Geografia, pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP  
luiz.vicente@cnpm.embrapa.br

**Ricardo Guimarães Andrade**  
Engº Agrícola, Doutor em Meteorologia Agrícola, pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP  
ricardo.andrade@cnpm.embrapa.br

**André Luiz dos Santos Furtado**  
Biólogo, Doutor em Ecologia, pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP  
andre.furtado@cnpm.embrapa.br

## Procedimentos para correção geométrica de imagens de satélite

### Introdução

A correção geométrica envolve a modelagem da relação entre a imagem e o sistema de coordenadas da superfície da terra. Os modelos de correção geométrica podem ser divididos em modelos polinomiais, ou registro, e modelos fotogramétricos. Os primeiros usam funções polinomiais determinadas usando pontos de controle, de correção independente, em que as fontes de distorção são analisadas e modeladas de forma independente. Os modelos fotogramétricos usam informações orbitais do satélite e parâmetros do sensor para relacionar um ponto da imagem ao seu correspondente no terreno (D'ALGE, 2007). A correção geométrica usando modelos polinomiais tem a vantagem de ser de simples execução e não requerer conhecimento de parâmetros orbitais e do sistema sensor.

Essa correção é relevante porque as imagens obtidas por meio de satélites no nível orbital apresentam distorções. Essas distorções podem ser inerentes à plataforma (velocidade, altitude e posição), ao instrumento, ao tipo de sensor (varredura mecânica ou eletrônica) e ao modelo da Terra (rotação, esfericidade, relevo, etc.). Também é importante quando desejamos criar uma relação com uma base de dados de um sistema de informações geográficas (SIG), pois para que novos dados sejam inseridos no SIG é necessário que eles tenham correta referência espacial.

Esta Circular Técnica visa estabelecer um protocolo de correção geométrica de imagens de satélite. Dessa forma, no âmbito das atividades de geoprocessamento em projetos internos da Embrapa Monitoramento por Satélite, tais como AgSpec, Aftosa, GeoRastro e GeoDegrade<sup>1</sup>, este documento apresenta as etapas do processo de correção geométrica feito utilizando três aplicativos, ArcMap, ENVI e ERDAS, além da aquisição automática de pontos de controle no aplicativo RegeeMy.

### Material e Métodos

As etapas serão demonstradas nos três aplicativos diferentes, porém cabe ressaltar que os passos básicos são: 1) aquisição e empilhamento das bandas multiespectrais; 2) correção do hemisfério das imagens GeoCover; 3) coleta de pontos de controle; e 4) salvamento da imagem registrada.

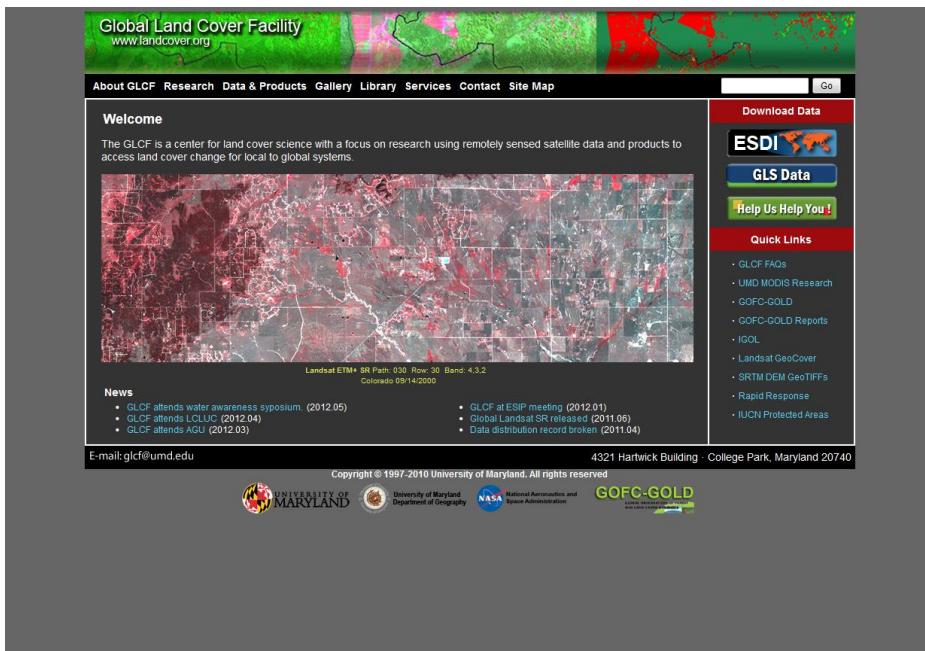
<sup>1</sup> Disponível em: <<http://www.cnpm.embrapa.br/projetos/projetos.php>> .

## Aquisição da base de dados

### Imagen referência

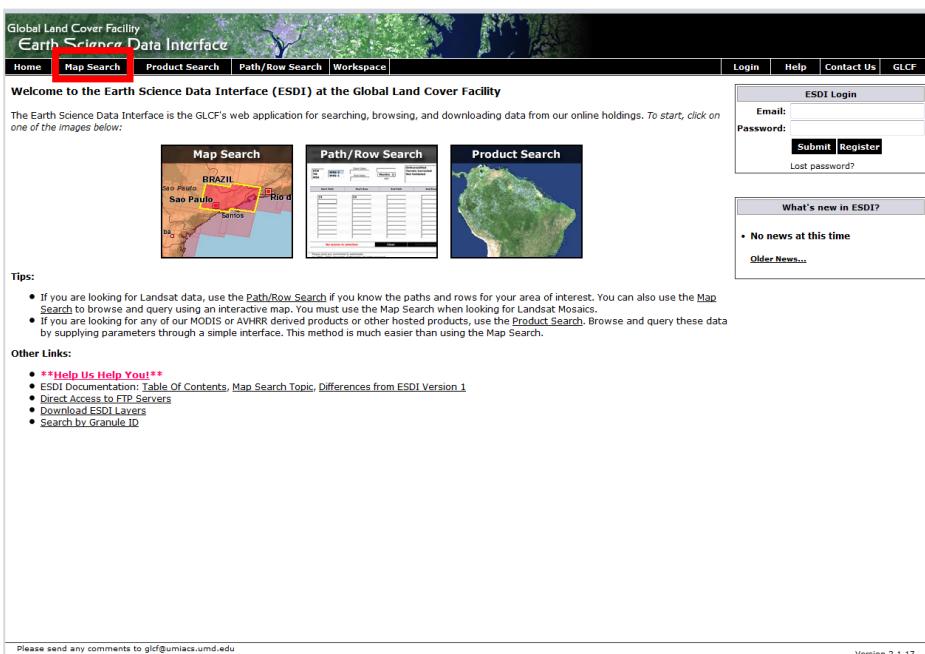
Para realizar a correção geométrica é necessária uma imagem previamente registrada, chamada também imagem de referência. No catálogo do Global Land Cover Facility<sup>2</sup> é possível adquirir imagens de toda a superfície do globo previamente corrigidas. Devem ser seguidas as seguintes etapas:

Selecione **ESDI** (Figura 1).



**Figura 1.** Interface do catálogo de imagens do Global Land Cover Facility.

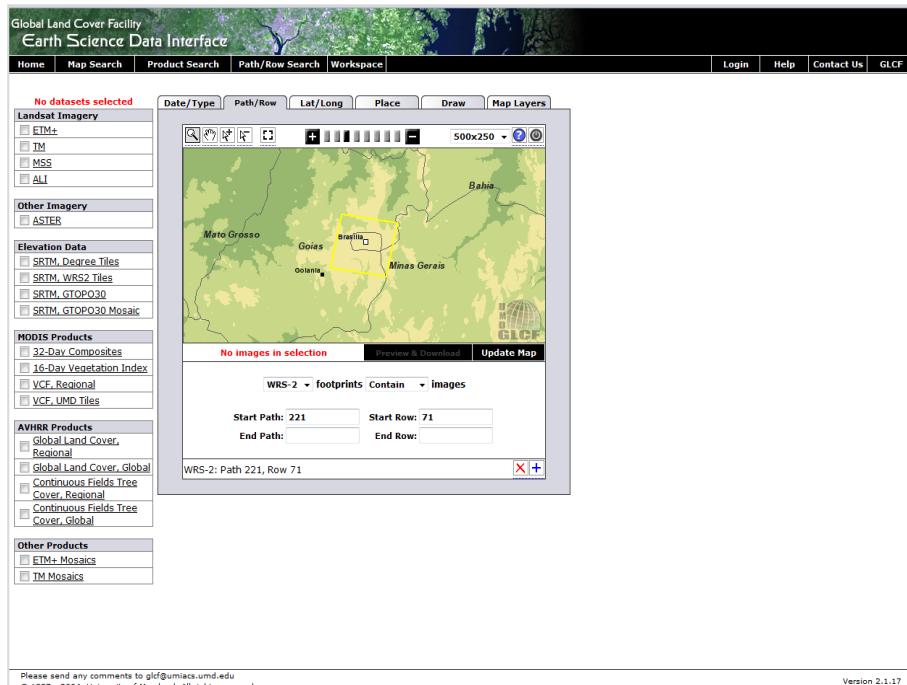
Selecione Map Search (Figura 2).



**Figura 2.** Seleção da imagem de referência no catálogo de imagens do Global Land Cover Facility.

<sup>2</sup> Disponível em: <<http://glcf.umiacs.umd.edu/>>.

Marque a opção ETM+ no canto superior esquerdo da janela, em Landsat Imagery. Escolha a órbita (Path) e o ponto (Row). O exemplo mostra a escolha pela imagem de órbita-ponto 221-71. Por fim, clique em Preview and Download (Figura 3).



**Figura 3.** Interface do catálogo de imagens do Global Land Cover Facility para seleção da órbita-ponto da imagem de referência.

Escolha a imagem do tipo Ortho, GLS2005 e clique em Download (Figura 4).

ID	Status	[ WRS: P/R/N ]	[ Acq. Date ]	Dataset	Producer	Attr.	Type	Location
015_229	Online	2: 221/071	2000-08-02	ETM+	USGS / GLCF	L1G	BSQ	Brazil
017_288	Online	2: 221/071	1999-07-31	ETM+	USGS	L1G	BSQ	Brazil
032_282	Online	2: 221/071	2001-09-06	ETM+	EarthSat	Ortho, GlobalCover	GeoTIFF	Brazil
214_931	Online	2: 221/071	2001-09-06	ETM+	USGS	Ortho, GLS2005	GeoTIFF	Brazil
221_250	Online	2: 221/071	2006-05-31	ETM+	USGS	Ortho, GLS2005	GeoTIFF	Brazil
245_950	Online	2: 221/071	2001-09-06	ETM+	GLCF	Surface Reflectance	GeoTIFF	Brazil
255_291	Online	2: 221/071	2006-05-31	ETM+	GLCF	Surface Reflectance	GeoTIFF	Brazil

**Figura 4.** Interface do catálogo de imagens do Global Land Cover Facility para seleção do tipo da imagem de referência, neste exemplo Ortho, GLS2005.

Escolha as bandas da imagem com final **BXX.TIF.gz**, por exemplo B10.TIF.gz (Figura 5).

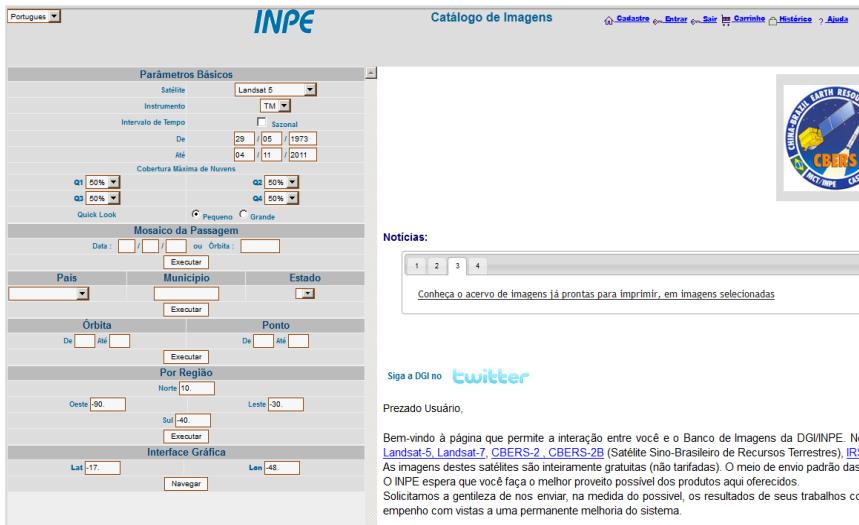
L71221071_07120060531.ETM-GLS2005					
Unable to get welcome message.					
Path: <a href="http://ftp.glcfd.umd.edu/glcfd/Landsat/WRS2/p221/r071/L71221071_07120060531.ETM-GLS2005/">http://ftp.glcfd.umd.edu/glcfd/Landsat/WRS2/p221/r071/L71221071_07120060531.ETM-GLS2005/</a>					
File Name	Download Size	Actual Size	Last Modified		
<a href="#">L71221071_07120060531.742.browse.jpg</a>	562102 bytes		Tue Jun 02 08:43:52 EDT 2009		
<a href="#">L71221071_07120060531.742.preview.jpg</a>	15294 bytes		Tue Jun 02 08:43:52 EDT 2009		
<a href="#">L71221071_07120060531.browse.jpg</a>	526903 bytes		Tue Jun 02 08:43:52 EDT 2009		
<a href="#">L71221071_07120060531.preview.jpg</a>	14193 bytes		Tue Jun 02 08:43:52 EDT 2009		
<a href="#">L71221071_07120060531_B10.TIF.gz</a>	19861788 bytes	56933638 bytes	Sun May 31 13:52:21 EDT 2009		
<a href="#">L71221071_07120060531_B20.TIF.gz</a>	21090119 bytes	56933638 bytes	Sun May 31 13:52:22 EDT 2009		
<a href="#">L71221071_07120060531_B30.TIF.gz</a>	26446896 bytes	56933638 bytes	Sun May 31 13:52:20 EDT 2009		
<a href="#">L71221071_07120060531_B40.TIF.gz</a>	23679149 bytes	56933638 bytes	Sun May 31 13:52:18 EDT 2009		
<a href="#">L71221071_07120060531_B50.TIF.gz</a>	30719756 bytes	56933638 bytes	Sun May 31 13:52:22 EDT 2009		
<a href="#">L71221071_07120060531_B61.TIF.gz</a>	4074983 bytes	14251498 bytes	Sun May 31 13:52:19 EDT 2009		
<a href="#">L71221071_07120060531.GCP.txt</a>	21010 bytes		Sun May 31 13:52:22 EDT 2009		
<a href="#">L71221071_07120060531.MTL.txt</a>	65535 bytes		Sun May 31 13:52:17 EDT 2009		
<a href="#">L72221071_07120060531_B62.TIF.gz</a>	5229814 bytes	14251498 bytes	Sun May 31 13:52:17 EDT 2009		
<a href="#">L72221071_07120060531_B70.TIF.gz</a>	28347692 bytes	56933638 bytes	Sun May 31 13:52:18 EDT 2009		
<a href="#">L72221071_07120060531_B80.TIF.gz</a>	88517175 bytes	227590918 bytes	Sun May 31 13:52:20 EDT 2009		
<a href="#">README.GTF</a>	7402 bytes		Sun May 31 13:52:17 EDT 2009		
<a href="#">gap_mask</a>	4096 bytes		Sun May 31 13:52:17 EDT 2009		

**Figura 5.** Interface do catálogo de imagens do Global Land Cover Facility para seleção as bandas multiespectrais da imagem de referência.

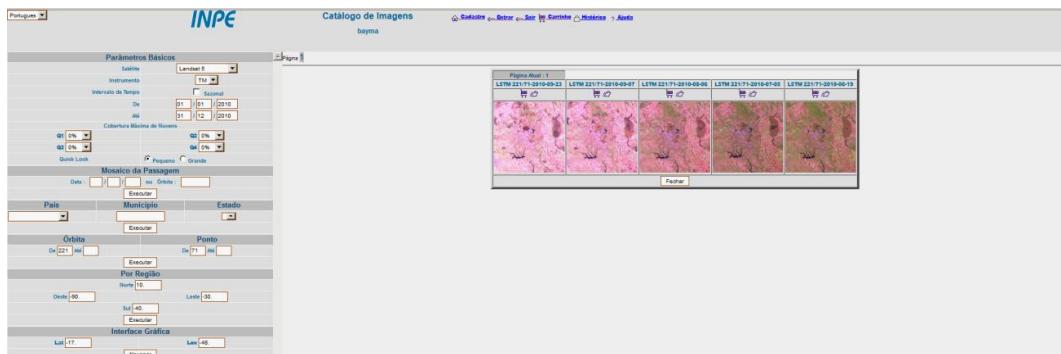
## Imagen a ser corrigida

A segunda etapa consiste na aquisição da imagem a ser corrigida. No catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)<sup>3</sup>, é possível obter, entre outros, cenas dos satélites Landsat e Resourcesat-1. Para isso, devem ser seguidos os passos abaixo.

Escolha o satélite **Landsat-5**, ou outro satélite de interesse, a data e preencha a órbita-ponto. O exemplo mostra a escolha da imagem de órbita-ponto 221-71. É fundamental que a órbita-ponto da imagem de referência e da imagem que será corrigida sejam iguais (Figura 6).



**Figura 6.** Interface do catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais para seleção da imagem a ser registrada.



**Figura 7.** Interface do catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais para seleção da imagem registrada a ser adquirida.

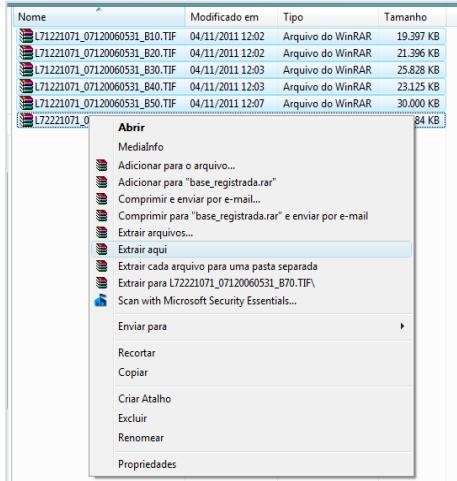
## Correção geométrica no aplicativo ArcMap

No aplicativo ArcMap, a correção geométrica deve ser realizada da seguinte forma:

Crie duas pastas, **base\_registrada** e **para\_registro**. Coloque as bandas das imagens baixadas do catálogo GLCF (L71221071\_07120060531\_B10.TIF) na pasta **base\_registrada** e as bandas das imagens do catálogo do INPE (LANDSAT\_5\_TM\_20100923\_221\_071\_L2\_BAND1.TIF) na pasta **para\_registro**.

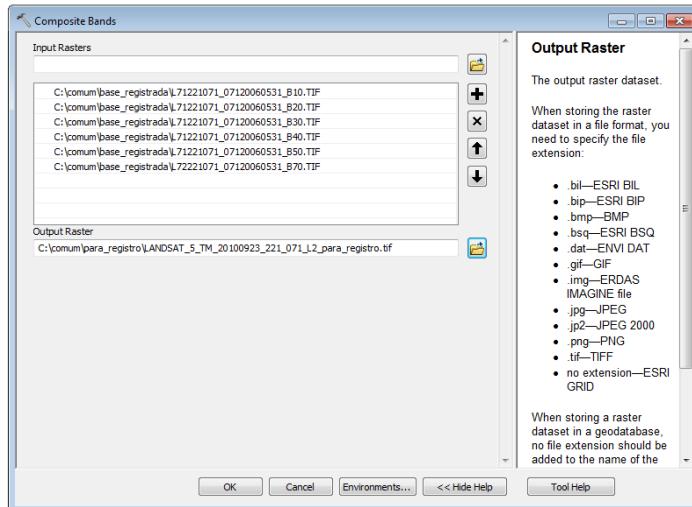
<sup>3</sup> Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>.

Descompacte as bandas das imagens nas pastas correspondentes (Figura 8).



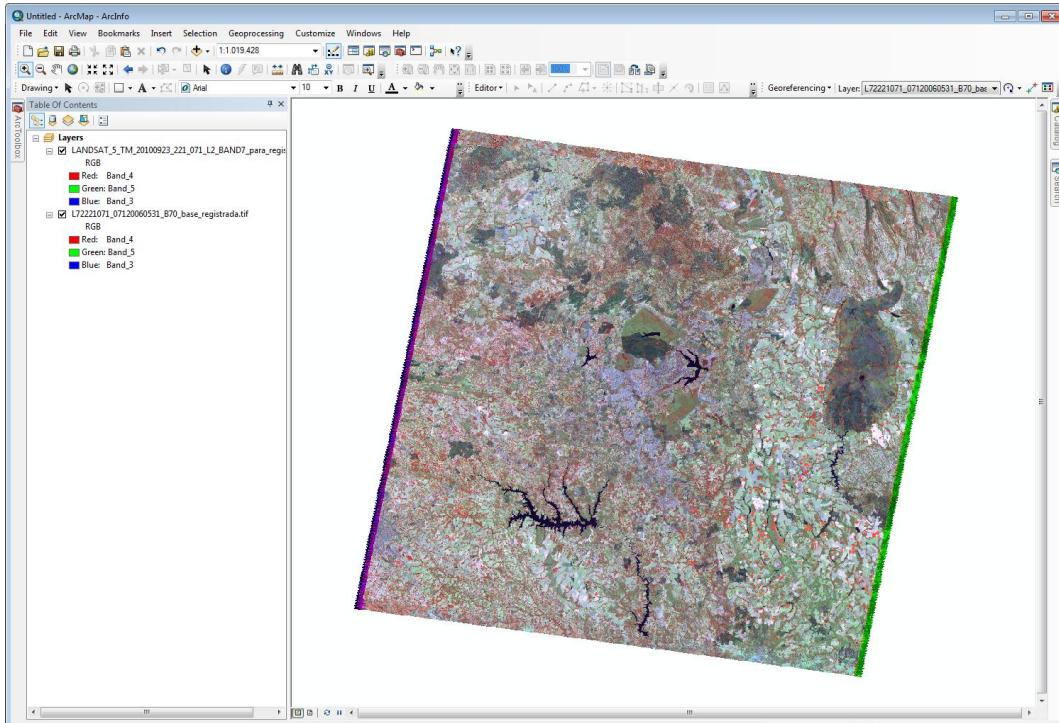
**Figura 8.** Descompactação das bandas multiespectrais adquiridas.

No ArcMap, clique em **ArcToolbox** ( ). Clique em **Data Management Tools > Raster > RasterProcessing > Composite**. Selecione as bandas descompactadas na pasta **para\_registro** e salve o novo arquivo. As bandas serão empilhadas em um único arquivo. O mesmo procedimento deve ser adotado para as bandas extraídas na pasta **base\_registrada** (Figura 9). É válido ressaltar que a ordem do empilhamento é importante, pois o ArcMap não armazena a ordem em que as bandas foram empilhadas. Além disso, devem ser consideradas as bandas de 1 a 5 e a banda 7, pois elas têm a mesma resolução espacial (30 m).



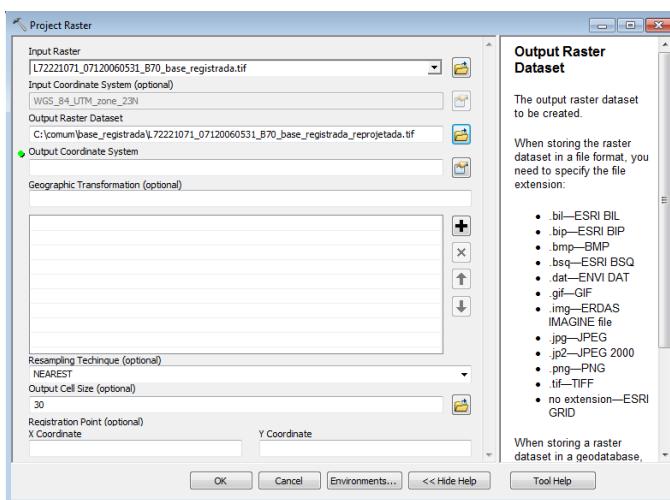
**Figura 9.** Interface do aplicativo ArcMap da ferramenta **Composite Bands**.

As duas imagens automaticamente aparecerão em **Table of Contents**, no lado esquerdo da tela do aplicativo ArcMap (Figura 10).



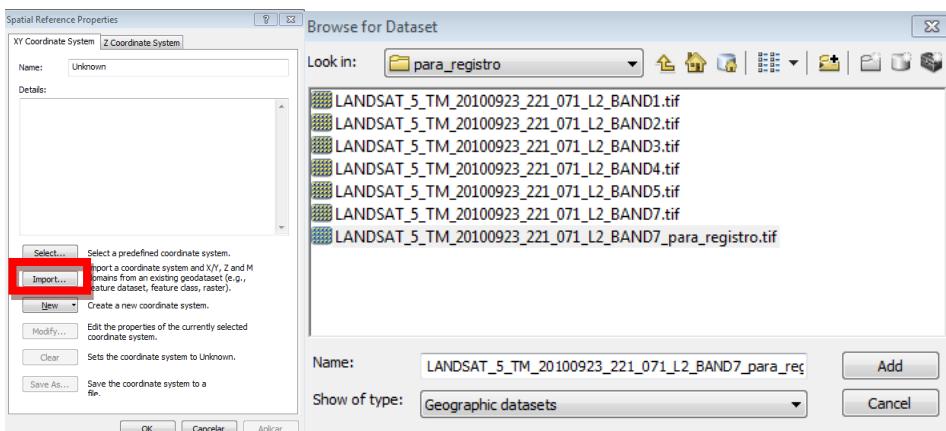
**Figura 10.** Interface do aplicativo ArcMap apó o empilhamento das bandas das imagens de referência e a ser corrigida.

A imagem descompactada na pasta **base\_registroada** (catálogo GLCF) deve ser reprojetada para a mesma projeção da imagem na pasta **para\_registro** (catálogo INPE) para que a correção geométrica seja realizada no aplicativo ArcMap. Para executar a reprojeção da imagem com o Arctobox (), clique em **Data Management Tools > Projections and Transformations > Raster > Project Raster** (Figura 11).



**Figura 11.** Interface da ferramenta **Project Raster** do aplicativo ArcMap.

As imagens do catálogo GLCF, imagem de referência, são disponibilizadas com a zona UTM correta, porém com hemisfério errado (norte). É importante que as imagens fiquem com a mesma projeção cartográfica e o mesmo hemisfério. Clique no botão . Na janela **Spatial Reference Properties**, clique em **Import** e indique a imagem na pasta **para\_registro** (do catálogo INPE) (Figura 12).

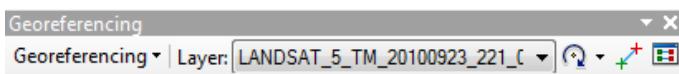


**Figura 12.** Interface do aplicativo ArcMap para reprojeção da imagem de referência.

Clique em OK e a imagem será reprojetada.

Reinicie o aplicativo ArcMap e abra a imagem da pasta **base\_registrada** (do catálogo GLCF), reprojetada, e a imagem da pasta **para\_registro** (do catálogo INPE).

Habilite a ferramenta **Georeferencing**, clique em **Georeferencing** e desabilite **Auto Adjust**. Na opção **Layer**, escolha a imagem da pasta **para\_registro** (Figura 13).



**Figura 13.** Barra de ferramentas da extensão Georeferencing.

A seleção dos pontos de controle deve ser realizada da seguinte forma (Figura 14):

- Escolha um local (cruzamento de estradas, curso d'água, etc.) na imagem da pasta **para\_registro** (do catálogo INPE) e clique no botão para adicionar um ponto de controle na imagem.
- Encontre o mesmo local na imagem da pasta **base\_registrada** (do catálogo GLCF) e adicione o ponto de controle.



**Figura 14.** Visualização do deslocamento da imagem a ser corrigida (b) em relação à imagem de referência (a).

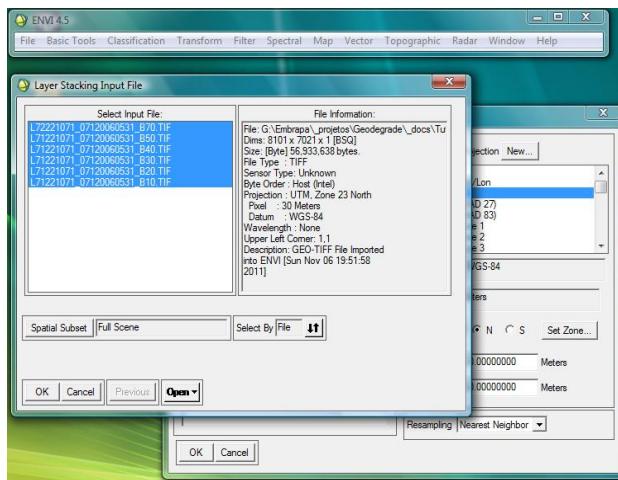
Distribua os pontos por toda a imagem e apague os que não ficaram bem ajustados. A opção permite verificar o erro **RMS** de cada ponto. O valor do erro RMS total não deve ser maior que 0,5, o que representa um erro de deslocamento de 0,5 pixel.

Para aplicar a correção geométrica, clique em **Georeferencing > Rectify**.

## Correção geométrica no aplicativo ENVI

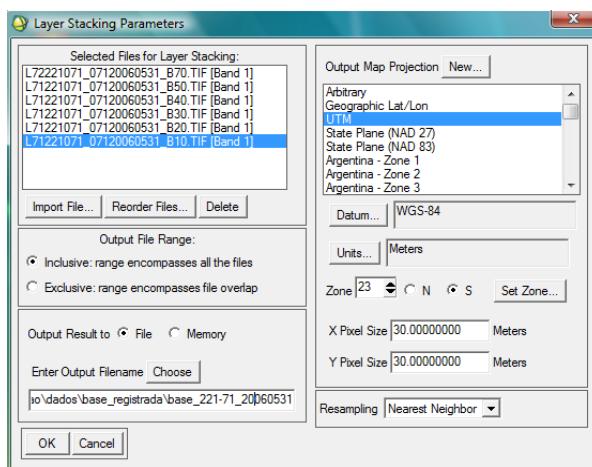
A correção geométrica no aplicativo ENVI deve obedecer as seguintes etapas:

Abra o programa ENVI e clique em **Basic Tools > Layer Stacking > Import File > Open – New File** e selecione as bandas da pasta **base\_registrada** do catálogo GLCF (abra somente as bandas inseridas nesta pasta) e clique em **OK** (Figura 15).

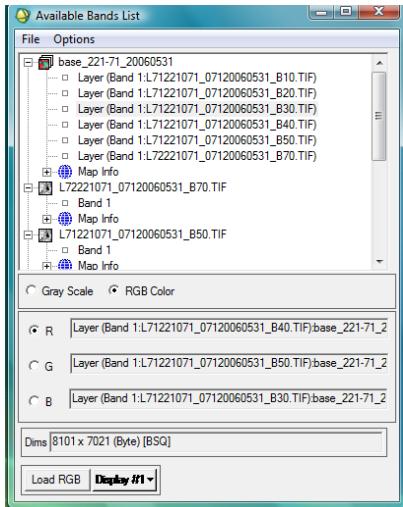


**Figura 15.** Seleção das bandas multiespectrais para empilhamento no aplicativo ENVI.

Clique em **Reorder Files**, e coloque as bandas em ordem crescente (1 até 7, menos a banda 6, cuja resolução espacial é diferente da das bandas de 1 a 7) e clique em **OK**. A projeção deve ser mantida como UTM, o *datum*, WGS-84 e a zona deve ser alterada para sul (S). Em **Output Result**, selecione **File** e escolha a pasta **base\_registrada** e o nome **nome\_satelite\_sensor\_orbita-ponto\_ano\_mes\_dia\_bandas\_base** (exemplo: `landsat5_tm_221-71_20060531_123457_base`) (Figura 16).



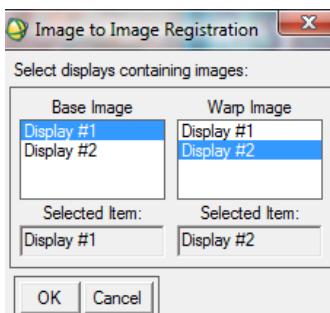
**Figura 16.** Ordenamento das bandas multiespectrais e reprojeção das imagens em ambiente ENVI.



**Figura 17.** Resultado do empilhamento das bandas em ambiente ENVI.

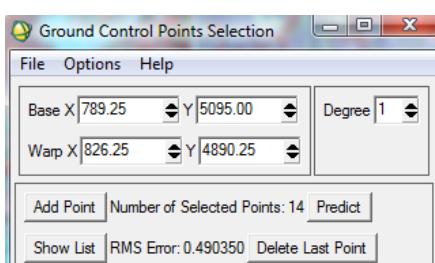
Repita o mesmo processo para as bandas extraídas na pasta **para\_registro**, do catálogo INPE. Em **Output Result**, selecione **File** e escolha a pasta **para\_registro** e o nome **nome\_satelite\_sensor\_orbita-ponto\_ano\_mes\_dia\_bandas\_para\_registro** (exemplo: `landsat5_tm_221-71_20060531_123457_for_registro`).

Abra as duas imagens em janelas separadas e clique em **Map > Registration > Select From GCPs: Image To Image**. Na janela **Image to Image Registration**, escolha em **Base Image** o **Display #1** (a imagem de referência deve estar aberta na janela 1) e em **Warp Image** o **Display #2** (a imagem para registro deve estar aberta na janela 2) (Figura 18).



**Figura 18.** Interface do aplicativo ENVI para indicação da imagem base e imagem de referência.

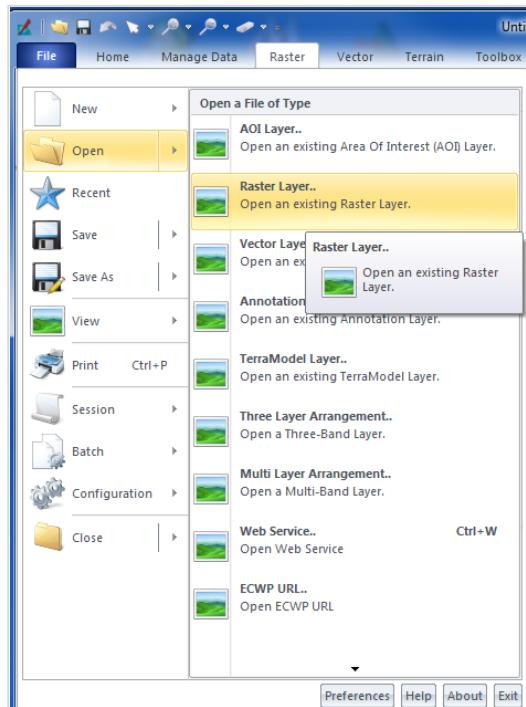
Distribua os pontos (marque cerca de 30) por toda a imagem e apague os que apresentarem erros elevados. O valor do erro RMS não deve ser maior que 0,5. Na janela **Ground Control Points Selection**, clique em **File > Save GCPs to ASCII** e selecione **nome\_satelite\_sensor\_orbita-ponto\_ano\_mes\_dia\_bandas\_registrada**. Em **Options > Warp File**, selecione a imagem que está sendo registrada (`para_registro`) e, em **Output Result**, selecione **file** e escolha a pasta **para\_registro** e o nome **nome\_satelite\_sensor\_orbita-ponto\_ano\_mes\_dia\_bandas\_registrada** (exemplo: `landsat5_tm_221-71_20060531_123457_registered`) (Figura 19).



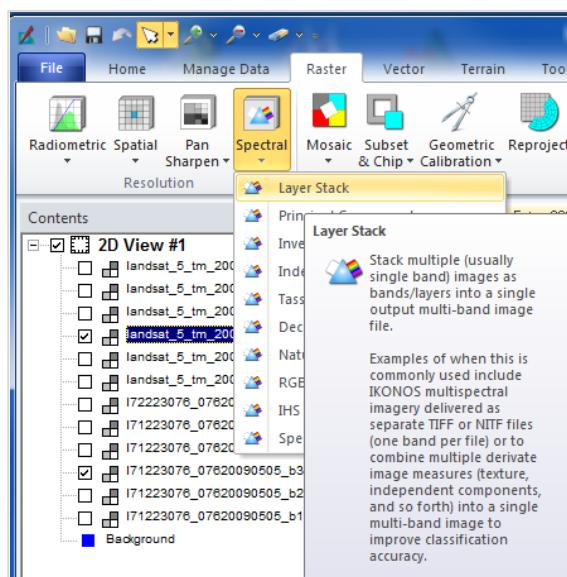
**Figura 19.** Interface do aplicativo ENVI indicando o número total de pontos e o erro RMS.

## Correção geométrica no aplicativo ERDAS Imagine

A correção geométrica no aplicativo ERDAS Imagine deve ser realizada de acordo com as seguintes etapas:

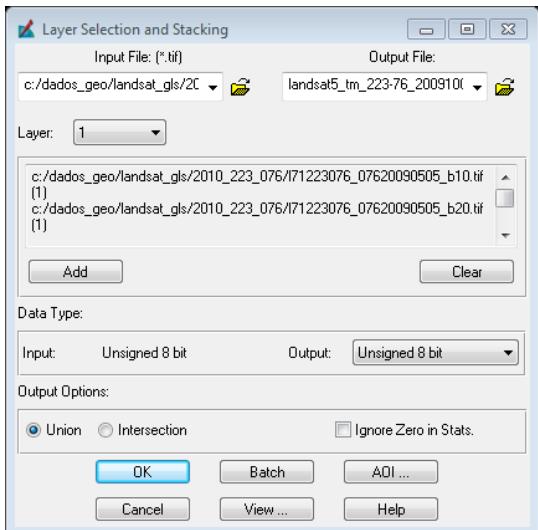


**Figura 20.** Interface do aplicativo ERDAS Imagine para seleção da imagem a ser trabalhada.



**Figura 21.** Seleção das bandas multiespectrais para empilhamento no aplicativo ERDAS Imagine.

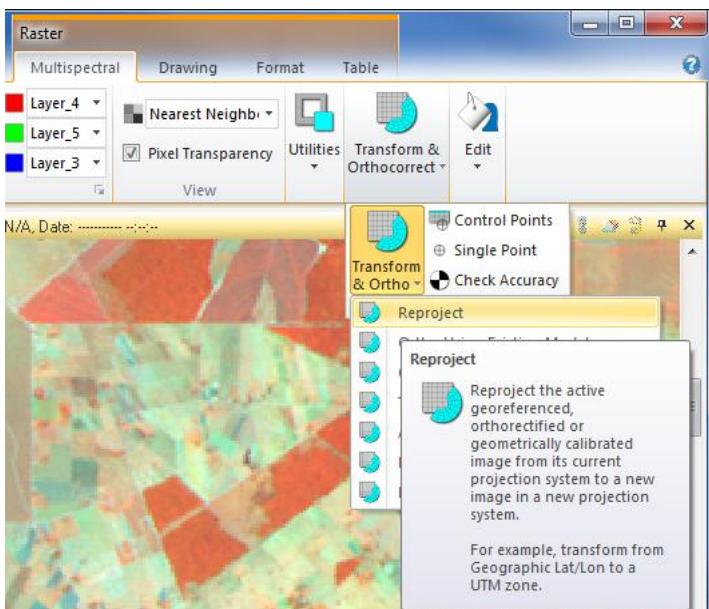
Na janela **Layer Selection and Stacking**, adicione os arquivos de cada uma das bandas clicando na seta para baixo no campo **Input File** e, em seguida, clicando no botão **Add** (Adicionar). Repita esta operação para todas as bandas, na ordem crescente, da banda 1 até a banda 7 (desconsidere a banda 6). A numeração das bandas no arquivo final segue a ordem em que as bandas são inseridas nesta etapa. Selecione o nome para o arquivo de saída no campo **Output File** e clique em **OK** (Figura 22).



**Figura 22.** Ordenamento das bandas multiespectrais e reprojeção das imagens em ambiente ERDAS Imagine.

Repita o procedimento de empilhamento de bandas com a imagem da pasta **para\_registro**, adquirida do catálogo INPE.

Para reprojetar a imagem no hemisfério norte, antes de iniciar a coleta de pontos de controle, tenha pelo menos uma imagem com bandas empilhadas em uma janela do aplicativo ERDAS Imagine. Clique na aba **Raster > Multispectral** e, em seguida, em **Transform & Orthorectify > Reproject**. Neste caso, prossiga diretamente para o item 2.3.5 (Figura 23).



**Figura 23.** Reprojeção de imagem no aplicativo ERDAS Imagine.

Selecione o arquivo nomeado como **base\_registrada** como arquivo de entrada. O nome do arquivo de saída deverá terminar com o nome **base\_registrada\_reprojetada**. Mude a projeção de saída para a categoria UTM WGS 84 South e, no campo **Projection**, selecione a zona correspondente à da imagem. Em seguida, clique em **OK** (Figura 24).

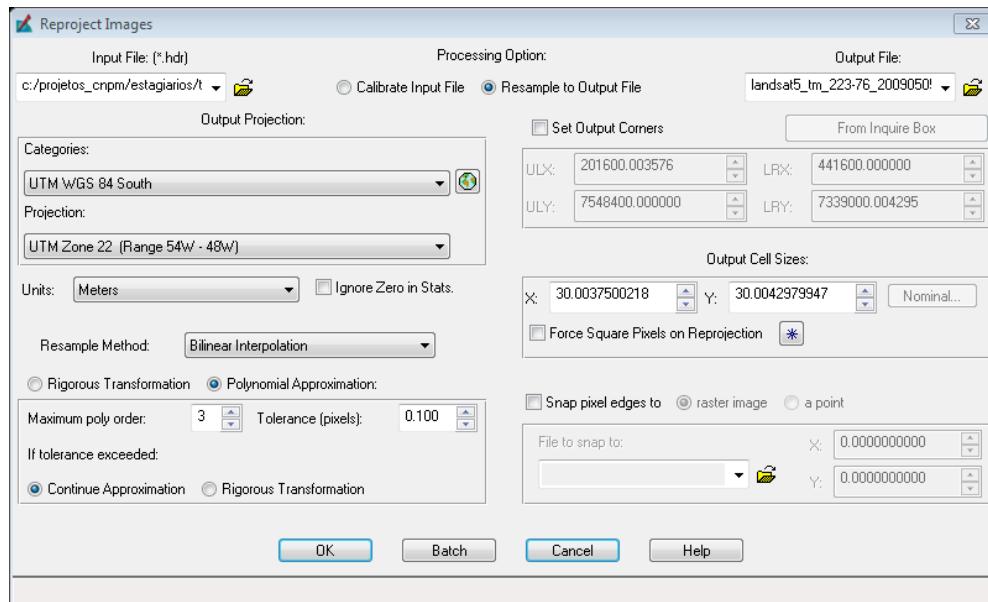


Figura 24. Interface da reprojeção de imagem no aplicativo ERDAS Imagine.

Inicie a coleta de pontos de controle para executar a correção. Clique novamente na aba **Raster > Multispectral** e, em seguida, em **Transform & Orthocorrect > Control Points** (Figura 25).

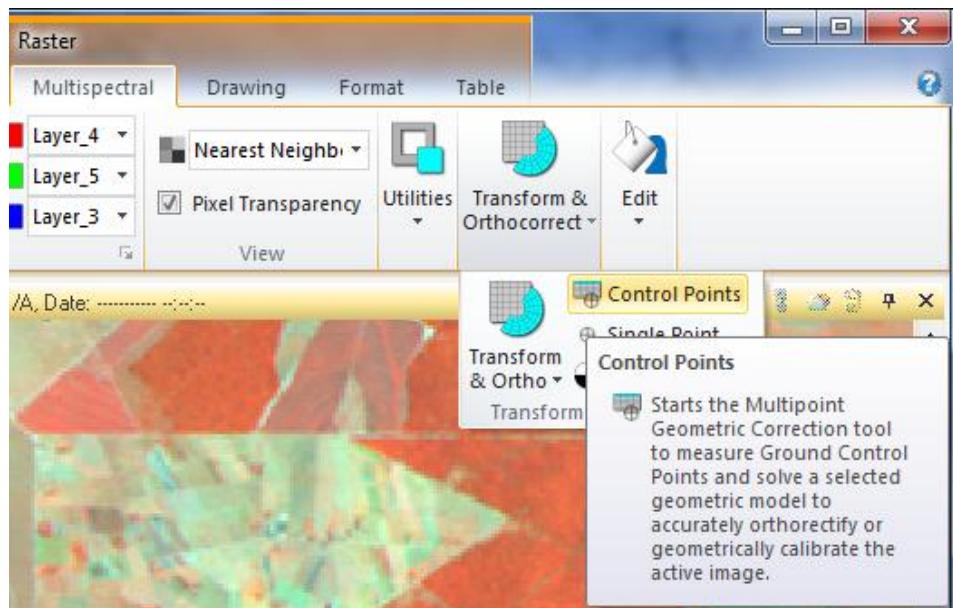
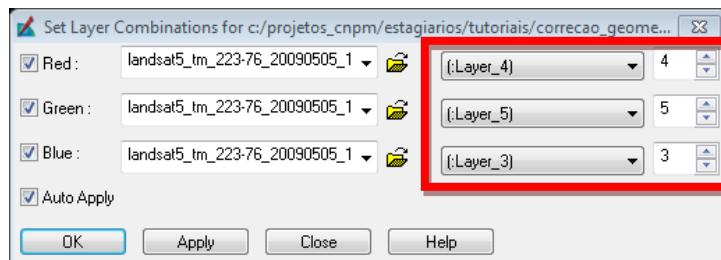


Figura 25. Interface do aplicativo ERDAS Imagine para seleção dos pontos de controle.

Na janela **Set Geometric Model** selecione o modelo **Polynomial**. A seguir, indique, na janela **GCP Tool Reference Setup**, que os pontos de referência serão coletados de uma imagem. Clique em **OK** e selecione a imagem cujo nome termina com **base\_referenciada\_reprojetada**. Em seguida, a janela **Reference Map Information** será exibida indicando o sistema de coordenadas da imagem definida como referência. Concluído esse procedimento, é aberta a janela **Multipoint Geometric Correction**, onde serão coletados os pontos de controle. À esquerda fica a imagem de entrada, que será referenciada. À direita fica a imagem base. Cada uma delas é apresentada em três visões diferentes:

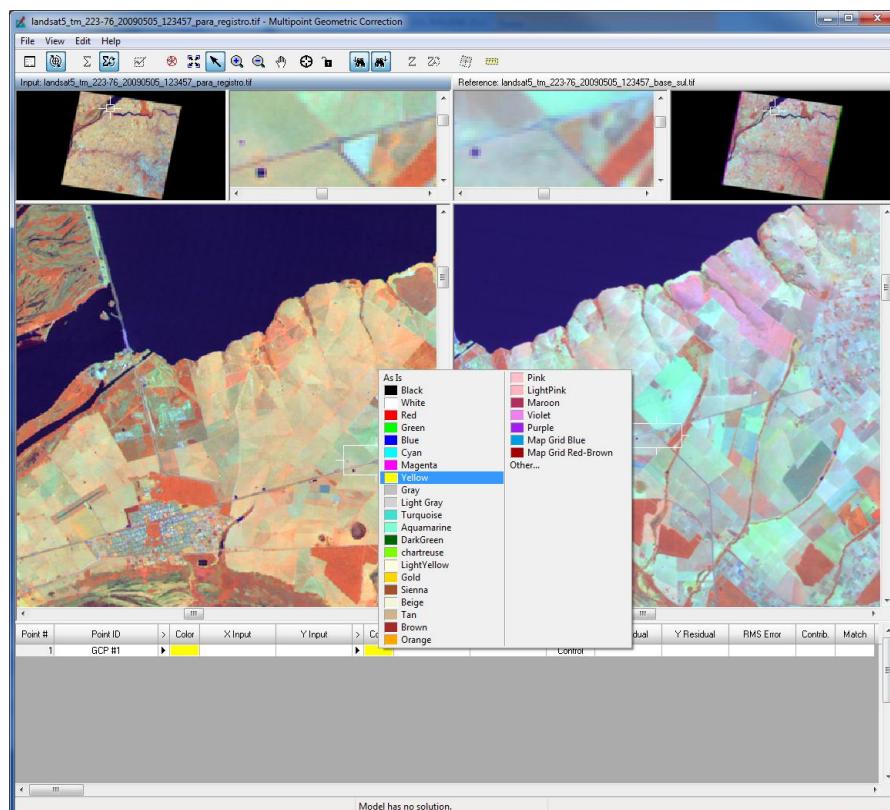
- Uma visão principal com a imagem na escala de 1:1 entre pixels da imagem e pixels da tela do computador;
- Outra visão em que a imagem aparece inteira, para navegação (**Overview**);
- E uma visão ampliada, para aumentar a precisão do ponto de controle que será coletado (**Zoom View**).

Para mudar a composição RGB das bandas na janela **Multipoint Geometric Correction**, clique com o botão esquerdo do mouse sobre uma das janelas e selecione a opção **Band Combinations**. Selecione as bandas da composição nos campos à direita da janela **Set Bands Combinations**. Esta operação só altera a cor de uma janela de cada vez. Repita a operação para todas as janelas que achar necessário (Figura 26).



**Figura 26.** Seleção de bandas para composição RGB no aplicativo ERDAS Imagine.

Para alterar a cor dos pontos e torná-los mais destacados na tela, clique com o botão direito do mouse nas duas colunas **Color** presentes na lista de pontos, na parte inferior da janela. Selecione uma cor que seja distingível na composição RGB que estiver utilizando. No caso da composição das bandas 4-5-3, a cor amarela é uma boa opção (Figura 27).



**Figura 27.** Alteração da cor dos pontos de controle no aplicativo ERDAS Imagine.

Para iniciar a coleta dos pontos, clique no botão localizado na barra de menus. Em seguida, clique no ponto desejado em uma das imagens (de entrada ou de referência) utilizando preferencialmente o **Zoom View**. Clique novamente no botão e clique no ponto correspondente ao primeiro ponto na outra imagem. Selecione cerca de 30 pontos e, em seguida, elimine os que apresentarem maior erro. Analise a tabela de erros, para verificar o posicionamento dos pontos que apresentarem os maiores erros. Se o posicionamento estiver errado ele pode ser eliminado. Porém, se estiver correto, é preciso avaliar o posicionamento dos outros pontos. Para aplicar a correção geométrica à imagem após coletar os pontos de controle necessários, clique no botão **Display Resample Image Dialog** (). Para averiguar o erro de cada ponto de controle, verifique o valor da coluna **RMS Error** na tabela dos pontos (Figura 28).

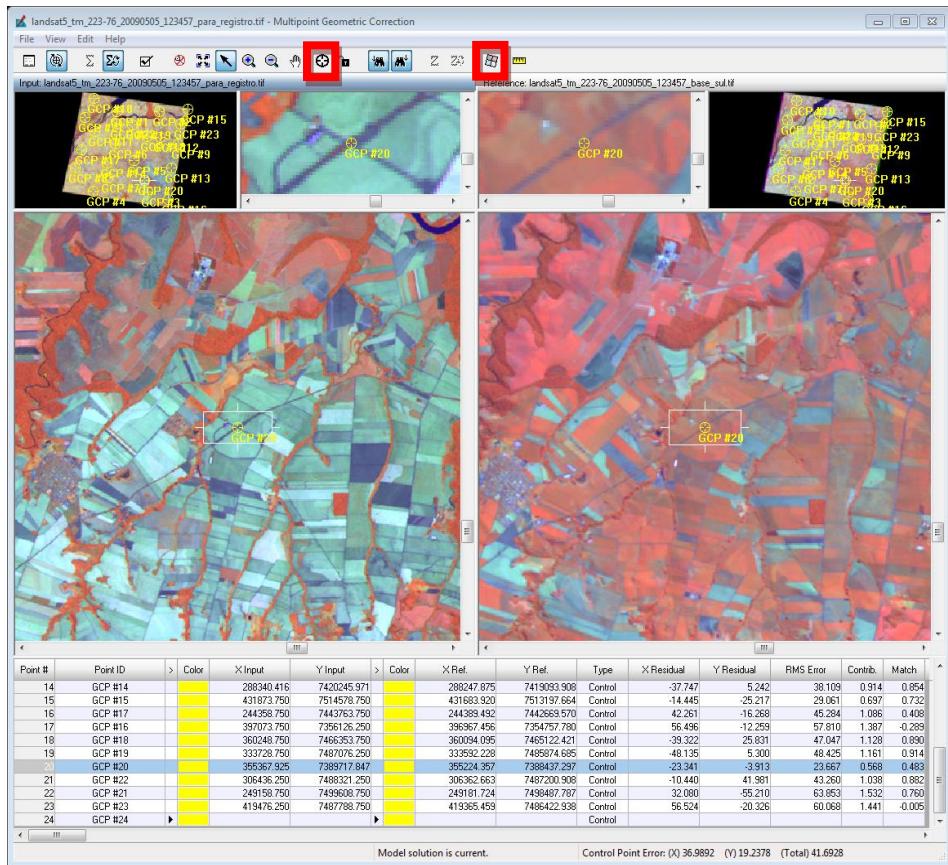


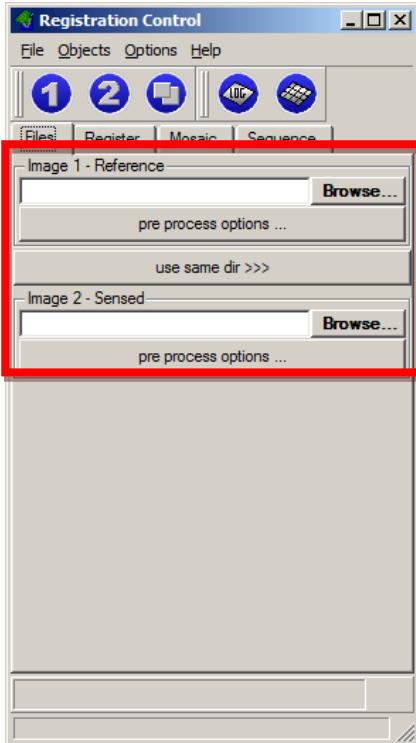
Figura 28. Coleta de pontos de controle no aplicativo ERDAS Imagine.

Na janela **Resample**, selecione a pasta de destino e o nome do arquivo de saída, que deverá ter o nome `satelite_sensor_orbita-ponto_ano_mes_dia_bandas_registrada` (exemplo: `landsat5_tm_221-71_20060531_123457_registrada`). Clique em **OK**.

## Aquisição automática de pontos de controle

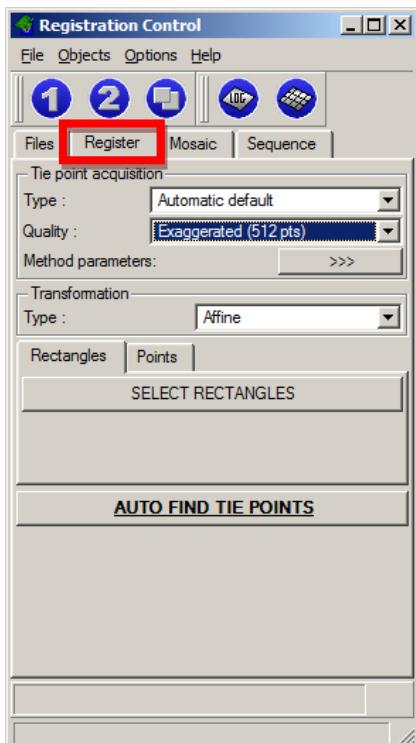
Nos exemplos demonstrados nos aplicativos ArcMap, ENVI e ERDAS Imagine, o usuário necessita extrair os pontos de controle de forma manual, ou seja, precisa indicar os pontos em ambas imagens. O programa Regeemy (FEDOROV et al., 2002) tem por finalidade a extração automática de pontos de controle em imagens de satélite. O aplicativo está disponível em <http://regima.dpi.inpe.br/download.html>. Para a aquisição automática de pontos de controle não é necessário empilhar todas as bandas. O usuário deve escolher apenas uma banda e realizar o processo no aplicativo Regeemy. Cabe ressaltar que a imagem de referência deve ser reprojetada para o hemisfério sul antes da coleta dos pontos de controle. O Regeemy não permite realizar esta correção, que deve ser feita usando outro aplicativo, como o ArcMap, ENVI ou ERDAS Imagine.

Abra o aplicativo Regeemy e carregue, primeiro, a imagem de referência em **Image 1 – Reference** e, depois, a imagem a ser registrada em **Image 2 - Sensed**.



**Figura 29.** Interface do aplicativo Regeemy para seleção de imagens.

Para definir os parâmetros de aquisição de pontos de controle, clique na aba **Register > Tie point acquisition**. No campo **Type**, escolha **Automatic default** e, no campo **Quality**, escolha **Exaggerated (512 pts)**. No campo **Transformation**, selecione **Type: Affine**. Selecione a aba **Rectangles** e clique no botão **Select Rectangles** (Figura 30).

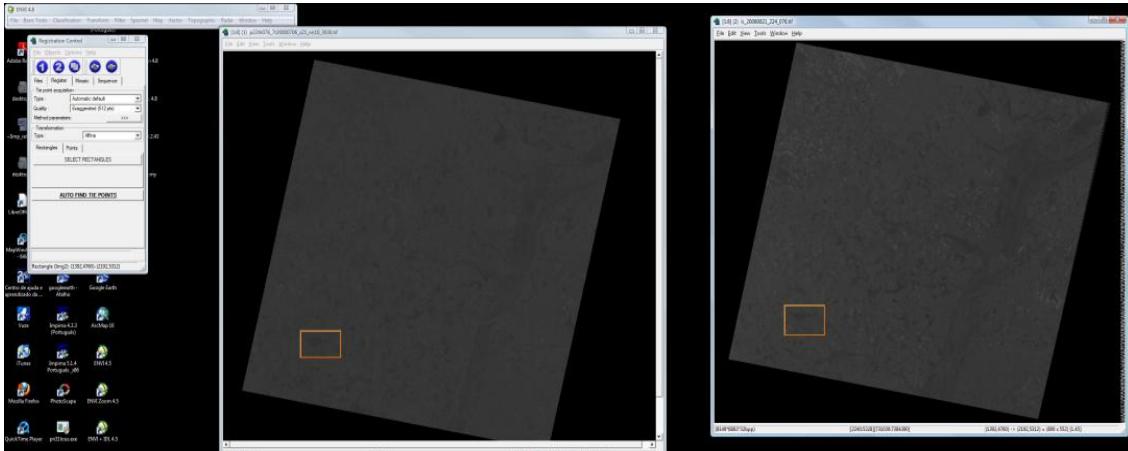


**Figura 30.** Interface do aplicativo Regeemy para definição dos parâmetros de aquisição dos pontos de controle.

Selecione o primeiro retângulo nas duas imagens das quais serão extraídos os pontos de controle.

Observe que a mesma área deve ser marcada em ambas as imagens. Esse processo tem como objetivo calibrar o aplicativo, ajustando inicialmente as imagens. O desenho do retângulo faz o aplicativo buscar pontos de controle apenas na área delimitada. Para garantir a qualidade do registro, os retângulos não devem ultrapassar 1.000 linhas por 1.000 colunas, dado que pode ser observado na parte inferior direita das janelas que mostram as imagens.

Clique em **Auto Find Tie Points** para buscar os pontos de controle no retângulo delimitado (Figura 31).



**Figura 31.** Interface do aplicativo Regeemy para aquisição dos pontos de controle.

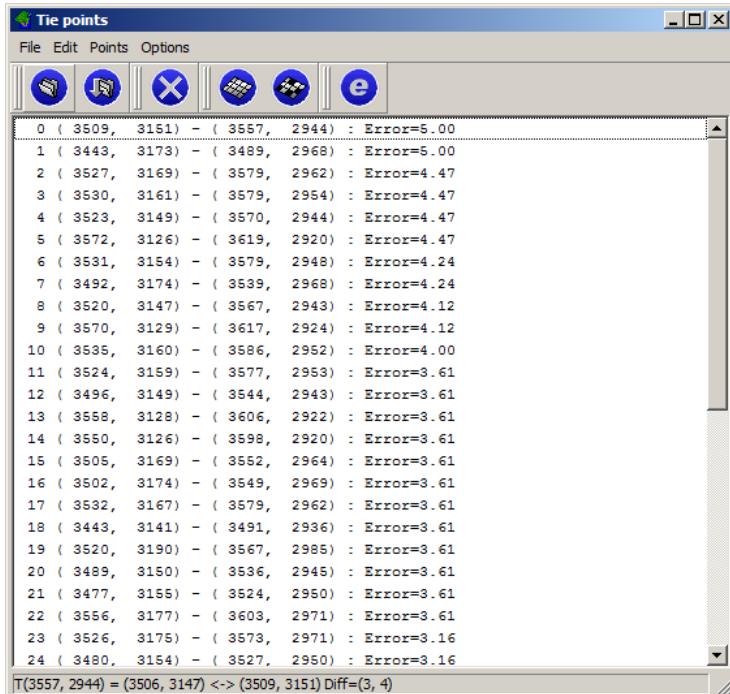
O resultado da qualidade do processamento é monitorado na caixa de diálogo **Log**, que aparecerá logo após a primeira busca dos pontos. A qualidade dos pontos localizados pelo programa Regeemy pode ser **A EXCELENTE FIT**, **A GOOD FIT** ou **A BAD FIT**. Nos dois primeiros casos, considere os pontos fornecidos pelo programa. Caso a qualidade observada seja **A BAD FIT**, desconsidere os pontos e faça o processamento novamente (Figura 32).



**Figura 32.** Interface do aplicativo Regeemy para controle de qualidade dos pontos adquiridos.

Após distribuir os pontos pela imagem, os que apresentarem maior erro RMS devem ser excluídos. É recomendável que o erro RMS total da imagem não seja superior a 0,5.

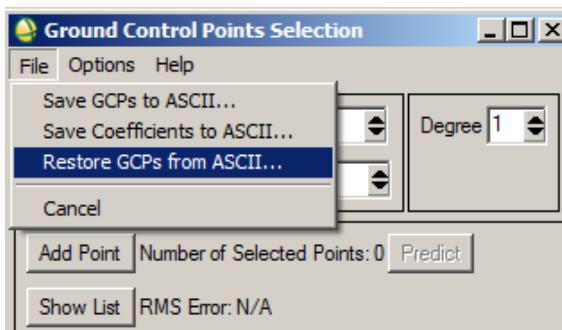
A última etapa no aplicativo Regeemy é salvar os pontos no formato .pts (ENVI) na caixa de diálogo dos pontos localizados na imagem. Na tela **Tie Points**, selecione **File > Save as** (Figura 33).



**Figura 33.** Visualização da tela **Tie Points** utilizada para exportar os pontos de controle adquiridos.

Após a extração dos pontos, é possível carregá-los em outro aplicativo para fazer o registro. Esse processo será exemplificado no procedimento do aplicativo ENVI, onde primeiramente devem ser abertas as duas imagens, imagem de referência e registrada.

Abra a ferramenta utilizada para o registro: **Map > Registration > Select GCPs: Image to Image** (etapa da Figura 17 deste documento). Selecione o arquivo de pontos salvos no aplicativo Regeemy clicando, para isso, em **File > Restore GCPs from ASCII**. Para salvar a imagem corrigida, repita a etapa seguinte (Figura 34).



**Figura 34.** Interface do aplicativo ENVI para restaurar os pontos de controle adquiridos no aplicativo Reegemy.

## Considerações finais

A correção geométrica é uma etapa fundamental do pré-processamento das imagens de satélite. Ela permite a adequação da imagem a uma projeção específica, reduzindo o efeito de distorções geométricas e, por conseguinte, o desenvolvimento de pesquisas e produtos com maior acurácia. Os aplicativos utilizados nos procedimentos adotados atenderam as expectativas. O aplicativo Regeeemy em particular mostrou ser de extrema importância, principalmente em projetos que necessitam de uma grande quantidade de imagens a serem registradas.

## Referências

D'ALGE, J. C. L. **Correção geométrica de imagens de sensoriamento remoto**. Aula da matéria Introdução ao Sensoriamento Remoto do curso de Sensoriamento Remoto – INPE, abril 2007.

FEDOROV, D.; FONSECA, L. M. G.; KENNEY, C.; MANJUNATH, B. S. System for Automatic Registration of Remote Sensing Images. In: IEEE INTERNATIONAL GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING SYMPOSIUM, 2., 2002, Toronto. **Proceedings...** Toronto, Canada: IGARSS, 2002.

### Circular Técnica, 18

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

#### Embrapa Monitoramento por Satélite

**Endereço:** Av. Soldado Passarinho, 303  
Fazenda Chapadão, CEP 13070-115 Campinas, SP  
**Fone:** (19) 3211-6200  
**Fax:** (19) 3211-6222  
**E-mail:** sac@cnpm.embrapa.br  
[www.cnpm.embrapa.br](http://www.cnpm.embrapa.br)

#### 1ª edição

1ª impressão (2012): versão on-line



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



### Comitê de publicações

**Presidente:** Cristina Criscuolo

**Secretária:** Bibiana Teixeira de Almeida

**Membros:** Daniel Gomes dos Santos Wendriner Loebmann, Fabio Enrique Torresan, Janice Freitas Leivas, Ricardo Guimarães Andrade, Shirley Soares da Silva e Vera Viana dos Santos

### Expediente

**Supervisão Editorial:** Cristina Criscuolo

**Revisão de texto:** Bibiana Teixeira de Almeida

**Normalização bibliográfica:** Vera Viana dos Santos

**Diagramação eletrônica:** Shirley Soares da Silva