

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E GESTÃO (SEPLAG)
INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ (IPECE)

NOTA TÉCNICA Nº 43

**AQUISIÇÃO, TRATAMENTO E DISPONIBILIZAÇÃO DE IMAGENS DE
SENSORIAMENTO REMOTO PARA SUBSÍDIO DE AÇÕES DE PLANEJAMENTO,
ORDENAMENTO E GESTÃO ESPACIAL DO TERRITÓRIO.**

Daniel Dantas Moreira Gomes¹
Cleyber Nascimento de Medeiros²
Emanuel Lindemberg Silva Albuquerque³

Fortaleza-CE
Dezembro de 2010

¹ Geógrafo. Mestrando em Geologia pela UFC. Analista em Geoprocessamento do IPECE.

² Mestre em Geociências pela UFRN. Analista de Políticas Públicas do IPECE. Coordenador da Gerência de Estatística, Geografia e Informações – GEGIN.

³ Geógrafo. Mestrando em Geografia pela UECE. Técnico em Geoprocessamento do IPECE.

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

Cid Ferreira Gomes – Governador

SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E GESTÃO (SEPLAG)

Desiree Custódio Mota Gondim – Secretária

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ (IPECE)

Eveline Barbosa Silva Carvalho – Diretora Geral

A Série Notas Técnicas do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE) tem como objetivo a divulgação de trabalhos elaborados pelos servidores do órgão, que possam contribuir para a discussão de diversos temas de interesse do Estado do Ceará.

Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE)

End.: Centro Administrativo do Estado Governador Virgílio Távora

Av. General Afonso Albuquerque Lima, S/N

Ed. SEPLAG – 2º andar

60.839-900 – Fortaleza-CE

Telefones: (85) 3101.3496/3101.3521

Fax: (85) 3101.3500

www.ipece.ce.gov.br

1 - INTRODUÇÃO

O Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE) iniciou no ano de 2010 a atualização e padronização de seu acervo de imagens de satélite, objetivando dar continuidade em sua missão de gerar informações geográficas e cartográficas para o Estado do Ceará.

As imagens foram fornecidas gratuitamente pelo Catálogo de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), permitindo assim que o IPECE construísse um acervo de imagens orbitais, as quais servem de insumo para atualização da base cartográfica do Ceará, uma vez que a base cartográfica atual está bastante defasada e necessita de uma melhor apresentação visual e uma adequação do Sistema de Coordenadas atualmente vigente.

Dentre os satélites e sensores escolhidos para a elaboração do acervo de imagens do IPECE, estão o satélite *Land Remote Sensing Satellite* (LANDSAT-5) com o sensor *Thematic Mapper* (TM) e o Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres (CBERS-2B) com o sensor *High Resolution Camera* ou Câmera Pancromática de Alta Resolução (HRC).

O sensor TM nos permite ter uma base cartográfica corresponde ao mapeamento na escala 1:100.000, consentindo numa visão geral de todo o Estado, mas com um número reduzido de detalhes, servindo principalmente para análise das divisas municipais e para a análise integrada do ambiente, tendo em vista que sua resolução espacial é de 30 (trinta) metros. Já o sensor HRC nos permite ter uma base cartográfica correspondendo ao mapeamento na escala 1:50.000, pois a sua resolução espacial é considerada de alta resolução, ou seja, de 2,5 (dois e meio) metros, nos permitindo ter o conhecimento mais aprofundado e detalhado do ambiente. Vale salientar que esse sensor possui algumas limitações, como um número bastante reduzido de cenas de todo o Estado do Ceará.

Neste contexto, o objetivo dessa nota técnica é apresentar a metodologia e as principais técnicas que foram aplicadas na atualização do acervo de imagens de satélite do IPECE, que servem para subsidiar a elaboração de pareceres técnicos produzidos pelo próprio Órgão sobre as divisas municipais; zoneamento e análise ambiental de todo o Estado; atualização de bases cartográficas, tais como:

hidrografia, estradas pavimentadas e estradas não pavimentadas, crescimento de áreas urbanas e etc; dos Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano dos municípios cearense; da implantação de Unidades de Conservação e dentre outras aplicações pertinentes pelo viés multidisciplinar das imagens de sensoriamento remoto, subsidiando primordialmente as ações de planejamento, de ordenamento e da gestão espacial do território.

As novas imagens de sensoriamento remoto e seus produtos cartográficos atualizados do Estado do Ceará, estão disponíveis para todos que dele necessitarem no SIG-WEB Sistema Ceará em Mapas Interativo (<http://mapas.ipece.ce.gov.br>), onde toda a sociedade tem acesso direto a esses produtos de forma rápida, interativa e sem nenhum custo financeiro adicional.

Neste sentido, as imagens de sensoriamento remoto configuram-se como um importante produto voltado para o planejamento e tomada correta de decisão pelos gestores públicos, pois as mesmas servem de insumo ao monitoramento, avaliação e aperfeiçoamento das ações governamentais, auxiliando também no diagnóstico, na formulação e na implementação de políticas públicas voltadas para a melhoria da qualidade de vida da população, a partir da perspectiva de um melhor conhecimento do território.

2 - MATERIAIS E MÉTODOS

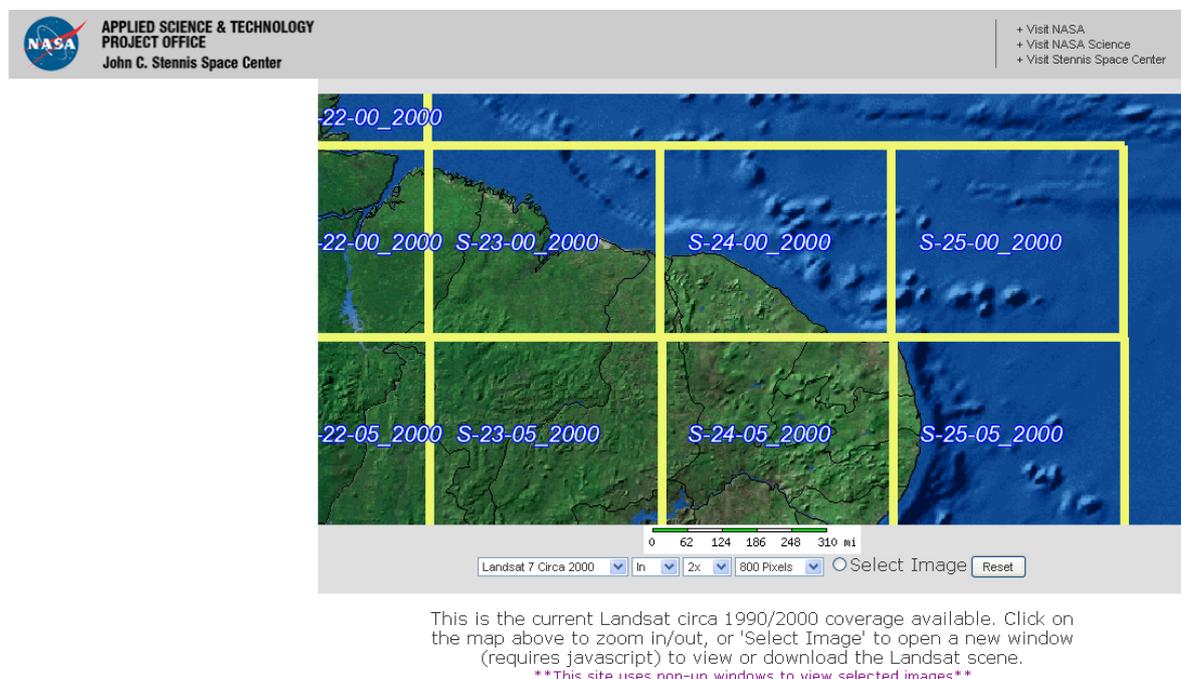
2.1 Material

2.1.1 Imagens orbitais

As imagens do satélite LANDSAT-5 do sensor TM, que apresenta um pixel de 30 metros nas bandas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e recobrem o Estado do Ceará, situadas nas seguintes órbitas e datas: 216/63 de 01/09/2009, 216/64 de 31/07/2009, 216/65 de 01/09/2009, 217/62 de 03/09/2007, 217/63 de 14/07/2006, 217/64 de 02/11/2009, 217/65 de 27/11/2009, 218/62 de 12/09/2008, 218/63 de 02/11/2009, 218/64 de 02/11/2009 e 218/65 de 30/08/2009, foram obtidas no Catálogo de Imagens do INPE-Brasil (2010).

Também foram obtidas, no Catálogo de Imagens do INPE-Brasil, as seguintes cenas do satélite CBERS-2B, do sensor HRC de 2,5 metros: 149_105, 149_106, 149_107, 150_104, 150_105, 150_106, 150_107, 150_108, 150_109, 151_103, 151_104, 151_105, 151_106, 151_107, 151_108, 152_103, 152_104, 152_105, 152_106, 152_107, 152_108, cabendo ressaltar que cada cena é subdividida em 25 cenas menores, divididas em sub-órbitas A, B, C, D, E. Vale salientar que o sensor HRC possui uma única banda espectral, que opera no espectro do visível e do infravermelho próximo.

Foram adquiridos no site da *National Aeronautics and Space Administration* (Administração Nacional do Espaço e da Aeronáutica) – NASA, (<https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/>), duas imagens de Satélite LANDSAT GeoCover no formato Mrsid (figura 01), onde essas serviram como referência para registrar/georreferenciar as imagens orbitais da área em estudo. As cenas GeoCover possuem um pixel de 14,5 metros e são ortorretificadas, possibilitando assim referência espacial e precisão planimétrica de até 1:100.000 na execução do registro/georreferenciamento das cenas LANDSAT-5.



GeoCover circa 1990 Product Description

FIGURA 01 - Duas imagens GeoCover no formato Mrsid.

2.1.2 Programas utilizados

Foi realizada primeiramente uma pesquisa em busca dos melhores *softwares* que atendessem os objetivos propostos para o desenvolvimento pleno do trabalho, dentro de suas potencialidades e limitações, elegendo-se alguns *softwares* livres e outros proprietários, os quais são citados a seguir:

- Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas – SPRING 4.3 e 5.1.3. Programa desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, *software* livre, onde pode ser baixado por meio de *downloads* no site (www.inpe.br). O SPRING é um Sistema de Informações Geográficas – SIG, tendo como funções principais o processamento de imagens, análise espacial, modelagem numérica de terreno e consulta a bancos de dados espaciais.
- ARCGIS 9.3. Desenvolvido pelo *Environmental Systems Research Institute* - ESRI, *software* proprietário, sendo utilizada a licença do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – IPECE, é um programa de grande potencialidade no que concerne às técnicas e ferramentas de sensoriamento remoto e geoprocessamento.

2.2 Métodos

2.2.1 Processamento Digital de Imagens

O desenvolvimento do trabalho foi executado em seis etapas. A primeira relacionada com o levantamento e a aquisição das imagens de sensoriamento remoto, onde se objetivou levantar informações prévias das imagens existentes para o Estado do Ceará e adquiri-las, buscando escolher as cenas com menor índice de cobertura de nuvens para não prejudicar na qualidade do trabalho.

A segunda etapa compreende a criação de um banco de dados no *software* SPRING 4.3. A escolha dessa versão foi devido a sua maior estabilidade, buscando integrar todos os dados levantados em uma única e compatível base de dado, onde foram criados modelos de dados nas categorias: Imagem (para inclusão dos dados raster), Numérico (Modelo Numérico do Terreno – MNT, para os dados que contêm informação altimétrica), e Temático (para inclusão de informação vetorial e

fatiamento da declividade). Os referidos dados foram divididos em projetos distintos por órbita/ponto de cada imagem, objetivando facilitar na estruturação e na manipulação do banco de dado.

A terceira etapa correspondeu à conversão da imagem original no formato tiff para o formato Grib, onde este foi convertido para o Sistema de Coordenadas *Universal Transverso de Mercator* – UTM, no *South American Datum* – SAD-69 para a Zona 24, que compreende ao Estado do Ceará.

A quarta etapa consistiu na correção geométrica das imagens adquiridas, utilizando como apoio e base de referência à imagem de satélite GeoCover da NASA, referente ao ano 2000.

A quinta etapa correspondeu ao Processamento Digital de Imagens. Nessa etapa foram mosaicadas as cenas do sensor HRC por sua órbita/ponto, onde foram aplicados realce por contraste utilizando os métodos de Histograma.

Por último, na sexta etapa, foi feita a disponibilização das imagens no Sistema Ceará em Mapas Interativo.

2.2.2 Criação do Banco de Dados

Para a integração e organização dos dados foi utilizado o *software* SPRING 4.3, onde este cria um banco de dados que permite à elaboração de vários projetos distintos e independentes. Para facilitar a análise e unificar as estruturas de dados, foi montado no SPRING um banco de dados (Gerenciador DBase), onde foi possível integrar e manipular as imagens e os dados disponíveis para atender aos objetivos e pressupostos metodológicos do trabalho. Além disso, o gerenciador DBase possui grande potencialidade, devido à grande quantidades de informações que foram inseridas no banco de dados, ultrapassando os 2 Gb, que é o limite de outros gerenciadores.

As categorias de modelos de dados escolhidas para serem manipuladas pelo banco de dados, como mencionado anteriormente, foram: Imagem, Numérico e Temático.

Nesta perspectiva, foi criado assim o banco de dados **Imagens_Ceara**, com 11 (onze) projetos para as imagens do satélite LANDSAT-5 e mais 21 (vinte e um)

projetos para o satélite CBERS-2B, bem como um projeto geral para a integração de todos os dados disponíveis.

2.2.3 Mosaicos HRC e LANDSAT-5

Cada cena do satélite CBERS-2B do sensor HRC vem subdividida em 25 (vinte e cinco) cenas menores em cada orbita/ponto, onde cada cena necessita ser mosaicada por sub-orbita para formar um único arquivo, gerando assim em vez de 25 cenas menores, gera apenas 5 cenas, isso nos possibilita ter maior integridade para a imagem e ter um melhor aproveitamento de espaço ocupado pela mesma.

Todas as cenas do satélite LANDSAT-5 foram mosaicadas em uma única cena para todo o Estado do Ceará.

2.2.4 Georreferenciamento

Todas as bandas das cenas foram abertas no *software* Impima, convertendo as bandas para o formato Grib, formato padrão do SPRING 4.3. Desta forma foi possível executar o georreferenciamento, onde se buscou corrigir geometricamente as imagens, determinando o Sistema de Projeção UTM e utilizando o datum SAD-69 da Zona 24 Sul, como padrão para todas as cenas do estudo, tendo como referência a imagem GeoCover 2000 para correção geométrica.

2.2.5 Contrastes

Posteriormente ao georreferenciamento, todas as cenas foram submetidas a uma correção da medida do espalhamento dos níveis de intensidade do histograma da imagem, onde se buscou melhorar o aspecto visual e facilitar a interpretação da imagem, etapa de suma importância para dar qualidade ao trabalho.

3 – IMAGENS GERADAS

As imagens de sensoriamento remoto são representadas por tonalidade de cinza, que variam do preto ao branco, onde o preto significa valor 0 (ausência de uma determinada cor) e os pixels brancos o valor máximo. Esse valor

máximo é definido pela quantidade de bits da imagem, ou seja, para uma imagem de 8 bits, os valores variam entre 0 e 255, sendo então o branco apresentado nos pixels que tenham esse valor máximo. Quanto maior for o número de bits da imagem, maior será a variação de cores que podem ser definidas, pois assume um intervalo entre os valores mínimo e máximo maior. Para que essa imagem tenha cor é necessário que ela seja formada por uma composição de algumas bandas, que quando composta dá ao sistema visual humano a impressão de cor, isso quer dizer que para cada imagem colorida, temos três valores, um de vermelho, outro de verde e outro de azul, que quando compostos geram as demais cores que vemos na imagem, sendo o resultado da composição RGB.

Dessa forma, quando fizemos o *download* de algumas imagens de satélite através do site do INPE (www.inpe.br), logo percebemos que estas encontravam-se em tons de cinza e que necessitavam ser compostas, sendo necessário criar um banco de dados no SPRING e importar todas as cenas que fizemos *download* para dentro do sistema.

O *software* SPRING 4.3 foi utilizado como gerenciador de banco de dados, mostrando maestria e robustez no desempenho, comprovando sua capacidade de trabalhar com uma grande quantidade de dados e facilitando a transformação desses dados em informação. Neste contexto, as gerências dos projetos foi um grande facilitador do controle dos Planos de Informações – PI.

3.1 - Imagens LANDSAT-5

De posse das cenas, foi necessário à modificação no Sistema de Projeção Cartográfica das mesmas, passando do sistema *World Geographic System* de 1984 – WGS 84 para o sistema *Universal Transversa de Mercator* – UTM, no *South American Datum* de 1969 – SAD 69 na Zona 24 Sul. Como resultado tivemos novas cenas com o novo sistema adotado no projeto, onde foi possível elaborar o georreferenciamento de cada cena.

O georreferenciamento foi realizado utilizando o método imagem-imagem, levando em consideração a imagem GeoCover, de onde foram tirados 19 pontos de controle, gerando assim um produto cartográfico com o resultado de erros RMS de 0,07, onde todas as cenas foram corrigidas, gerando mais 11 novas cenas.

O contraste, como foi visto anteriormente, é a operação de transferência radiométrica em cada pixel, buscando aumentar a discriminação visual entre objetos contidos em uma imagem. Essa transferência radiométrica é executada diretamente em cada pixel, não levando em consideração os valores de vizinhança. Vale corroborar que a manipulação do contraste da imagem é efetuado a partir do histograma da imagem.

A figura a seguir, exemplifica a aplicação de contraste em uma das imagens geradas.

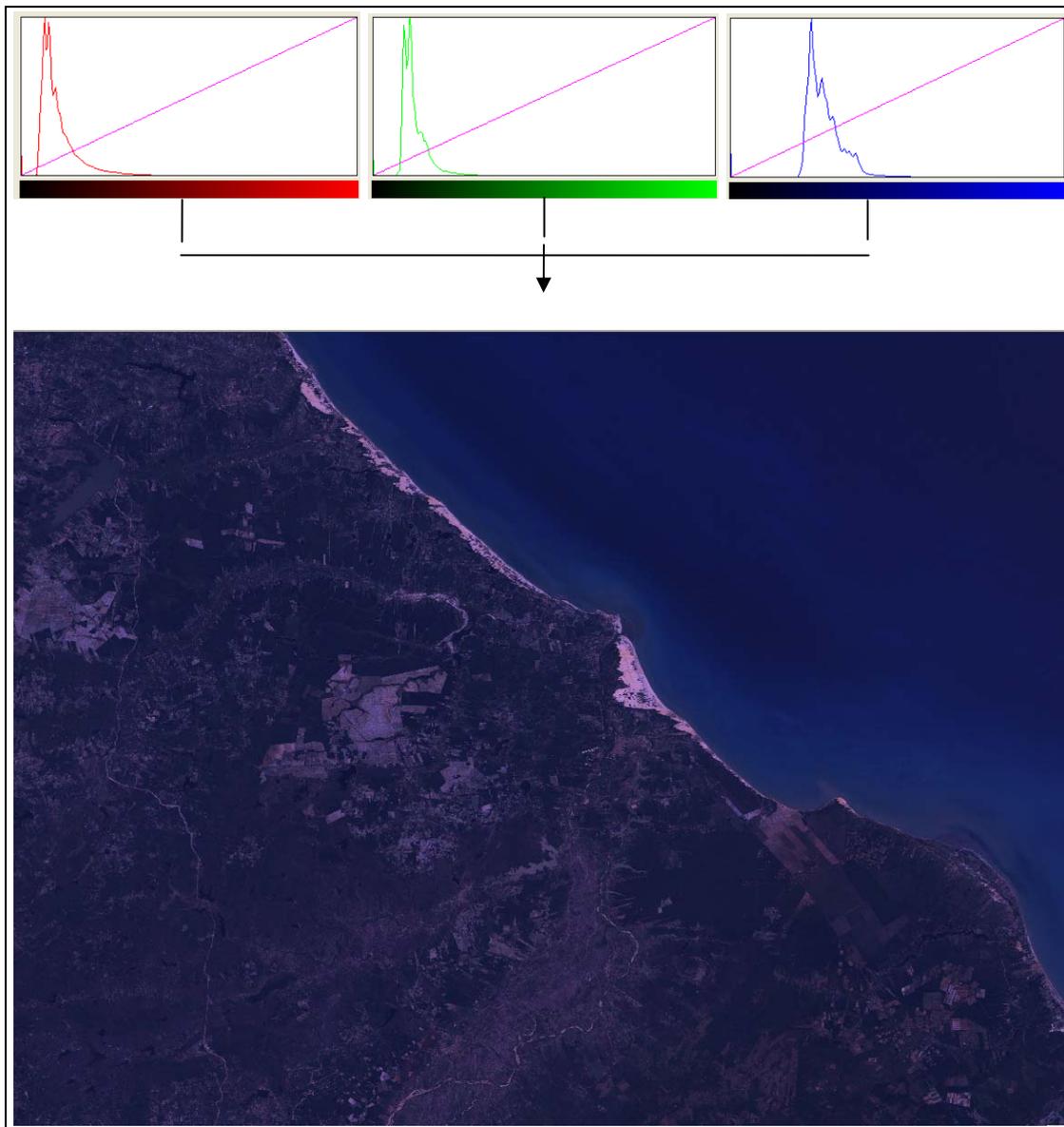


FIGURA 02 – Cena sem o aumento do contraste.

Na próxima figura (figura 03) podemos observar a mesma cena da figura 02, mais com o aumento linear de contraste aplicado, vale ressaltar que com esse aumento de contraste, fica mais fácil a identificação das características naturais da paisagem.

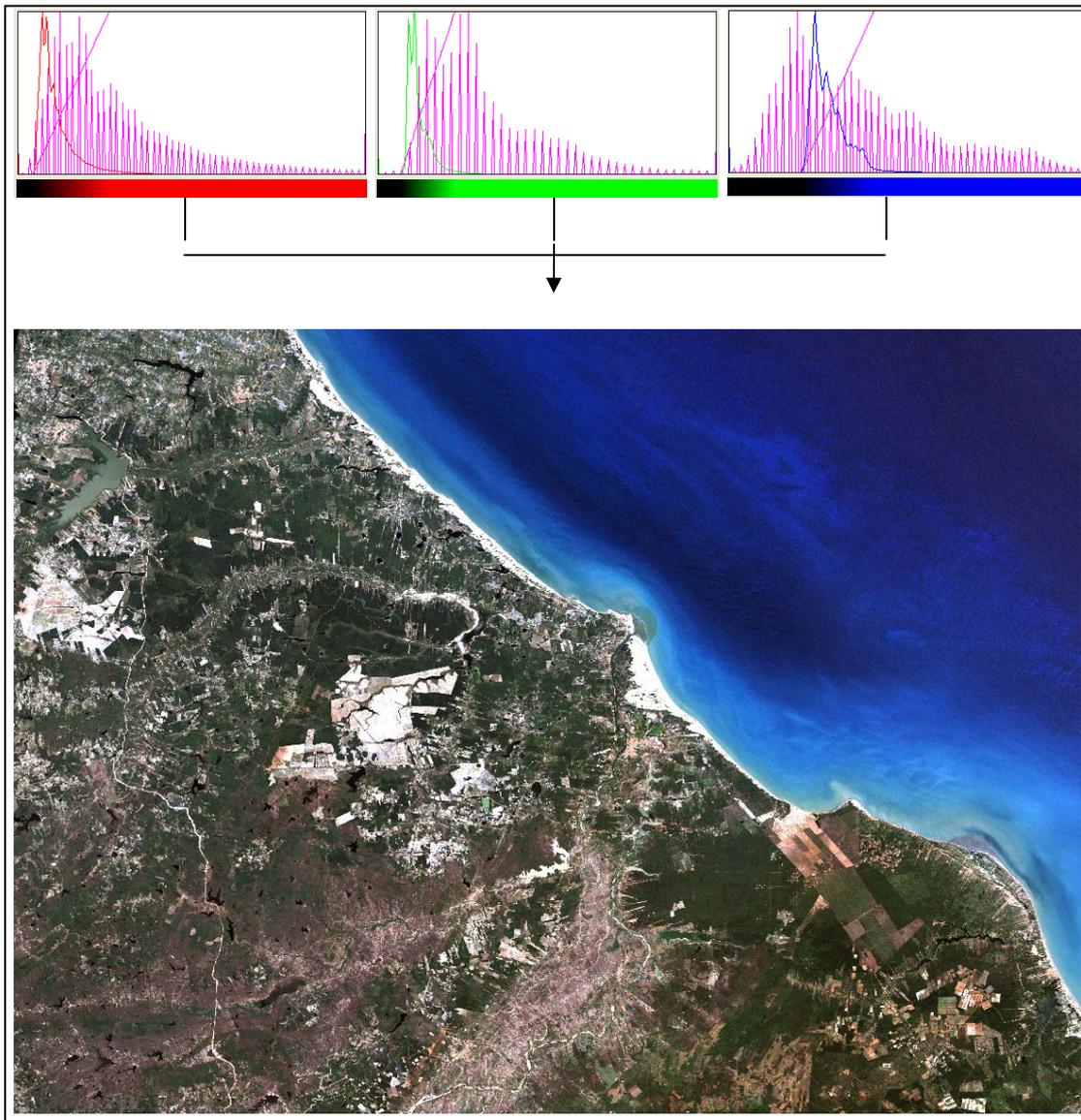


FIGURA 03 – Cena com o aumento do contraste.

Posteriormente ao ajuste de contraste, foi elaborado um mosaico contendo todas as cenas que recobrem o Estado do Ceará, permitindo assim juntar todas as cenas do satélite LANDSAT-5 em uma única imagem (figura 04).

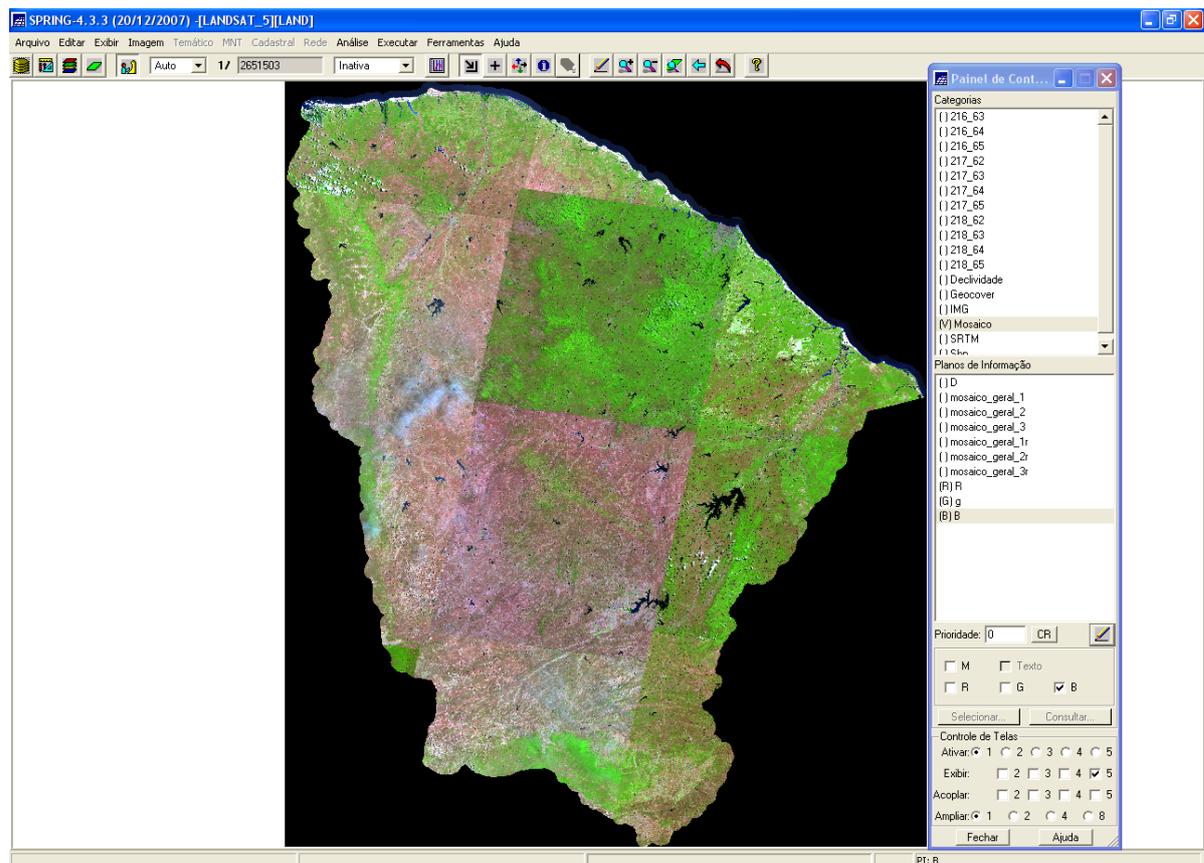


FIGURA 04 – Cenas do satélite LANDSAT-5 mosaicadas.

3.2 Imagens HRC

Todas as cenas do sensor HRC já vieram no sistema *Universal Transversa de Mercator* – UTM e no *South American Datum* de 1969 – SAD 69, ou seja, já compatível com a Projeção Cartográfica adotada no trabalho.

Antes de começar o georreferenciamento, foi necessário mosaicar os recortes de cenas de cada órbita/ponto, determinando então que cada sub-órbita seria junta ao máximo de sub-cenas disponível.

O georreferenciamento foi realizado através do método imagem-imagem, levando em consideração a imagem de satélite GeoCover. Verificamos que com a diferença de escala e resolução espacial entre os dois tipos de sensores, teríamos certa dificuldade em determinar os pontos de controles adequados, foi então que foi utilizado como apoio para a identificação dos pontos de controle um arquivo vetorial

(*shapefile*) contendo as estradas de todo o Estado do Ceará na escala 1:100.000, e assim poderíamos minimizar os erros de geometria.

O contraste foi aplicado com a manipulação do histograma da imagem, objetivando uma melhor apresentação visual e a obtenção com maior facilidade da identificação das feições demonstradas na imagem. A figura 05 exemplifica a imagem contrastada.

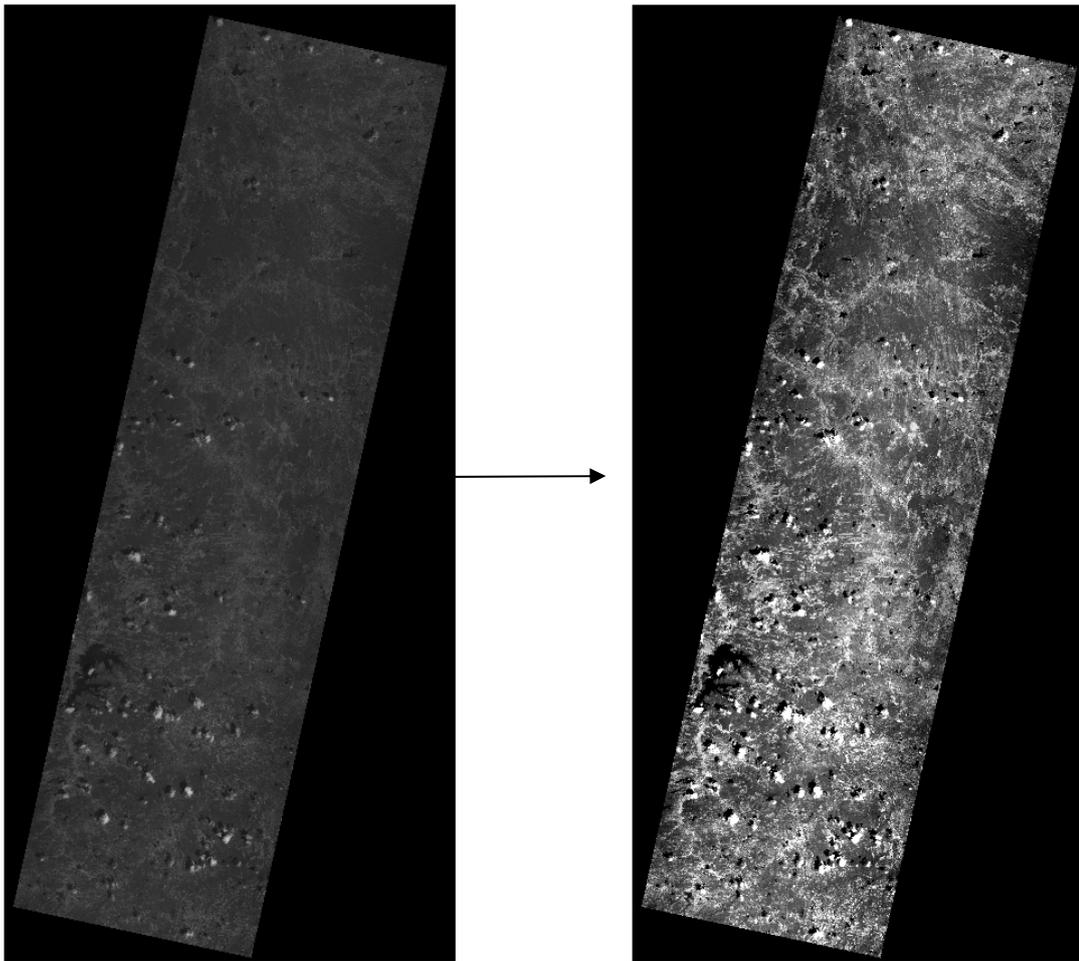


FIGURA 05 – Diferenças entre os contrastes.

4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adequação e atualização de um conjunto de imagens de sensoriamento remoto nos dão uma fonte de informação primária para execução de uma base cartográfica atualizada e em escala de detalhes a contento, contendo informações georreferenciadas e atualizadas de todo o território, permitindo o aperfeiçoamento da gestão do espaço, ou seja, a partir da análise de suas características físicas, sociais e econômicas.

A geração de dados georreferenciados sobre as características físico-ambientais do território, do uso e ocupação do solo e dos aspectos socioeconômicos correlacionados, são todos passíveis de análise e manipulação em sistemas informatizados, possibilitando a criação de elementos que subsidiem a tomada de decisão, no intuito de se alcançar uma melhor gestão governamental.

As imagens de satélite que estão sendo trabalhadas e que compõem o acervo do IPECE estão disponíveis no sistema Ceará em Mapas Interativos.

A partir do menu de imagens municipais (<http://www.ipece.ce.gov.br/categoria5/imagens/>) pode-se consultar as imagens LANDSAT dos municípios cearenses.