

ORTORRETIFICAÇÃO DE IMAGEM CBERS-2B UTILIZANDO O MDE DO ASTER

Mariana Carneiro dos Santos Senna¹
Claudia Vergetti de Albuquerque Silva²
Daniel Carneiro da Silva³

Universidade Federal de Pernambuco
Departamento de Engenharia Cartográfica

¹mariana.mcass@gmail.com, ²claudia_vergetti@hotmail.com, ³danielcs@ufpe.br

Abstract. In most regions of Brazil there is no updated cartography. The big offer of CBERS images, available for free in the INPE (National Institute of Spatial Researches) website, may help this updating deficiency in several areas and for that is necessary to know its potentialities and limitations. There are also available through the internet MDE's (Digital Elevation Models), such as the SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission), the ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) and the GTOPO (Global Topography). This work is a part of the research project which goal is to reevaluate used until now with the objective of using CBERS images in both in rural and urban cadastre update, which are not always bringing the expected results to the 1:25000 scale. Initially, it's been rated the effectiveness of the differential corrections between the original, the orthorectified and the stereomate images, using ASTER MDE and RPC (Rotational Polynomial Coefficient).

Keywords: image CBERS, ASTER, DEM, orthorectification.

Introdução

Na maioria das regiões do Brasil não existe cartografia atualizada. A grande oferta de imagens CBERS (Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres, lançado em setembro de 2007), disponibilizadas gratuitamente na página do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), pode ajudar a suprir essa deficiência de atualização em diversas áreas e, para isso é necessário conhecer suas potencialidades e limitações de uso. Também estão sendo disponibilizados gratuitamente pela internet MDE's (Modelos Digitais de Elevação), como o SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) com resolução de cerca de 90m para regiões fora dos EUA, ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) com resolução de cerca de 30 m, e GTOPO (Global Topography) com resolução aproximada de 1 km. Com esses dados, há a possibilidade de ortorretificação das imagens para utilização em diversas aplicações, da geração de mapeamento novo à atualização de mapas existentes, dependendo da escala máxima possível após análises de precisão, conforme normas da cartografia no Brasil.

Originalmente, imagens de satélite apresentam deformações em sua geometria e precisam ser corrigidas antes de serem utilizadas. Tais imperfeições se originam na instabilidade da plataforma espacial onde se encontram os sensores, no movimento de rotação e forma da Terra, e nas características geométricas dos sensores (Cruz et al, 2004). A ortorretificação é um processo de correção geométrica que pode corrigir essas imperfeições e ainda remover a distorção em relação ao deslocamento provocado pela superfície topográfica.

Esse trabalho está inserido na primeira parte de projeto de pesquisa para reavaliação dos procedimentos adotados até agora com objetivos do uso de imagens do CBERS na atualização cadastral rural e urbana. A literatura especializada relata várias experiências e testes de ortorretificação de imagens do CBERS (Cruz et al 2005; Correia et al, 2005; Anjos et al, 2007; Costa et al, 2007(a), Costa et al, 2007(b), Debiase et al ,2007; Silva, 2007; Rodrigues et al, 2009), mas por vários motivos os resultados atingem precisões compatíveis apenas com escalas 1:50000 ou menor, sendo que se pode esperar que imagem de satélite com tamanho do pixel no terreno de 20,0m possam atender a atualização na escala 1:20000, conforme discussão em Silva e Dalmolin (1998).

Nesta fase da pesquisa, a preocupação é com a detecção de alterações na imagem, para analisar a eficiência da ortorretificação em função do método escolhido, e da influência da diferença de altitude da área em relação ao TPT (Tamanho do Pixel no Terreno). Foram obtidas as imagens CBERS e MDE's ASTER de uma área do estado do Maranhão, e efetuada a ortorretificação usando o ENVI, através de RPC (Rotational Polynomial Coefficient) e gerado um par estereoscópico artificial. Todos os procedimentos adotados são detalhados e discutidos em termos das alterações detectadas na imagem ortorretificada.

2 Obtenção dos Dados

A região de estudo localiza-se no Estado do Maranhão, na fronteira com o Estado do Tocantins, e apresenta relevo bastante acidentado, o que favorece o trabalho. Tal região está compreendida entre: 6°S e 8°S; 45°O e 48°O (Figura 2).

As imagens do CBERS e MDE do ASTER coletadas gratuitamente através da internet foram as seguintes:

- CBERS 2B, Sensor CCD:

Site de busca: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>
Imagem: órbita 158 ponto 108, data 14/09/2008
Projeção: UTM, Zona 23 Sul
Datum: SAD-69
Dimensão: 6751x6741
Formato: BSQ
Tamanho do pixel: 20x20 m

- ASTER MDE:

Site de busca: <http://www.gdem.aster.ersdac.or.jp/search.jsp>
Imagens ASTGTM: S07W047, S08W047, S07W048 e S08W048.
Projeção: Geográfica Lat/Lon
Datum: WGS-84
Dimensão: 3601x3601
Formato BSQ
Tamanho do pixel: 30x30 m
Precisão MDE (desvio padrão): 7 a 14 metros
Cobertura MDE: 83° N e 83° S

O MDE do ASTER é um produto da METI (Ministry of Economy, Trade and Industry – Japão) e da NASA (National Aeronautics and Space Administration – Estados Unidos) gerado do estereopar de imagens adquiridas de visadas a nadir e para ré de uma mesma área.

A próxima etapa consiste da padronização das informações das imagens. O sistema de projeção adotado é UTM (Universo Transverso de Mercator), Datum WGS-84 (World Geodetic System 1984) e tamanho do pixel no terreno 20x20 metros. As devidas conversões e reamostragem dos pixels foram feitas através do software Erdas View Finder 2.1.



Figura 2. Localização da área de estudo.

3. Mosaico do MDE

Durante análise dos tamanhos e limites das imagens adquiridas e da localização geográfica, foi identificado um significativo deslocamento entre as coordenadas nominais e reais. Em função disto, houve a necessidade de montar um mosaico com quatro imagens do ASTER, para envolver completamente a imagem escolhida do CBERS (Figura 3). O mosaico dos MDE's georreferenciados foi obtido no programa Envi no menu Map – Mosaicking – Georeferenced.

É recomendado, em trabalhos futuros, que se faça uma verificação quanto à qualidade do posicionamento planimétrico do MDE do ÁSTER e do SRTM, em

comparação com coordenadas de pontos obtidos por métodos mais precisos, pois existem outras evidências que podem ter deslocamentos sistemáticos.

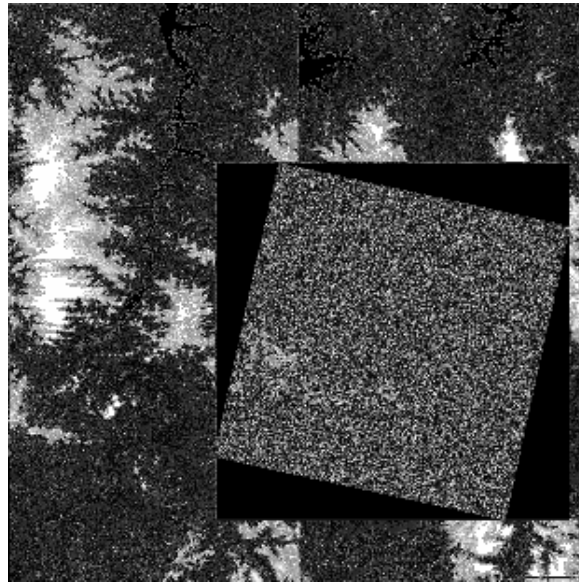


Figura 3. Sobreposição da imagem CBERS sobre as quatro imagens de MDE do ASTER.

4. Ortorretificação

As imagens usadas na ortorretificação sofreram alguns processamentos prévios com o programa Erdas View Finder. A resolução nominal das imagens ASTER (30m) foi igualada a do CBERS (20m) e foi alterado o sistema de referência do CBERS (SAD-69) para WGS-84.

A identificação e marcação dos pontos homólogos entre o mosaico MDE e a imagem CBERS foi realizada a partir de feições da rede de drenagem, devido à ausência de pontos medidos em campo e de outras feições planimétricas identificáveis no MDE. Os pontos homólogos foram previamente localizados no Erdas View Finder e posteriormente inseridos no Envi, para o cálculo dos RPC's (Rotational Polynomial Coefficient), através do menu Map – Build RPCs. Os demais dados de entrada necessários para calcular os coeficientes são: tipo do sensor (Digital Line Central), a distância focal do CBERS (520 mm), o tamanho físico do elemento sensor (0,0134 mm) e grau do polinômio (segundo grau).

Esses coeficientes representam uma alternativa ao processo de ortorretificação baseado no modelo rígido. De acordo com Silva (2007), os fatores que mais influenciam na sua qualidade são: resolução espacial do sensor, distribuição uniforme dos RPC's na área de atuação, variação de altitude desta área e inclinação da visada central da imagem.

Com os RPC's calculados e o mosaico do MDE, finalmente pode ser realizada a ortorretificação, que foi editada como uma ortofotocarta, mostrada na Figura 4.

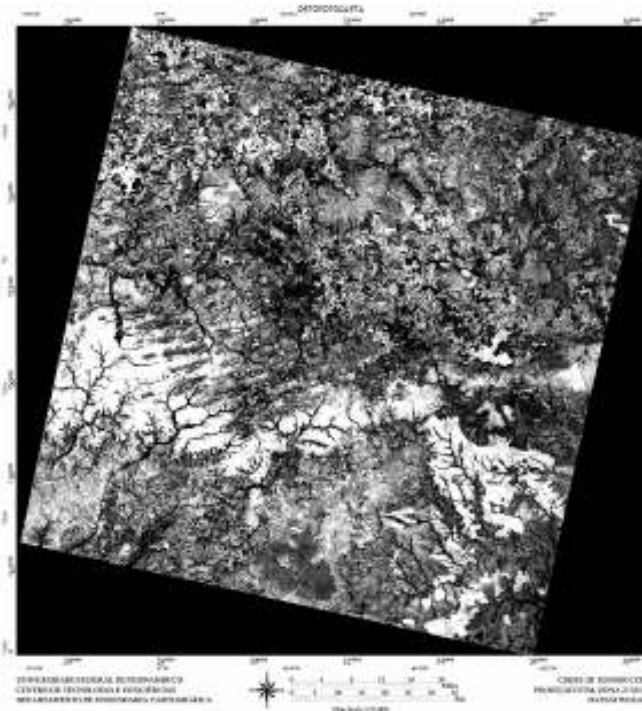


Figura 4. Ortofotocarta gerada a partir da ortoimagem no Envi.

5. Resultados e Discussão

A análise da qualidade do processo de ortorretificação consistiu apenas da verificação do EMQ (Erro Médio Quadrático), relacionado com os pontos homólogos medidos, informado pelo programa ENVI após o cálculo dos RPC's. A ortorretificação foi feita através do menu Orthorectification – Generic RPC and RSM – Orthorectify using RPC or RSM. Dessa forma a ortoimagem foi gerada no sistema de projeção UTM, zona 23 sul, Datum WGS-84 e pixel no terreno 20x20 metros (Figura 4), usando a interpolação bilinear.

O valor do EMQ foi 6,330 pixels é um valor alto, mas já esperado, devido à grande dificuldade de medição de pontos homólogos entre a imagem do MED ASTER e a imagem da banda 3 (vermelha) do CBERS. A composição colorida não foi usada porque a banda 1 (azul) apresenta problemas radiométricos e a imagem composta fica muito avermelhada. Também não foi possível medir pontos em campo com GPS, ou mesmo em mapas de escala grande, porque nesta fase o interesse é analisar os deslocamentos diferenciais de elementos entre imagem original e ortorretificada.

É comum avaliar os deslocamentos diferenciais durante a ortorretificação através da relação entre TPT e diferença de altura que pode ser detectada entre pixels vizinhos, usando a fórmula:

$$\Delta h = \frac{H}{D} * \Delta x \quad (1)$$

Em que Δh é diferença de altura mínima

H é a altura do satélite

D é a metade da faixa coberta no terreno, ou distância ao nadir

Δx é o tamanho do pixel no terreno

Para o CBERS a diferença de altura mínima entre dois pixels vizinhos Δh é de 344,2m (H=778km; D=56,5 km; TPT=20m). Portanto terrenos com diferenças de altura até 344 m podem ser considerados planos. Na área de estudos as alturas mínimas e máximas variam entre 200 e 630 m, com diferença de 430 m, acima do valor crítico mínimo, mas não dentro de uma distância de igual ao TPT de 20 m.

Um modo prático de avaliar visualmente as diferenças entre imagens que sofreram alguma transformação é montar um anaglifo, colocando uma das imagens na banda vermelha e a outra nas bandas azul e verde, após igualar o tamanho das duas. Isto foi feito com a imagem original e a ortorretificada (Figura 5) e o que se percebe é uma distorção geral segundo uma superfície curva (pontos A e C, mais baixos, B e D mais altos) devido aos diversos fatores da aquisição da imagem, mas não são percebidos deslocamentos devido ao relevo.

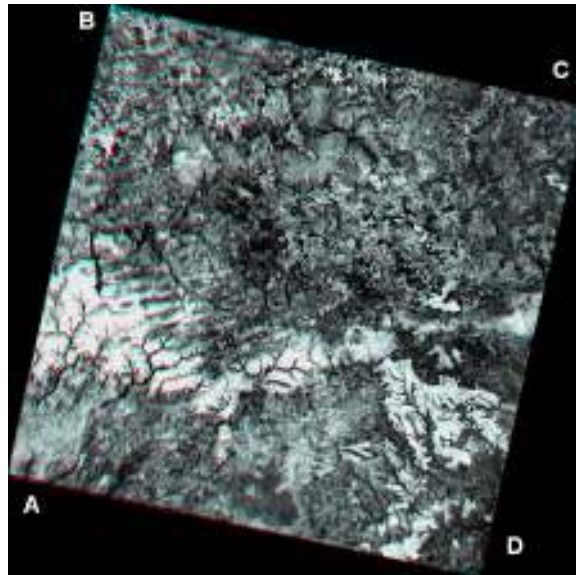


Figura 5. Anaglifo montado com imagem CBERS, banda 3, e imagem ortorretificada. Para visualização é necessário um óculos anaglifo vermelho-azul (ciano).

Igualmente foi realizado uma retificação simples da imagem do CBERS usando a transformação projetiva e montado outro anaglifo. Neste caso foi criada uma superfície inclinada uniforme.

A conclusão parcial é que não existe a necessidade, mesmo em áreas com relevo com variações de altura maiores que o mínimo dado pela equação 1, de ser realizada a ortorretificação, mas apenas uma transformação tipo afin (Silva et al 2009), projetiva ou polinomial para o registro entre imagem e pontos do terreno. Este procedimento atende à grande maioria dos casos em território brasileiro, visto que as imagens do CBERS cobrem faixa de 120 km de largura, e as variações de altitudes não são tão bruscas. As situações mais críticas seriam para imagens CBERS com ângulo de visada máximo de 32° para as quais Δh é de apenas 32,0m.

A percepção de relevo com um anaglifo, ou outra visualização 3D, usando imagens de satélites de média ou alta resolução, é possível de ser obtida com a construção de estereomate. O estereomate é uma imagem com paralaxe em X introduzida artificialmente que cria um par estereoscópico com a imagem ortorretificada. O estereomate foi construído com o método usado por Silva et al (2009). A Figura 6 mostra um detalhe do anaglifo formado com o estereomate e a ortofotocarta, em que é possível notar perfeitamente as declividades e formas do terreno.

Os pontos que aparecem no detalhe da Figura 6 são devido ao modo de geração direto do estereomate, mas podem ser eliminados com aperfeiçoamentos a serem introduzidos no programa em Matlab usado.

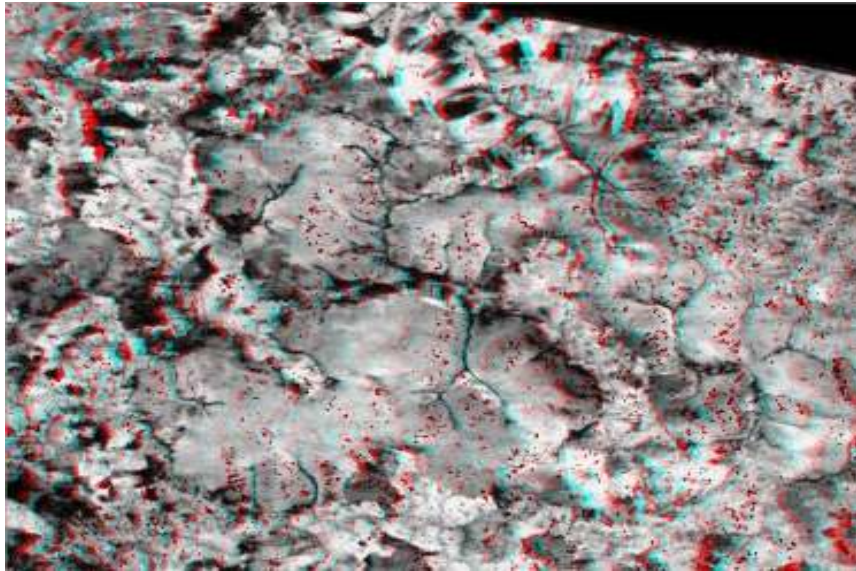


Figura 6. Detalhe em anaglifo da composição da imagem ortorretificada e do estereomate.

6. Conclusões

O uso de imagens CBERS e de MDE do programa ASTER, disponibilizados gratuitamente é uma alternativa valiosa para geração de mapas novos e atualização dos existentes em escalas como 1:25.000 a ser melhor aproveitada. O processo de ortorretificação com base em MDE embora seja procedimento padrão, na grande maioria dos casos pode ser substituído por um simples georreferenciamento da imagem devido aos pequenos ângulos de visada do satélite e o TPT de 20 m, que não provocam deslocamentos perceptíveis devido à topografia do terreno.

Outro uso potencial pouco difundido é usar a imagem ortorretificada ou retificada, e o MDE do ASTER, para gerar um estereomate e compor um anaglifo com visualização estereoscópica artificial de toda imagem do CBERS. A visualização estereoscópica contribui para melhorar a fotointerpretação de toda imagem e facilita a identificação de feições do terreno a serem transferidas para o mapa novo ou sendo atualizado.

Com a continuidade do trabalho serão ainda definidos procedimentos confiáveis e mais econômicos para a medição de pontos homólogos para apoio e checagem entre as imagens do CBERS e os MDE do ASTER; serão realizados os devidos testes de precisão a

partir de pontos medidos diretamente em campo e testados outros modelos matemáticos de transformações.

Bibliografia

Anjos, C. S., Dálge, J. C.L., Kuga, H.K., Epiphanyo, J.C.N., Fonseca, L.M.G. **Análise geométrica de imagens CCD/CBERS-2**. In: SBSR Florianópolis, 2007. p733-740

ASTER. Advanced Spaceborne Thermal and Reflection Radiometer (ASTER). Disponível em: <<http://www.gdem.aster.ersdac.or.jp/search.jsp>>. Acesso em 03 nov. 2010.

Correia, J. D.; Cruz, C. B. M.; Menezes, P. M. L. de; Marini, S. S.; Barros, R. S. de; **Contribuição das imagens CBERS na Atualização do Mapeamento Sistemático Brasileiro na escala 1:100.000** - Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 873-880.

Costa, E. R.; Silva, M. A. de O.; Neves, P. E.; Silva, A. J. M.; **Ortorretificação: um passo a mais no processamento de imagens CBERS** - Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, INPE, p. 827-833. 2007 a

Cruz, C. B. M.; Barros, R. S.; Reis, R. B.; **Ortorretificação de imagens CBERS2 usando DEM do SRTM, Área de aplicação: Angra dos Reis – RJ**. In: Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, INPE, p. 899-906. 2005.

Debiasi, P; Souza, S. F; Mitishita, E. A; Rolim, S. B. **Correções e Avaliações Geométricas de Imagens CCD – Cbers 2**. In: II Seminário Anual de Pesquisas em Geodésia na UFRGS, 2007.

Rodrigues, T. L; Antunes, M.A.H; Fosse, J. M. **Avaliação da ortoretificação da imagem do sensor HRC do CBERS 2B utilizando modelo de funções racionais**. In: Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, INPE, p. 2139-2146. 2009.

Silva, A. J. M.; **Geometria de Imagens: do projeto do satélite à geração dos produtos**. Tese de Doutorado em Sensoriamento Remoto. INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2007.

Silva, D. C., Dalmolin, Q. **Avaliação da resolução de imagens digitais para cadastro**. In: 3º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, 1998, Florianópolis. Cobrac 98. Florianópolis: UFSC, 1998.

Silva, D. C., Lubeck, D., Nogueira Junior, J. B. **Geração de Orto Imagens estéreo com MDS de INSAR e Imagem de Satélite de Alta Resolução** In: VI Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas, 2009. Curitiba.UFPR.. v.1. p.1 – 1. 2009.

Silva, M.A.O, Costa, E.R., Neves, P.E., Silva, A.J.M. **O uso de pontos de controle no processamento de imagens CBERS**. In: SBSR, Florianópolis, 2007. p1133-1139