

Análise de pares estereoscópicos obtidos pelo CBERS II – Primeiros testes utilizando fotogrametria digital

Marcelo Rodrigues de Albuquerque Maranhão, Eng. Cartógrafo¹ ²
João Paulo Carvalho Raivel, Eng. Cartógrafo²

¹IBGE – Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Diretoria de Geociências - Coordenação de Cartografia - CCAR
Gerência de Mapeamento Topográfico
Av. Brasil 15.671 – Parada de Lucas
CEP 21241-051 – Rio de Janeiro – RJ
mrmaranhao@ibge.gov.br

²UERJ - Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Programa de Pós-Graduação em Eng. de Computação - Área de concentração: Geomática
Rua São Francisco Xavier, 524, 5º andar, sl 5028D
CEP 20559-900 Rio de Janeiro RJ
raivel2002@yahoo.com.br

Abstract

This article intends to show the first results in the generation of stereo pairs from scenes acquired with satellite *CBERS II*. The use of digital photogrammetry in the orientation process effected in a good way the formation of the digital stereo pair. The next step of this test will be the evaluation of DEM (Digital Terrain Models) generation from scenes *CBERS II*.

Words keys: Remote Sensing, Digital Photogrammetry and Topographic Mapping, Sensoriamento Remoto, Fotogrametria Digital e Mapeamento Sistemático.

1. Introdução

Com o lançamento em 21/10/2003 do segundo satélite do Programa CBERS (China-Brazil Earth Resources Satellite), uma nova capacidade técnica foi adicionada ao sistema, ou seja, a possibilidade de visadas laterais que tomadas de pontos diferentes permitem a formação de pares estereoscópicos. A partir daí, vislumbram-se uma série de aplicações, como por exemplo a extração de Modelos Digitais de Terreno (MDT), a partir do par estéreo formado e orientado. Diversos softwares para processamento de imagens orbitais possuem aplicativos em seus pacotes que podem permitir esse processamento, mas sem dúvida nenhuma, com o advento da fotogrametria digital, a disponibilidade dessa técnica, antes aplicada somente em formato padrão de foto aérea pode ser utilizada também para outros tipos de sensores orbitais ou aerotransportados.

Com a disponibilização pelo INPE dos primeiros pares estereoscópicos, o IBGE iniciou a análise e processamento desse material utilizando sua capacidade instalada na área de fotogrametria digital.

2. Programa CBERS 2

O Programa CBERS nasceu de uma parceria inédita entre Brasil e China no setor técnico-científico espacial. Com isto, o Brasil ingressou no seleto grupo de Países detentores da tecnologia de sensoriamento remoto e desta forma obteve uma poderosa ferramenta para monitorar seu imenso território com satélites próprios de sensoriamento remoto, buscando consolidar uma importante autonomia neste segmento.

O Programa CBERS contemplou num primeiro momento apenas dois satélites de sensoriamento remoto, CBERS-1 e 2. O sucesso tanto do lançamento pelo foguete chinês Longa Marcha 4B e o perfeito funcionamento do CBERS-1 produziram efeitos imediatos. Ambos governos decidiram expandir o acordo e incluir outros dois satélites da mesma categoria, os satélites CBERS-3 e 4, como uma segunda etapa da parceria sino-brasileira.

2.1 Características do satélite CBERS-2

O satélite CBERS - 2 é composto por dois módulos. O módulo "carga útil" acomoda os sistemas ópticos (CCD – Câmera Imageadora de Alta Resolução, IRMSS – Imageador por Varredura de Média Resolução e WFI – Câmera Imageadora de Amplo Campo de Visada) usadas para observação da Terra e o Repetidor para o Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais, e o módulo "serviço" que contém os equipamentos que asseguram o suprimento de energia, os controles, as telecomunicações e demais funções necessárias à operação do satélite.

Os 1100 W de potência elétrica necessária para o funcionamento dos equipamentos de bordo são obtidos através de painéis solares que se abrem quando o satélite é colocado em órbita e se mantêm continuamente orientados na direção do sol por controle automático.

Para cumprir os rigorosos requisitos de apontamento das câmeras necessários à obtenção de imagens de alta resolução, o satélite dispõe de um preciso sistema de controle de atitude. Esse sistema é complementado por um conjunto de propulsores a hidrazina que também auxilia nas eventuais manobras de correção da órbita nominal do satélite.

Os dados internos para monitoramento do estado de funcionamento do satélite são coletados e processados por um sistema distribuído de computadores antes de serem transmitidos à Terra. Um sistema de controle térmico ativo e passivo provê o ambiente apropriado para o funcionamento dos sofisticados equipamentos do satélite.

Características	
Massa total	1450 kg
Potência gerada	1100 W
Baterias	2 x 30 Ah NiCd
Dimensões do corpo	(1,8 x 2,0 x 2,2) m
Dimensões do painel	6,3 x 2,6 m
Altura da órbita hélio-síncrona	778 km
Propulsão a hidrazina	16 x 1 N; 2 x 20 N
Estabilização	3 eixos
Supervisão de bordo	distribuída
Comunicação de Serviço (TT&C)	UHF e banda S
Tempo de vida (confiabilidade de 0,6)	2 anos

2.2 Órbita do satélite CBERS - 2

A órbita do CBERS é heliosíncrona a uma altitude de 778 km, perfazendo cerca de 14 revoluções por dia. Nesta órbita, o satélite cruza o Equador sempre na mesma hora local, 10:30h da manhã, permitindo assim que se tenha sempre as mesmas condições de iluminação solar para a comparação de imagens tomadas em dias diferentes.

Altitude de Órbita: 778 km

Inclinação: 98.504.º

Período:100,26 min.

O satélite obtém a cobertura da Terra em 26 dias. Esse é o tempo necessário para se ter imagens de todo o globo terrestre com suas câmeras CCD e IRMSS, que possuem campos de visada de 113 Km a 120 Km, respectivamente. Já com a câmera WFI, que consegue imagear uma faixa de 890 km de largura, o tempo necessário para uma cobertura global é de cinco dias.

3. Sensor CCD

A câmera CCD é um dos principais instrumentos a bordo do satélite CBERS. Ela é utilizada para adquirir cenas da superfície terrestre a partir do modo de varredura “push-broom”. A partir de sua órbita heliosíncrona o sensor CCD a bordo do CBRES adquire simultaneamente imagens nas bandas azul, verde, vermelho e infravermelho próximo, além da banda pancromática. A resolução espacial de cada banda é de 20 metros o que equivale a mais ou menos 6.000 pixels por banda.

A Câmera CCD opera em 5 faixas espectrais incluindo uma faixa pancromática de 0,51 a 0,73 μm . As duas faixas espectrais do WFI são também empregadas na câmera CCD para permitir a combinação dos dados obtidos pelas duas câmeras. São necessários 26 dias para uma cobertura completa da Terra.

Com um campo de varredura cobrindo uma faixa de 113 km de largura, a câmera CCD tem a capacidade de orientar seu campo de visada dentro de ± 32 graus, possibilitando a obtenção de imagens estereoscópicas de uma certa região. Além disso, qualquer fenômeno detectado pelo WFI pode ser focalizado pela Câmera CCD, para estudos mais detalhados, através de seu campo de visada, no máximo a cada três dias.

Características da Câmera Imageadora de Alta Resolução CCD

Bandas espectrais	0,51 - 0,73 μm (pan) 0,45 - 0,52 μm (azul) 0,52 - 0,59 μm (verde) 0,63 - 0,69 μm (vermelho) 0,77 - 0,89 μm (infravermelho próximo)
Campo de Visada	8,3°
Resolução espacial	20 x 20 m
Largura da faixa imageada	113 km
Capacidade de apontamento do espelho	$\pm 32^\circ$
Resolução temporal	26 dias com visada vertical (3 dias com visada lateral)
Frequência da portadora de RF	8103 MHz e 8321 MHz
Taxa de dados da imagem	2 x 53 Mbit/s
Potência Efetiva Isotrópica Irradiada	43 dBm

A câmera CCD pode ser dividida em seus subsistemas – Subsistema principal e subsistema auxiliar - Estes subsistemas são divididos em 4 pacotes montados no interior do satélite sendo - Corpo da Câmera, Caixa de Controle óptico e mecânico, Controle de Temperatura e os Circuitos de Imagem CCD.

4. Escolha da área teste

Para que os resultados obtidos com a formação dos pares estereoscópicos fossem comparados com um mapeamento que possuísse amplitude e qualidade, foi escolhida como área de teste o Projeto SP/MG/GO (**Figura 1**) que vem sendo executado pela Coordenação de Cartografia do IBGE desde

2002, este projeto também é considerado como a retomada das atividades de mapeamento sistemático o que é fundamental para as atividades de planejamento e desenvolvimento regional. Esse projeto possui as seguintes características básicas:

- área mapeada de 54.000 km²;
- 4.000 fotos aéreas métricas na escala de 1/35.000;
- 73 folhas 1/50.000 de restituição digital planialtimétrica e ortofotos;
- 30 folhas 1/25.000 de restituição e ortofotos das principais áreas urbanas;
- 950 pontos GPS topográficos, o que significa uma densidade de 1 ponto de apoio fotogramétrico a cada 40 Km²;
- geração e disponibilização de Modelos Digitais de Terreno em formato imagem e texto;



Figura 1 - Projeto SP/MG/GO - IBGE

O segundo passo foi o cálculo dos ângulos dos espelhos e a posição (órbita-ponto) da tomada das cenas laterais. A **Figura 2** mostra o esquema utilizado para auxiliar no cálculo.

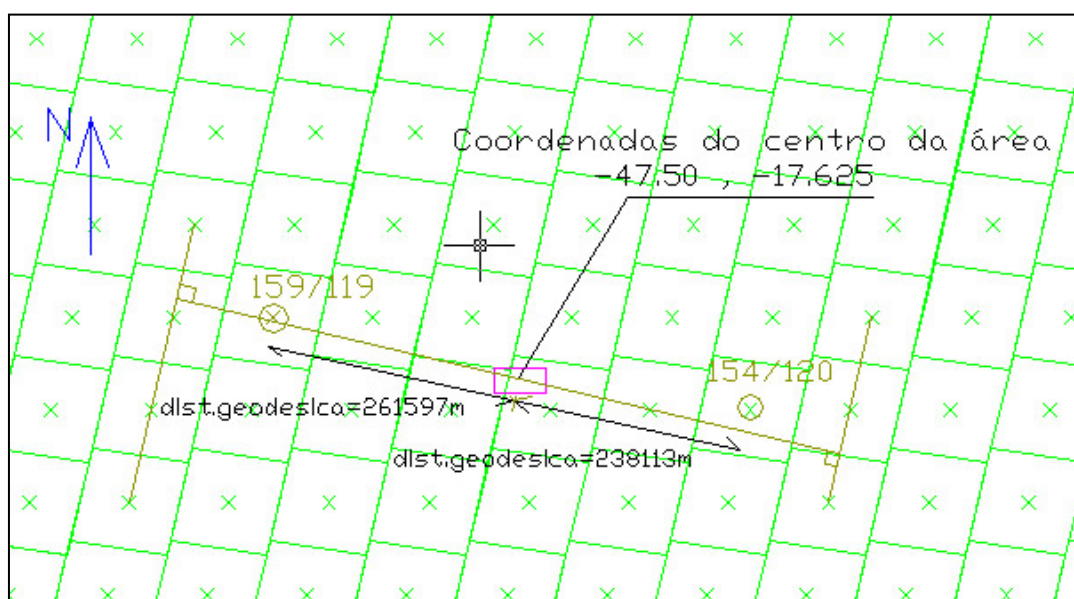


Figura 2 - Esquema de cálculo dos ângulos do espelho

Considerando a altura do satélite como 778 Km e as distâncias entre órbita-ponto da tomada e o centro da área de interesse, temos os seguintes ângulos:

- na tomada 159/119, o espelho aponta para área com $18^{\circ}35'05''$ ou 18,58 graus decimais
- na tomada 154/120, o espelho aponta para área com $17^{\circ}01'02''$ ou 17,02 graus decimais

Conforme a **Figura 3** observa-se que os pares selecionados ficaram com uma boa geometria de superposição.

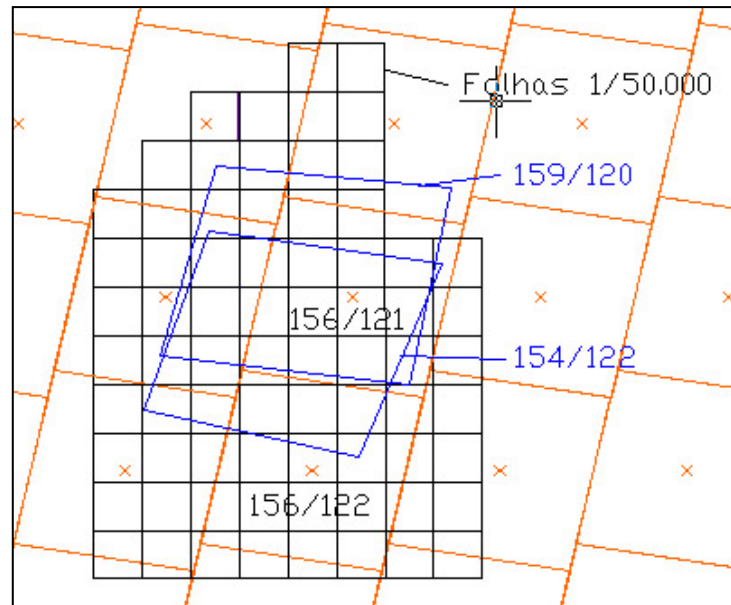


Figura 3 - Resultado das tomadas selecionadas.

Foram obtidas 4 imagens na órbita 159 e mais 4 na órbita 154, totalizando 8 imagens. O par foi escolhido em função de possuir a menor percentagem de nuvens e estar dentro da área do projeto, o que permite a transferência dos pontos de apoio fotogramétrico para as imagens CBERS.

5. Conclusão

Para processamento do par estereoscópico foi utilizado o software LPS - Leica Photogrametric Suite, instalado em uma estação de trabalho com recursos de visualização estéreo.

Foram realizados os seguintes passos:

- importação das imagens para o ambiente LPS;
- orientação interior das imagens;
- transferência dos pontos fotogramétricos para as imagens;
- triangulação fotogramétrica;
- visualização estereoscópica do par;

Com isso foi possível a visualização estereoscópica do par o que permite uma considerável melhoria na interpretação de imagens, sobretudo as redes de drenagem.

O próximo passo será avaliar a possibilidade de geração e edição interativa de modelos digitais de terreno.

6. Bibliografia

- Espindola, G.M.; Vergara, O.R.; Gaboardi, C. Avaliação das características temáticas e geométricas das imagens CCD do CBERS para fins cartográficos, 2003, Belo Horizonte. Anais do XXI Congresso Brasileiro de Cartografia. Sessão técnica oral. Disponível em: <www.cartografia.org.br/xxi_cbc/068-SR14.pdf>
Acesso em 01/10/2004
- Lin, D.; Cui, S. CCD Camera for CBERS, 1999, Hong Kong. Asian Conference on Remote Sensing, 1999. Disponível em: <www.gisdevelopment.net/aars/acrs/1999/ts7/ts7201pf.htm>. Acesso em 10/08/2004.