

Avaliação Planimétrica de Imagens ALOS/PRISM nível 1B2G

Rafael Silva de Barros^{1,2}
Aline Lopes Coelho¹
Leila Freitas de Oliveira¹
Marilea Ferreira Melo¹
José Duarte Correia¹

¹Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE
Diretoria de Geociência – Coordenação de Cartografia
Av. Brasil, 15671 – CEP 21241-051 – Rio de Janeiro
{rafael.barros, aline.lopes, leila.oliveira, marilea.melo, jose.correia}@ibge.gov.br

²Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ
Faculdade de Formação de Professores / Departamento de Geografia
Rua Dr. Francisco Portela, 794 – CEP 24435-000 – São Gonçalo

RESUMO: O satélite japonês ALOS (*Advanced Land Observing Satellite*) colocou à disposição da comunidade de sensoriamento remoto imagens de diferentes sensores, dentre eles o PRISM (*Panchromatic Remote-sensing Instrument for Stereo Mapping*), gerando uma expectativa de exatidão planimétrica muito boa se comparada com as existentes atualmente, sem necessidade de uso de pontos de controle. Este trabalho buscou avaliar a exatidão planimétrica de uma imagem do PRISM, com nível de processamento 1B2G, adquirida sobre uma área com terrenos planos e acidentados, através da comparação das coordenadas de 47 pontos de verificação, determinados através de posicionamento relativo estático em baixas altitudes (até 69 metros) e em áreas elevadas (entre 102 e 558 metros). Os resultados mostraram que, na área estudada, os deslocamentos observados nos pontos de verificação, quando comparados com suas posições homólogas identificadas na imagem, estavam bastante próximos do indicado pela JAXA (Agência Espacial Japonesa) no segundo relatório de calibração, atendendo ao especificado no PEC (Padrão de Exatidão Cartográfica) para a classe A da escala 1:50.000. O deslocamento médio foi de 11,5 metros, com erro médio quadrático de 4,9 metros. Confirmou-se, ainda, que os maiores valores de deslocamento ocorreram nas áreas com maiores altitudes.

ABSTRACT: The Japanese satellite ALOS (*Advanced Land Observing Satellite*) offered to the remote sensing's community images of different sensor, among them PRISM (*Panchromatic Remote-sensing Instrument for Stereo Mapping*), generating a expectation of a good planimetric accuracy if compared with the existent ones, without using control points. This paper intends to evaluate the planimetric accuracy of a PRISM image, with processing level 1B2G, acquired on a flat and mountainous area by means of 47 check points, determined by static relative GPS positioning in low altitudes (up to 69 meters) and in high areas (between 102 and 558 meters). The results showed that, in the studied area, the displacements observed in the check points, when compared with their homologous positions in the image, were very close to the indicated values by JAXA (Japanese Space Agency) in the second calibration report, in accordance to the PEC (*Cartographic Pattern of Accuracy*) for the first class of 1:50.000 scale. The medium displacement was 11,5 meters, with 4,9 meters rms. It was also confirmed that the largest displacements happened in the areas with larger altitudes.

1 INTRODUÇÃO

O satélite japonês ALOS foi lançado em 24 de janeiro de 2006, visando à aquisição de imagens de todo o planeta para o monitoramento de desastres ambientais, levantamento de recursos naturais e suporte à cartografia (IBGE, 2007). Depois de 9 meses de calibração, o satélite passou a ser considerado operacional em 20 de outubro de 2006, adquirindo imagens com período de revisita (ciclo) de 46 dias.

O ALOS possui 3 sensores a bordo: PRISM (*Panchromatic Remote-sensing Instrument for Stereo Mapping*), AVNIR-2 (*Advanced Visible and Near-Infrared Radiometer – Type 2*) e PALSAR (*Phased Array L-band Synthetic Aperture Radar*). PRISM e AVNIR-2 são sensores ópticos e o PALSAR é um radar. As características do PRISM estão apresentadas no item 2, a seguir. O AVNIR-2 apresenta resolução espacial de 10 metros, em 4 bandas espectrais equivalentes ao Azul,

Verde, Vermelho e Infravermelho Próximo. A faixa coberta (*swath*) é de 70 Km, com resolução radiométrica de 8 bits. Para imageamento de desastres naturais, o sensor pode variar a visada lateralmente até 44°, para a direita ou para a esquerda. O PALSAR é um sensor SAR (Synthetic Aperture Radar), operando na banda L, com resolução espacial variando de 10 a 100 metros. Pode operar no modo polarimétrico adquirindo imagens nas polarizações HH, HV, VH e VV, ou ainda no modo ScanSAR. Dependendo do modo de operação pode cobrir faixa desde 20 até 350 quilômetros de largura.

A JAXA optou por estabelecer nós de distribuição das imagens para as diversas partes do mundo. A ASF (Alaska Satellite Facility), que é o nó responsável pela distribuição das imagens nas Américas fez uma parceria com o IBGE para que este faça a distribuição das imagens para usuários não comerciais a preços bastante atraentes: custo final em reais equivalente a US\$ 125,00 (valor de referência até os dias atuais – julho de 2008).

Em função do custo muito inferior às imagens existentes com as mesmas características e da excelente qualidade de posicionamento prometida, o interesse pelas imagens do ALOS, especificamente do sensor PRISM, tem sido intenso por uma grande parcela da comunidade do sensoriamento remoto, incluindo o próprio IBGE. As imagens PRISM apresentam grande potencial de uso para mapeamento topográfico, tanto devido a sua alta resolução espacial (2,5 metros) quanto a sua capacidade estereoscópica, que torna possível a geração de modelos digitais de elevação.

Neste sentido, tornou-se necessário o desenvolvimento de um estudo visando verificar se as imagens atendem ao que foi planejado e divulgado pela JAXA. Está em desenvolvimento no IBGE um projeto de avaliação das imagens PRISM, considerando-se os níveis de processamento 1B1, 1B2R e 1B2G. No presente estudo - o primeiro do projeto - o foco da avaliação foi o nível 1B2G já que este é o nível que deve atender a uma grande parcela dos usuários.

2 SENSOR PRISM

As imagens adquiridas pelo PRISM são pancromáticas (comprimentos de ondas entre 0,52 e 0,77 microns), apresentando resolução espacial de 2,5 metros e resolução radiométrica de 8 bits. O PRISM é composto por 3 sistemas ópticos independentes, um com visada nadir e dois com visadas inclinadas para frente e para trás (fig.1), tornando possível o imageamento estereoscópico ao longo da trajetória.

Cada um dos três sistemas ópticos é composto por conjuntos de CCDs, sendo 6 para a visada nadir e 8 CCDs para cada uma das visadas para frente e para trás. (EORC/JAXA, 2006)

O sensor PRISM pode operar em 2 modos: Nadir e Triplet. No modo Nadir apenas a visada nadir é utilizada, com os 6 CCDs que a compõe, imageando uma

faixa de 70km. No modo Triplet as 3 visadas são utilizadas, cada uma com 4 CCDs, imageando estereoscopicamente uma faixa de 35km (Fig. 2). Neste modo as visadas têm inclinações de 23,8° para frente e para trás, formando pares estereoscópicos com uma relação base/altura (B/H) igual 1,0. Além da inclinação da visada, o sensor pode ser inclinado lateralmente em +/- 1,5°.

O satélite ALOS apresenta um requintado Sistema de Controle da Órbita e Atitude da plataforma (AOC) o que o torna especialmente interessante para a cartografia pois, segundo a JAXA, as informações geradas pelo sistema AOC torna possível gerar imagens com alta qualidade geométrica sem a necessidade de uso de pontos de controle medidos no terreno. (Ver item 4)

A JAXA elaborou uma estratégia para aquisição de dados utilizando os 3 sensores ALOS para todos os continentes, nos 3 primeiros anos de operação do satélite. De acordo com esta estratégia, o Brasil tem sido imageado completamente pelo sensor PRISM, uma vez a cada ano, nos meses de março a junho. A JAXA definiu que o sensor PRISM deve usar o modo de observação Triplet para esta cobertura anual. Para garantir continuidade entre as faixas é necessário imagear em 2 ciclos, sendo o primeiro com inclinação lateral do sensor, de -1,2° e o segundo de +1,2°.

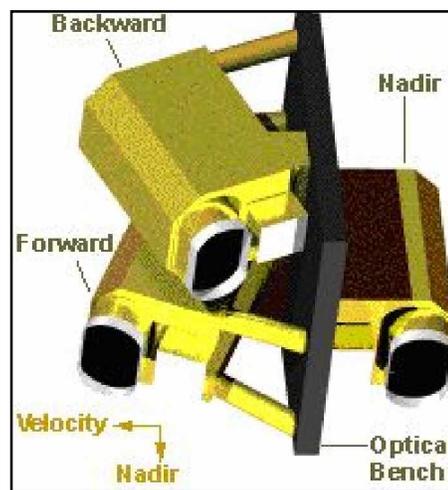


Figura 1 – Sensor PRISM e os sistemas ópticos para visadas Nadir, *Backward* (para trás) e *Forward* (para frente) © JAXA

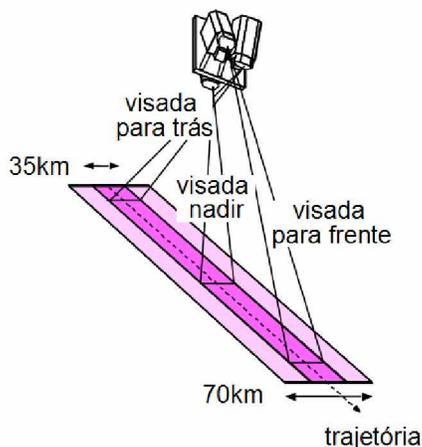


Figura 2 – Sensor PRISM – Modo de observação Triplet. (Traduzido de © JAXA)

3 NÍVEIS DE PROCESSAMENTO

As imagens PRISM podem ser adquiridas através do IBGE/ASF em 4 diferentes níveis de processamento: 1A, 1B1, 1B2R e 1B2G.

As imagens PRISM no nível 1A não são calibradas. Consistem do dado de sinal não comprimido e reconstruído, com coeficientes de calibração radiométrica e geométrica anexados, mas não aplicados. O usuário recebe um arquivo de imagem para cada um dos CCDs que compõem cada visada.

As imagens nível 1B1 são corrigidas radiometricamente, adicionando-se os coeficientes de calibração absoluta. Possuem os coeficientes de calibração geométrica anexados, mas não aplicados. O usuário recebe um arquivo de imagem para cada um dos CCDs que compõem cada visada.

As imagens 1B2 são calibradas radiométrica e geometricamente e os CCDs de cada visada são mosaicados. O usuário recebe um arquivo de imagem para cada visada. No nível 1B2R a imagem apresenta seus pixels alinhados em relação à trajetória do satélite e possui coordenadas na projeção UTM. É necessário que o usuário aplique uma rotação para tornar a imagem orientada para o Norte. Já o nível 1B2G esta rotação já vem aplicada, ou seja, a imagem está georreferenciada e, conseqüentemente, seus pixels alinhados com a grade da projeção UTM. Toda a correção geométrica aplicada no nível 1B2 é efetuada utilizando os dados obtidos pelos instrumentos do sistema AOC, o que significa que o usuário não necessita fornecer pontos de controle medidos no terreno para obter uma imagem georreferenciada. Entretanto a qualidade geométrica desta imagem georreferenciada está vinculada à qualidade do sistema AOC e ao processamento do sinal que o transforma em imagem.

No presente trabalho será avaliada a qualidade geométrica de uma imagem PRISM nível 1B2G.

4 ESPECIFICAÇÕES DE EXATIDÃO DA JAXA

O Sistema de Controle da Órbita e Atitude do ALOS (AOCS) é composto por: Star Tracker Triplo, GPS dupla-fase, RRA (dispositivo para *laser ranging*), Torqueador magnético e computador 64 bits.

A posição do satélite é obtida pelos receptores GPS e sua atitude é obtida pelos Star Trackers e Giroscópios (KRAMER, 2006). Adicionalmente existe um sensor de deslocamento angular (ADS – *Angular Displacement Sensor*), montado diretamente sobre o sensor PRISM, para medir a oscilação de alta-frequência (KAMIYA, 2007).

Os dados obtidos por estes equipamentos tornam possível produzir uma imagem com alta qualidade geométrica. A tabela 1 mostra a exatidão geométrica esperada para as imagens processadas pela versão 4.01 do software de processamento de imagens ALOS utilizado pela JAXA para gerar imagens PRISM nível 1B2.

Tabela 1 – Resultados da calibração do produto PRISM nível 1B2 de março de 2007 (JAXA, 2007)

		Direção do pixel (across track)	Direção da linha (along track)	Distância
Exatidão Absoluta	Visada Nadir (RMS)	8 m	9 m	12 m
Exatidão Relativa	Desvio padrão dentro de uma cena (1σ)	4 m	3 m	5 m

Esta avaliação utilizou 331 pontos de controle medidos no terreno, cobrindo 6 cenas PRISM (JAXA, 2007).

Deve-se ressaltar que estes valores foram obtidos pela JAXA descontando o efeito de deslocamento do

relevo, que é dependente do ângulo de visada e a da elevação do ponto (ACRES, 2007).

Sendo o sensor PRISM do tipo *push-broom*, a geometria do imageamento é caracterizada pela projeção aproximadamente paralela à direção da *trajetória* (*along-*

track) e projeção perspectiva na direção transversal à trajetória (*across-track*) (KOCAMAN e GRUEN, 2007).

Considerando a estratégia de imageamento da JAXA, descrita no item 2, a imagem PRISM Triplet tem inclinação de 1,2° na direção transversal a trajetória. Como a abertura angular de varredura é de cerca de 2,9°, nos extremos da faixa de 35Km, pode-se encontrar uma inclinação de até 2,65°. Quanto maior a ondulação do terreno e maior a inclinação do sensor, maior será a deformação devido ao relevo nesta imagem. Tal deformação pode ser corrigida através do processo de ortoretificação que não é alvo do presente estudo.

5 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área utilizada para esta avaliação está localizada no estado do Rio de Janeiro, cobrindo o município de Itaguaí e parte dos municípios do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio Claro, Mangaratiba, Paracambi, Nova Iguaçu, Pirai e Queimados (Figura 3).

Parte de região escolhida apresenta relevo montanhoso, com variação aproximada de 0 a 1.300 metros, tornando possível, desta forma, avaliar a qualidade geométrica do sensor PRISM tanto em áreas planas como em áreas montanhosas onde o deslocamento devido ao relevo é mais acentuado, conforme descrito no item 4.

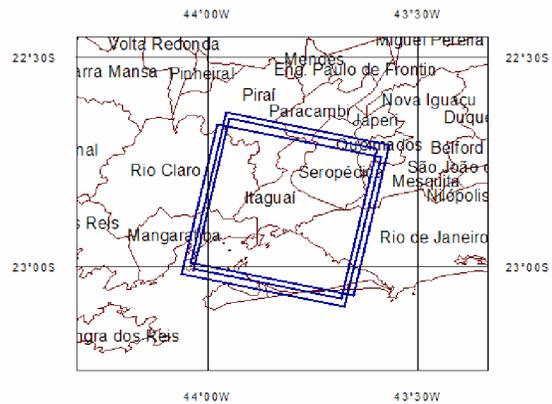


Figura 3 – Imagem PRISM Triplet da região de Itaguaí, RJ.

6 MATERIAIS E MÉTODOS

6.1 Descrição da imagem

Embora a imagem tenha sido adquirida no modo Triplet, no presente estudo foi avaliada apenas a qualidade geométrica da visada nadir, por ser esta visada a que sofre menor deformação geométrica dentre as 3 visadas disponíveis. A figura 4, a seguir, apresenta a cena Nadir, nível 1B2G, utilizada nesta avaliação com os pontos de verificação plotados. A porção do centro para o leste da imagem faz parte da Baixada de Sepetiba, um conjunto de terras baixas que drenam para a Baía de Sepetiba (RJ). A tabela 2 apresenta informações referentes à cena avaliada.

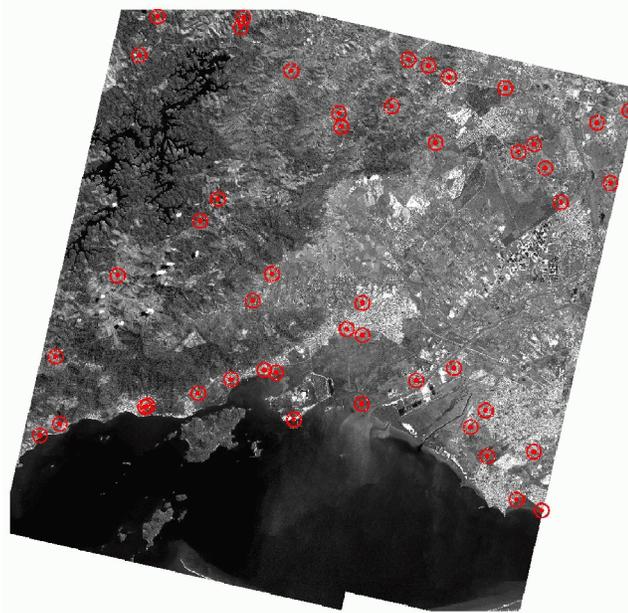


Figura 4 – Imagem PRISM Nadir ALPSMN059584060 com os 47 pontos determinados em campo.

Tabela 2 – Identificação das cenas PRISM Triplet

Identificador	ALPSMN059584060
Data de aquisição	08/03/2007
Modo de aquisição	Triplet
Largura da Faixa (nominal)	35 km
Nível de processamento	1B2G
Sub-nó responsável pelo processamento	ASF/AADN
Versão do processador	4.01
Latitude do centro (imagem nadir)	-22,862°
Longitude do centro (imagem nadir)	-43,817°
Inclinação transversal à trajetória	-1,2°

6.2 Metodologia

Após a aquisição da cena, recebida em formato CEOS, foi utilizado o programa MapReady v.1.0.3, desenvolvido pela ASF e disponibilizado gratuitamente pela internet, para a conversão para a extensão Geotiff.

A partir desta imagem no formato Geotiff, foram identificados pontos – num total de 118 – distribuídos por toda a área da imagem para sua determinação em campo. Priorizou-se pontos localizados em cruzamentos perpendiculares entre estradas ou caminhos, considerando-se as condições de acessibilidade. Buscou-se, ainda, medir o máximo possível de pontos em áreas com maiores valores de altitude – identificadas a partir de um Modelo Digital de Elevação (MDE) da missão SRTM (Shuttle Radar Topography Mission). Deve ser destacado que nas áreas de maior altitude os poucos cruzamentos acessíveis existentes não apresentavam-se claramente identificáveis, devido à densa cobertura vegetal. Em algumas situações em áreas urbanas percebeu-se uma dificuldade na escolha de pontos por conta da alta refletância de alguns alvos, prejudicando a perfeita identificação das interseções.

Considerando os resultados alcançados no relatório de calibração das imagens ALOS divulgado pela JAXA para a visada Nadir (12m RMS), definiu-se como adequada a adoção do método de posicionamento relativo estático com uso de receptores de dupla frequência, com coordenadas obtidas por irradiação a partir de uma estação base. Para isso foi utilizado o ponto SAT93819, integrante da rede planimétrica do Sistema Geodésico Brasileiro, localizado na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, contido na cena objeto do estudo.

As determinações GPS consideraram:

- Taxa de rastreamento: 5s
- Tempo médio de rastreamento em cada estação remota: 30 min
- PDOP máximo: 4
- Mínimo de satélites : 5

- Máscara de elevação : 10°
- Datum planimétrico: WGS-84
- Distância máxima das estações remotas à estação base: 40 km
- As medições foram realizadas com Receptores NOVATEL DL 4 PLUS.

Visando facilitar a navegação, foram utilizados receptores MAGELLAN EXPLORIST 400, e folhas topográficas da região. A materialização do ponto é feita a partir da interseção dos eixos que definem um cruzamento. Para facilitar a identificação do ponto em gabinete, ainda em campo utilizou-se como recurso o traçado dos eixos das vias na imagem, com auxílio de notebook, como forma de materializar em um arquivo gráfico, o local medido (Figura 5). Este procedimento se mostrou bastante eficiente porque minimizou as chances de erro na identificação e posicionamento do ponto.

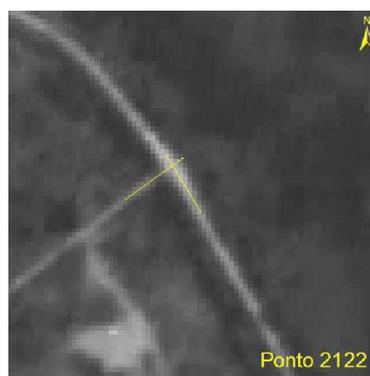


Figura 5: Exemplo de ponto materializado em arquivo gráfico

Cada ponto de controle foi fotografado de tal maneira que sua localização em campo ficasse claramente visível e facilitasse, posteriormente, sua identificação na imagem para validação. Nas cadernetas de campo foi elaborado um croqui detalhado de cada ponto com a sua

orientação, posição das tomadas das fotografias, detalhes importantes do seu entorno (tipo de vegetação, marcas de antropismo, etc). Nas cadernetas também foram registrados os valores de PDOP de cada ponto, datas juliana e gregoriana etc.

Em alguns casos foram encontradas algumas dificuldades na medição dos pontos:

- Na área rural a principal dificuldade ocorreu porque muitos dos cruzamentos selecionados, por falta de melhores opções, se tratavam de “caminho de boi” em área de pasto que em alguns casos não foram localizados e em outros já havia ocorrido significativas modificações. Além disto, muitos dos locais escolhidos estavam inacessíveis devido à existência de porteiras com cadeados.
- Na área urbana, a dificuldade maior foi o problemático acesso às áreas de risco em comunidades carentes (favelas).
- Surgiram, ainda, outras dificuldades para medir pontos localizados no Distrito Industrial, devido à alteração da paisagem no local, e por conta da demora em obter autorizações para acesso às áreas, demandando em alguns casos, uma manhã inteira de espera.

Para processamento dos dados foi utilizado o software EZSurv Post Processor 2.22, da Viasat GEO Technologies. O processamento foi realizado diariamente, admitindo-se apenas solução fixa, com RMS centimétrico.

A partir das coordenadas dos pontos determinados em campo, passou-se à fase de identificação de seus homólogos na imagem. Para isso foi criado um arquivo gráfico destes pontos, que foram reposicionados na imagem a partir dos croquis, fotos e dos eixos das vias traçados. Após este reposicionamento, exportou-se um arquivo com as coordenadas dos pontos para comparação com as coordenadas oriundas do processamento dos dados de campo. A partir das diferenças entre as coordenadas foi calculada a resultante da diferença e, em seguida, sua análise para avaliação da exatidão planimétrica da imagem, bem como sua classificação quanto ao PEC.

Como a área apresenta porções baixas e outras elevadas, procurou-se classificar os pontos, dividindo-os de acordo com a altitude na qual estavam localizados, fazendo-se uma nova avaliação dos dois grupos de dados.

7 RESULTADOS

Do total de 118 pontos planejados em gabinete e dos 64 efetivamente determinados em campo, foram utilizados 47 pontos identificados na imagem PRISM 1B2G para a avaliação da exatidão planimétrica da imagem que, como descrito anteriormente, apresenta apenas correção de sistema, não tendo sido ortoretificada. Desta forma, são esperados deslocamentos planimétricos causados pelo efeito da inclinação da visada do sensor sobre o relevo da área imageada.

Os 17 pontos não utilizados nesta avaliação foram coletados para uso nas avaliações dos demais níveis de processamento do PRISM.

A média dos deslocamentos foi de 11,5 metros, com erro médio quadrático de 4,9 metros. Os deslocamentos mínimo e máximo foram 7,6 e 27,5 metros, respectivamente. A tabela 3 apresenta os números de pontos e seus percentuais em intervalos de deslocamentos entre as coordenadas determinadas em campo e sua posição na imagem.

Tabela 3: Deslocamento planimétrico

Deslocamento	No. de Pontos	%
0 a 10 m	28	59,6
0 a 12,5 m	39	83,0
0 a 25 m	45	95,7
0 a 28 m	47	100,0

Pela análise da tabela 3 e pelo erro médio quadrático calculado (4,9m), verifica-se que a imagem apresenta exatidão planimétrica compatível com a classe A da escala 1:50.000.

Do total de pontos considerados, 37 estão localizados em terrenos baixos, com altitudes variando de 0 a 69 metros. Os 10 pontos restantes estão localizados em altitudes que variam de 102 a 558 metros. A figura 6 mostra através de gráficos de barras o valor do deslocamento em cada um dos pontos plotados sobre o MDE SRTM da área de estudo.

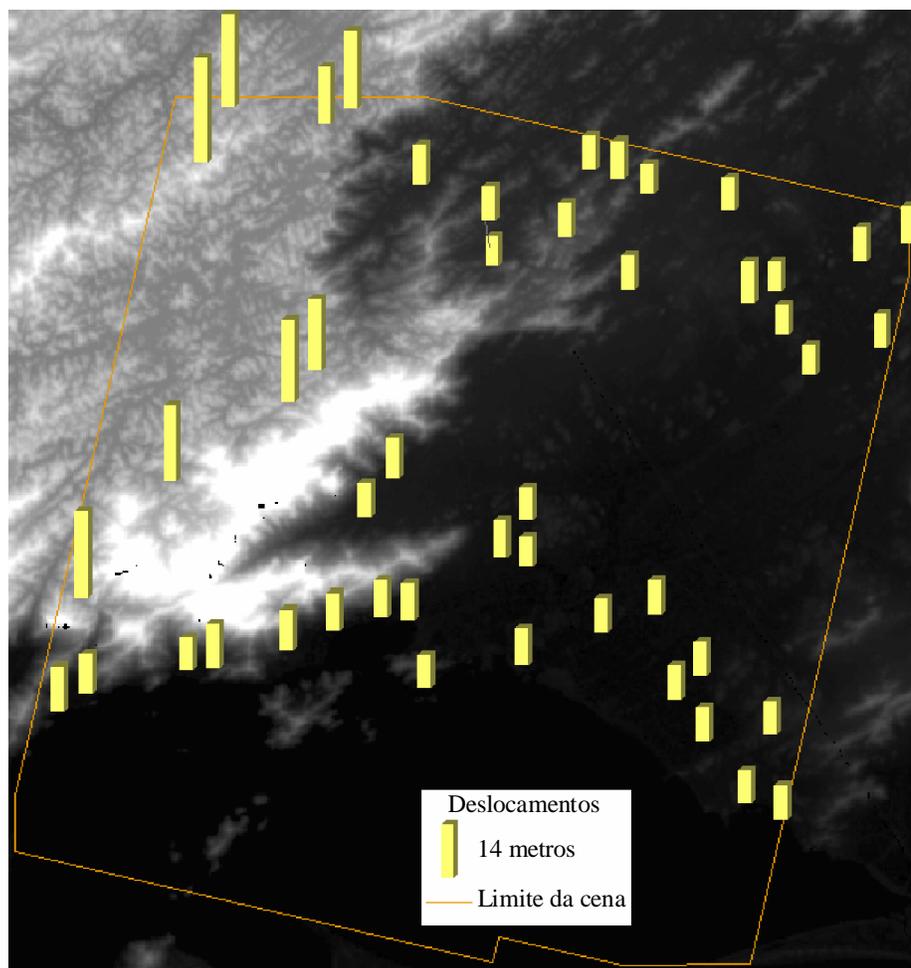


Figura 6: Deslocamentos observados nos 47 pontos de verificação sobre MDE SRTM.

Ao se separar os pontos em dois conjuntos, 37 pontos relativos a áreas com baixa altitude e os 10 localizados nas áreas mais altas, os resultados mostram claramente o efeito do relevo:

- áreas baixas (0 a 69 metros):
 - todos os 37 pontos apresentam deslocamentos menores ou iguais a 12 metros;
- áreas mais altas (102 a 558 metros):
 - 2 pontos com deslocamentos abaixo de 12 metros (altitudes de 102 e 194 metros);
 - 6 pontos com deslocamentos entre 12 e 25 metros (altitudes entre 398 e 464 metros);
 - 2 pontos com deslocamentos entre 25 e 28 metros (altitudes entre 468 e 558 metros).

Ou seja, ao focar apenas a área baixa, a imagem utilizada nesta avaliação pode ser enquadrada na classe A da escala 1:25.000, tanto ao se considerar o percentual de pontos com deslocamento de até 12,5 metros (100%) quanto ao se considerar o erro médio quadrático (1,1 metro).

Visando avaliar a influência do relevo na exatidão planimétrica da imagem, foi feito um cálculo do deslocamento máximo esperado para a área de estudo. Considerando os valores de inclinação da visada apresentados no item 4, se a máxima elevação observada na área (1.300 metros) estivesse localizada num dos extremos da imagem, deveria ser verificado um deslocamento de 60 metros. Elevações de 500 metros provocam deslocamentos de 23 metros, se estiverem localizadas nos extremos da imagem.

8 CONCLUSÃO

A avaliação desta imagem PRISM / ALOS possibilitou identificar coerência e estabilidade nos resultados, visto que os valores de deslocamentos observados entre pontos na imagem e seus homólogos no terreno, medidos em campo através de posicionamento relativo estático, variavam muito pouco quando uma mesma condição de terreno era observada. Em áreas planas a exatidão planimétrica da imagem nível 1B2G é muito próxima ao apresentado no relatório de calibração

da JAXA, enquadrando-se na classe A da escala 1:25.000, de acordo com o PEC. Nas áreas elevadas, com relevo movimentado, a exatidão da imagem 1B2G diminui, enquadrando-se na escala 1:50.000, classe A, ainda de acordo com o PEC.

Os resultados foram muito promissores, incentivando a continuidade do projeto de avaliação das imagens PRISM em outras áreas e com outros níveis de processamento (1B1 e 1B2R), bem como dos MDEs extraídos a partir das três visadas deste sensor.

Vale acrescentar que a imagem utilizada neste trabalho foi processada pela ASF utilizando a versão 4.01 do processador, entretanto a JAXA já está utilizando a versão 5.00 (de abril de 2008). De acordo com informações da JAXA, imagens processadas com versões mais recentes que a aqui utilizada irão apresentar qualidade geométrica superior, o que serve como motivação para a continuidade das avaliações do uso destas imagens para geração de produtos cartográficos.

Deve ser destacado, ainda, que os resultados são muito atraentes para usuários que não necessitam ortorretificar as imagens, pois podem comprar produtos no nível 1B2G a um custo muito baixo e com uma exatidão muito boa se comparado com a ampla maioria dos produtos disponíveis no mercado. É importante enfatizar, também, que estas imagens podem ser usadas como referência para registro de outras, sempre que a exatidão observada seja apropriada para a aplicação, em especial nas áreas planas.

9 BIBLIOGRAFIA

ACRES - **ALOS Geometric and Radiometric Specifications**. Outubro 2007. Disponível em: <http://www.ga.gov.au/acres/prod_ser/ALOS_geo.jsp>. Acesso: 21 julho 2008.

EORC/JAXA, **ALOS PRISM Level 1 Product Format Descriptions Rev.J**, NEB-01006 (ALOS-DPFT-E01). October 2006. Disponível em: <<http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/doc/format.htm>> Arquivo: PRISM_L1_J_ENa.zip. Acesso: 21 julho 2008.

EORC/JAXA. **ALOS user handbook**. Novembro 2007. Disponível em: <http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/doc/alos_userhb_en.pdf> Acesso: 21 julho 2008.

IBGE. **Imagens do Satélite ALOS**. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/alos/default.php>>. Acesso: 22 julho 2008.

JAXA, 2007 **Calibration Result of JAXA standard products**. March 29, 2007. Disponível em: <http://www.eorc.jaxa.jp/hatoyama/satellite/data_tekyo_s_etsumei/alos_hyouka_e_20070329.html> Acesso: 21 julho 2008.

KAMIYA I. **Geometric Characteristics of the Early Products of ALOS PRISM**. Bulletin of the Geographical Survey Institute, vol.54, pp.75–82. 2007.

KOCAMAN S.; GRUEN A. **Rigorous Sensor Modeling Of ALOS/PRISM Imagery**. Institute of Geodesy and Photogrammetry. 8th Conference on Optical 3D Measurement Techniques, Zurich, Switzerland. Julho de 2007. Disponível em: <http://www.photogrammetry.ethz.ch/general/persons/sultan_pub/Kocaman_Gruen_Opt3D_07.pdf> Acesso: 21 julho 2008.

Kramer, H. J. **Observation of the Earth and Its Environment: Survey of Missions and Sensors**. eoPortal directory ALOS. 2006. Disponível em: <http://directory.eoportal.org/pres_ALOSAdvancedLand_ObservingSatelliteDaichi.html> Acesso: 20 setembro 2006.