

## Avaliação da acurácia posicional das imagens do satélite CBERS-4 sensor MUX

Livia Minette de Oliveira <sup>1</sup>  
Afonso de Paula dos Santos <sup>1</sup>  
Nilcilene das Graças Medeiros <sup>1</sup>  
Antônio Santana Ferraz <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Viçosa - UFV  
Avenida PH Rolfs, Campus Universitário s/n – Viçosa - MG, Brasil  
{livia.minette, afonso.santos, nilcilene.medeiros, ferraz}@ufv.br

**Abstract:** Orbital images have been widely used nowadays, and they have been aided the process of cartographic updating. CBERS-4 is a satellite that was developed, in partnership, between Brazilian and Chinese government. Since it is a recent satellite, there are a few studies about the images positional quality, and the products created of them. Therefore, this research objective was analyze the positional accuracy of two CBERS-4 sensor MUX images. One of the images was obtained by the Chinese images processing center, and the other image was obtained by the Brazilian images processing center. Located at the city of Viçosa-MG, the study area was São Bartolomeu basin zone. ArcGIS software was used to collect and manipulate homologous points, through orbital images acquired of CBERS-4 satellite, and Ikonos satellite orthorectified image, 1:10,000 scale, as reference. These points, posteriorly, were analyzed and classified by GEOPEC software, which uses the positional accuracy of Brazilian standard. Law number 89,817 defines this standard. CBERS-4 available image, processed in China, got classification B for 1:1,000,000 scale, and it was classified as tendentious. But, it got classification A after being translated, for a 1:100,000 scale, and it was classified as non-tendentious. The tendency test which uses circular directional average, and circular variance was used to define if the images were tendentious. CBERS-4 available image, processed in Brazil, got classification A for 1:50,000 scales, and it was classified as tendentious. It got classification A even after being translated, for a 1:50,000 scales, and it was classified as non-tendentious.

**Palavras-chave:** CBERS-4, GEOPEC, acurácia posicional, qualidade posicional, positional accuracy, positional quality.

## 1. Introdução

A cartografia terrestre tem como um dos principais insumos a utilização de imagens orbitais. Além da produção de novas bases cartográficas, as imagens orbitais são primordiais para atualização cartográfica. Esta é de extrema importância, e deve ser realizada periodicamente, devido as constantes mudanças que ocorrem a cada instante no espaço geográfico. Assim, para se ter um mapeamento sistemático nacional de qualidade, deve-se garantir que as cartas topográficas estejam sempre atualizadas e com qualidade compatível ao seu nível de detalhamento (escala).

Além da cartografia, várias instituições brasileiras relacionadas ao monitoramento ambiental utilizam as imagens orbitais do satélite CBERS. O CBERS (*China-Brazil Earth Resources Satellite*) foi desenvolvido em parceria entre os governos brasileiro e chinês, que uniram recursos financeiros e tecnológicos a fim de criar um sistema completo de sensoriamento remoto a nível global. O satélite CBERS-4 corresponde à evolução em relação aos satélites CBERS-1, 2 e 2B, contendo a bordo quatro sensores (PAN, MUX, IRS e WFI) que possuem uma performance geométrica e radiométrica melhorada, se comparadas com os anteriores. O lançamento do CBERS-4 ocorreu em dezembro de 2014, sendo as primeiras imagens disponibilizadas no segundo semestre de 2015, onde seu processamento ocorreu na China. A partir de 2016, o Brasil começou a realizar o processamento e disponibilização das imagens. Assim, devido ao satélite estar pouco tempo em operação, pouco se sabe a respeito da qualidade posicional das imagens geradas pelo CBERS-4 (INPE, 2016).

No acordo entre os governos, o Brasil ficou responsável pela construção e pela parte financeira dos sistemas imageadores MUX e WFI. A MUX (Câmera Multiespectral Regular) possui uma resolução espacial de 20 metros, uma largura de faixa imageada de 120 quilômetros, não possui visada lateral de espelho e, sua taxa bruta de dados é de 68 Mbits/s. A maior parte de suas bandas espectrais são consideradas bandas espectrais visíveis (VIS), compreendida entre 0,4 a 0,7  $\mu\text{m}$ , e nelas encontram-se as faixas relacionadas ao azul, verde e vermelho. Há também uma pequena parte da banda espectral que é considerada infravermelho próximo ou reflexivo (IVP), esta banda estende-se de 0,7 a 3,0  $\mu\text{m}$ . (INPE, 2016).

Sabe-se que produzir documentos cartográficos com qualidade é uma atividade complexa e requer habilidades e conhecimentos específicos. O conceito de qualidade se refere ao conjunto de características/ações que um produto e/ou serviço apresenta, e que traz a confiança e satisfação do usuário em relação ao produto. No contexto da área cartográfica, a avaliação da qualidade de dados espaciais deve considerar parâmetros como acurácia posicional, acurácia temporal, acurácia temática, completude, metadados e consistência lógica, o que torna a análise um tanto quanto complexa (SANTOS, 2010).

No Brasil, o Decreto-Lei 89.817 de 20 de junho de 1984 estabelece as instruções reguladoras das normas da cartografia nacional. Em seu art. 10º, o Decreto-Lei exige que toda carta apresente no seu rodapé a sua qualidade posicional. Assim, é de extrema importância a aplicação do controle de qualidade cartográfica, principalmente a avaliação da acurácia posicional em imagens orbitais utilizadas para atualização ou geração de bases cartográficas.

Diante do exposto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade posicional das imagens do satélite CBERS-4 sensor MUX. Pode-se citar como objetivo específico:

- avaliar a acurácia posicional de duas imagens do satélite CBERS-4 sensor MUX, com processamentos realizados no Brasil e na China, para a bacia do Ribeirão São Bartolomeu, localizada no município de Viçosa, Minas Gerais.
- realizar correções geométricas necessárias nas imagens CBERS-4 sensor MUX e validá-las de acordo com o padrão de acurácia posicional do Decreto-Lei 89.817.

Para avaliar a acurácia posicional das imagens MUX foi utilizada como referência uma imagem ortorretificada do satélite Ikonos com acurácia posicional compatível com a escala de 1:10.000, obtida de Santos et al. (2010).

## 2. Metodologia do trabalho

### 2.1 Área de estudo

A área de estudo foi a região que contém a bacia do ribeirão São Bartolomeu, localizada no município de Viçosa, e no estado de Minas Gerais. A área desta região possui aproximadamente 150 km<sup>2</sup> e engloba parte dos municípios de Viçosa, Cajuri, Coimbra e Paula Cândido (Figura 1). O relevo é predominantemente acidentado, apresentando cobertura vegetal na forma de pastagens e resquícios de Mata Atlântica.

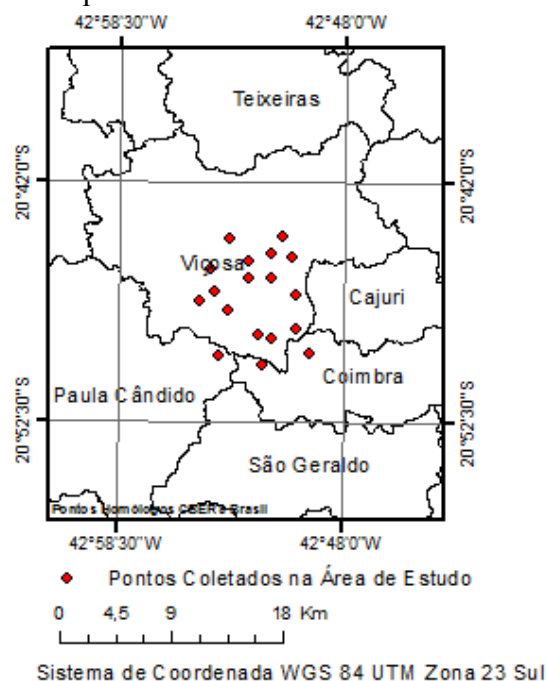


Figura 1: Área de Estudo utilizada para avaliação da acurácia posicional das imagens CBERS4 sensor MUX.

### 2.2 Materiais utilizados

Os materiais utilizados foram:

- Imagem CBERS-4 sensor MUX da China, Sistema de Projeção WGS 1984, UTM Zona 23 Sul, adquirida em 20 de janeiro de 2015;
- Imagem CBERS-4 sensor MUX do Brasil, Sistema de Projeção WGS 1984, UTM Zona 23 Sul, adquirida em 11 de março de 2016
- Imagem Ikonos ortorretificada, resolução especial de 1m, representada no Sistema de projeção UTM, fuso 23 sul, com qualidade posicional Classe B na escala de 1:10.000 (SANTOS et al., 2010);
- Software ArcGis versão 10.1;
- Software Excel versão 2007;
- Software GEOPEC versão 3.2.1.

### 2.3 Controle de qualidade posicional

A regulamentação do controle de qualidade de documentos cartográficos no Brasil funciona de acordo com os artigos 8º e 9º do Decreto-Lei 89.817 de 20 de junho de 1984 (ZANARDI, 2006). O Decreto-lei define duas tolerâncias, adotadas para a avaliação da qualidade posicional de um produto cartográfico, que são o "Padrão de Exatidão Cartográfica" (PEC) e o "Erro-Padrão" (EP), os quais são dependentes da escala (planimetria) e das classes

A, B ou C. A tabela 1 apresenta as tolerâncias descritas no Decreto-lei 89.817.

Tabela 1: Valores utilizados para avaliação da acurácia posicional segundo Decreto-Lei 89.817

Classe	Planimetria	
	PEC	EP
A	0,5 mm*D	0,3 mm*D
B	0,8 mm*D	0,5 mm*D
C	1,0 mm*D	0,6 mm*D

onde D é o denominador da escala do produto cartográfico.

Segundo Santos (2010), para classificar os documentos cartográficos de acordo com o padrão de acurácia posicional definido no Decreto-lei 89.817, estes devem seguir as seguintes condições:

- 90% das discrepâncias posicionais planimétricas não devem ultrapassar o PEC planimétrico, para a escala e classe testada;
- O valor da raiz da discrepância quadrática média (RMS (di)), não deve ser superior ao EP para a escala e classe testada.

Segundo Santos (2010) no controle de qualidade de dados espaciais, é de fundamental a importância a análise de tendências. Ao utilizar um dado tendencioso, a integração entre dados fica impossibilitada, podendo gerar análises, decisões e produtos que não condizem com a realidade de campo. Segundo o mesmo autor, existem duas estatísticas espaciais que, juntas, permitem analisar a presença de tendências em dados espaciais: a média direcional e a variância circular. A vantagem deste teste de tendência, utilizando técnicas de estatística espacial é que a amostra não precisa seguir a distribuição normal.

A média direcional apenas descreve uma tendência da direção, sendo uma média das direções dos vetores de discrepâncias posicionais. Entretanto, a média direcional não consegue distinguir a variabilidade desta direção. Sendo assim, a variância circular tem como objetivo descrever esta variabilidade (SANTOS, 2010). A variância circular varia de 0 a 1, onde 0 indica que os vetores possuem a mesma direção, ou seja, a média direcional é significativa e o produto considerado é tendencioso. Já quando a variância circular é próxima de 1, os vetores das discrepâncias posicionais possuem direções opostas, assim o produto não é considerado tendencioso. Maiores detalhes das formulações para os cálculos da média direcional e variância circular podem ser obtidos em Santos (2010).

## 2.4 Metodologia

A seguir, serão descritos os procedimentos adotados e as etapas do processo realizado. A metodologia executada apresenta-se ilustrada através do fluxograma a seguir, como mostra a Figura 2.

Através do site do INPE, foi realizado o *download* de duas imagens do CBERS-4 da região de Viçosa-MG, sendo uma imagem gerada pelo centro de processamento chinês e outra imagem pelo centro de processamento brasileiro no INPE. Utilizou-se uma ortoimagem Ikonos com acurácia posicional 1:10.000, obtida de Santos et al. (2010), para ser referência na coleta dos pontos homólogos de checagem.

Utilizando o software ArcMap, foram adicionadas as bandas espectrais das duas imagens CBERS-4/MUX e realizada a composição de bandas, de modo a gerar uma composição colorida RGB. Em seguida, foi realizado o recorte da área de estudo nas duas imagens.

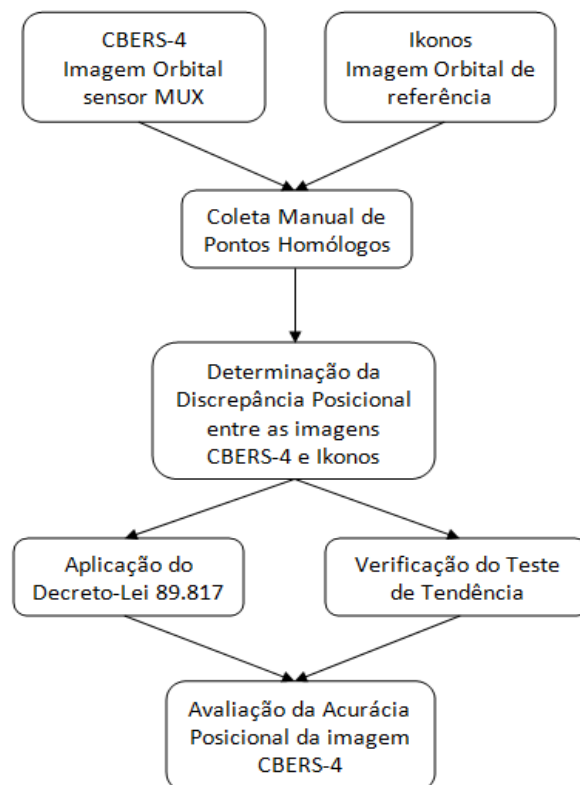


Figura 2: Fluxograma da metodologia utilizada para avaliar a acurácia posicional das imagens CBERS-4/MUX.

Após, foi criado um plano de informação para dividir a área de estudo em quadrantes, de forma a propiciar uma distribuição dispersa do conjunto de pontos de checagem a serem utilizados para a validação das imagens. Na região de estudo foram gerados 30 quadrantes, dispostos em 6 linhas e 5 colunas, tendo como ideia inicial a coleta de um ponto de checagem para cada quadrante. De acordo como a norma norte-americana de acurácia posicional, NSSDA (*National Standard Spatial Data Accuracy*), recomenda-se um mínimo de 20 pontos de checagem para avaliar a qualidade posicional de um produto cartográfico. Analisando simultaneamente ambas imagens, do Ikonos e do CBERS-4, coletou-se 17 pontos homólogos para checagem da qualidade posicional (Figura 3), devido a dificuldade de identificação de pontos homólogos por causa da resolução da imagem CBERS-4/MUX.

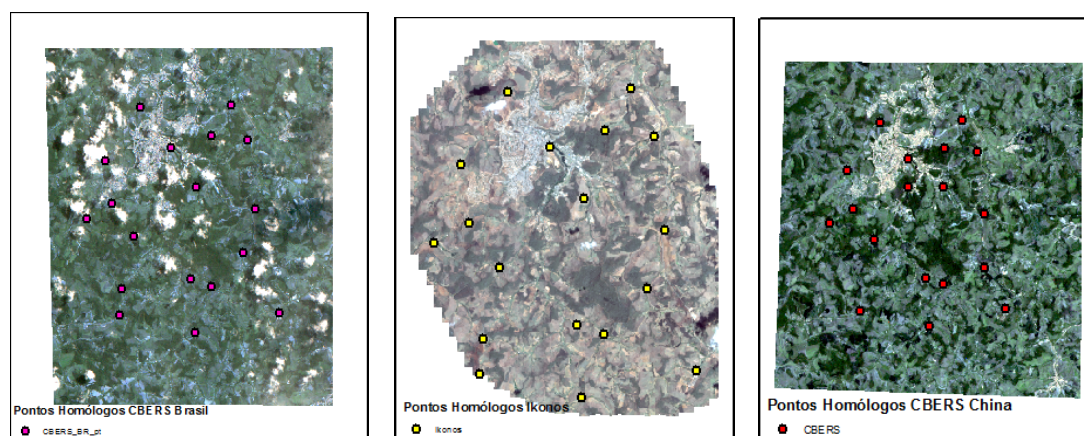


Figura 3: Pontos homólogos coletados.

Após a coleta dos pontos homólogos nas duas imagens CBERS-4/MUX e na ortoimagem Ikonos, foi realizada duas junções espaciais: (i) pontos da CBERS-4 (Brasil) com os pontos da Ikonos e; (ii) pontos da CBERS-4 (China) com os pontos da Ikonos. Esta junção espacial foi realizada apenas para agregar na mesma tabela de atributos as coordenadas da imagem testada (CBERS-4/MUX) com as coordenadas da imagem de referência (Ikonos). Através da tabela de atributos, foram extraídas as informações para o *software* Excel, sendo realizadas manipulações de forma a gerar um arquivo com a estrutura de leitura do software GeoPEC.

O próximo passo foi analisar as coordenadas a partir do Decreto-Lei 89.817 no software GEOPEC. Criou-se um novo projeto e importaram-se dados criados anteriormente. Após, calculou-se a acurácia posicional planimétrica, utilizando escala de teste (1/100.000 e 1/50.000) e a área (em km<sup>2</sup>) de estudo. Toda a classificação quanto ao Decreto-Lei e a análise de tendência é realizado com base nas discrepâncias posicionais calculadas a partir das coordenadas do produto testado (CBERS-4/MUX) e da referência (Ikonos).

Após, o resultado da acurácia posicional das imagens, sem nenhum tipo de correção geométrica por parte do usuário final, analisou as possíveis correções a serem realizadas nas imagens CBERS-4/MUX. Se as imagens apresentassem tendência significativa na componente posicional, as imagens seriam apenas transladadas. Caso as imagens disponibilizadas não apresentassem tendência, seria realizado um processo de georreferenciamento das imagens. Ao final, com as imagens CBERS-4/MUX transladadas ou georreferenciadas foi realizado novamente o processo metodológico de avaliação da acurácia posicional.

### 3. Resultados e discussões

A Tabela 2 apresenta as estatísticas descritivas das discrepâncias posicionais das duas imagens CBERS-4/MUX. Já a Tabela 3 apresenta a classificação da acurácia posicional quanto ao Decreto-lei nº 89.817.

Tabela 2: Estatística descritiva das discrepâncias posicionais

	Imagem disponibilizada CBERS China	Imagem corrigida (transladada) CBERS China	Imagem disponibilizada CBERS Brasil	Imagem corrigida (transladada) CBERS Brasil
<b>Núm. de pontos</b>	17	17	17	17
<b>Média (m)</b>	354,9732	18,2985	12,5316	8,1847
<b>Desvio (m)</b>	11,4059	15,3877	7,5641	5,0205
<b>RMS (m)</b>	365,4425	24,3169	14,9498	9,8048
<b>Máximo (m)</b>	378,0776	66,321	27,6217	22,1369
<b>Mínimo (m)</b>	336,4298	4,3935	1,7923	2,5144
<b>Média Direcional</b>	221,4732°	106,3494°	166,6798°	283,1703°
<b>Variância Circular</b>	0,0017	0,7412	0,1897	0,7175

A partir dos dados da Tabela 2, nota-se que para a imagem CBERS-4/MUX (China) em relação à imagem transladada posteriormente, todos os valores das estatísticas descritivas das discrepâncias planimétricas reduziram consideravelmente, exceto pelo valor do desvio que teve seu valor aumentado. Pelos resultados da imagem corrigida, notou-se também que apenas o processo de translação da imagem foi suficiente para melhorar a qualidade posicional, podendo ser comprovado pelo valor do RMS que era da ordem de 365m e reduziu para aproximadamente 24m. Analisando a variância circular da imagem disponibilizada, nota-se que o valor é próximo de zero, o que indica que os vetores possuem a mesma direção, ou seja, houve tendência nos dados coletados. Após, gerou-se a imagem corrigida através de uma translação na imagem disponibilizada, de modo a eliminar/minimizar a tendência. Esta nova

imagem apresentou variância circular próximo de 1, o que indica que não houve tendência e houve certa dispersão dos dados.

Analisando ainda a Tabela 2, nota-se que para a imagem CBERS-4/MUX (Brasil) em relação à imagem transladada posteriormente, os valores das estatísticas reduziram, não tanto se comparada a imagem referente ao processamento realizado na China, exceto pelos valores de mínimo. Pelos resultados da imagem corrigida, notou-se também que apenas o processo de translação da imagem foi suficiente para melhorar a qualidade posicional. Analisando a variância circular da imagem disponibilizada, nota-se que o valor é próximo de zero, o que indica que os vetores possuem mesma direção, ou seja, houve tendência nos dados coletados. Entretanto, este valor não é tão próximo de zero, como para a imagem disponibilizada processada na China. Já na imagem corrigida, o valor da variância circular apresentou valor próximo de 1, o que indica que não houve tendência.

Tabela 3: Classificação da Acurácia Posicional

	<b>Imagem disponibilizada CBERS China</b>	<b>Imagem corrigida (transladada) CBERS China</b>	<b>Imagem disponibilizada CBERS Brasil</b>	<b>Imagem corrigida (transladada) CBERS Brasil</b>
<b>Escala</b>	1:1.000.000	1:100.000	1:50.000	1:50.000
<b>Classe</b>	B	A	A	A
<b>PEC</b>	800	50	25	25
<b>EP</b>	500	30	15	15
<b>% di &lt; PEC</b>	100	94,444	94,444	94,444
<b>RMS &lt; EP ?</b>	SIM	SIM	SIM	SIM
<b>Tendência?</b>	SIM	NÃO	SIM	NÃO

Através da análise dos resultados obtidos na Tabela 3, observou-se que as imagens corrigidas a partir de uma translação possuem melhores classificações, em relação ao Decreto-lei 89.817, do que as imagens disponibilizadas em questão. As imagens transladadas apresentaram escala maior, quando comparadas as imagens disponibilizadas. Com uma escala maior, maior gama de aplicações terá esta imagem. Entretanto, para as imagens do CBERS-4 do Brasil, nada se alterou quanto aos padrões de qualidade da imagem, ambas imagens obtiveram a mesma classificação, ou seja, a mesma classe para a mesma escala. Nota-se também, que as imagens corrigidas não apresentaram amostras tendenciosas, de acordo com o teste da média direcional e a variância circular.

Observando o RMS da imagem corrigida do CBERS-4 da China, constatou-se que este valor reduziu de forma significativa com a translação da imagem. Nota-se que a imagem disponibilizada do CBERS-4 do Brasil possui o valor do RMS menor, quase a metade, que a imagem corrigida CBERS-4 da China. Já a imagem corrigida do CBERS-4 do Brasil apresentou o valor do seu RMS inferior a 10, o que evidencia que somente a translação foi suficiente para melhorar a acurácia posicional da imagem. Assim, a imagem disponibilizada processada na China foi classificada como classe B para a escala de 1:1.000.000, e após ser transladada foi classificada como classe A para a escala de 1:100.000. A imagem disponibilizada processada no Brasil foi classificada como classe A para a escala de 1:50.000, e após ser transladada a imagem manteve a classificação A para a escala de 1:50.000.

Vale ressaltar que, por a área de estudo ser considerada pequena, apenas um ponto de controle (translação) foi necessário para a correção geométrica da imagem. Para áreas maiores seria necessário verificar se a mesma situação seria aplicável.

A Figura 4 representa as imagens do CBERS-4/MUX da China e do Brasil, respectivamente:

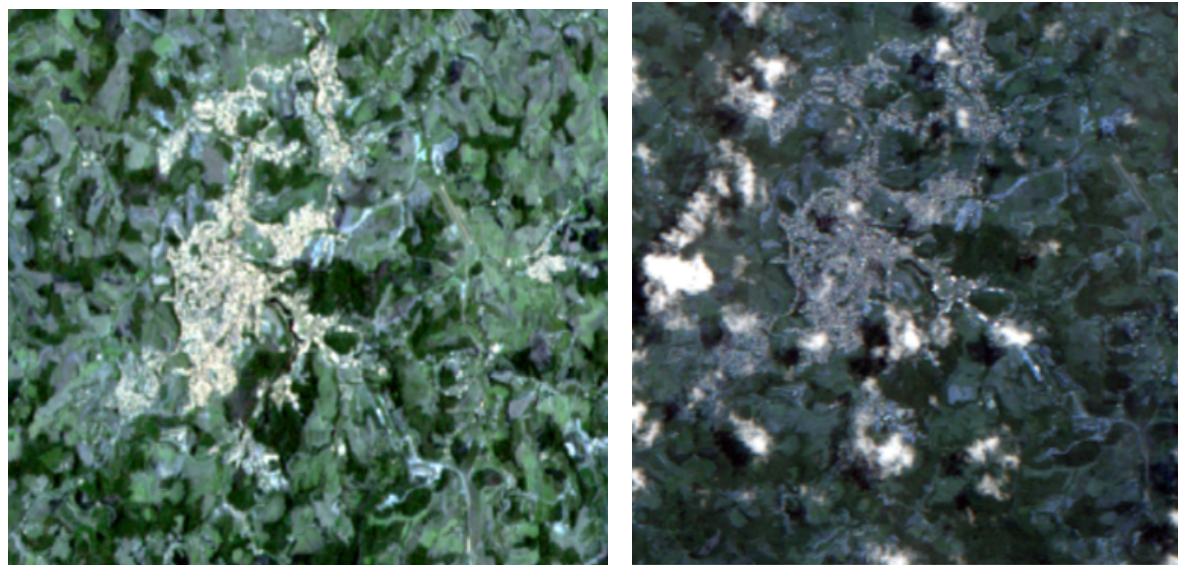


Figura 4: Imagem CBERS-4 sensor MUX da China e do Brasil, respectivamente.

Quando comparadas as imagens do CBERS-4 da China e do Brasil, notou-se que a imagem do CBERS-4 da China possui uma refletância alta para construções e áreas urbanizadas, o que torna confuso e complicado usar este tipo de imagem para analisar áreas deste tipo. Entretanto, a qualidade visual da imagem CBERS-4 do Brasil é inferior ao do CBERS-4 da China. Isto foi notado quando houve a necessidade de utilizar a ferramenta de Zoom, sendo este um grande obstáculo na coleta dos pontos homólogos.

#### 4. Conclusões

Por meio da metodologia adotada, foi possível avaliar a acurácia posicional das imagens CBERS-4 sensor MUX, atingindo o objetivo desejado.

A partir dos resultados obtidos, conclui-se que as imagens do CBERS-4 sensor MUX podem ser utilizadas na produção e/ou atualização de cartas topográficas, que representam os acidentes naturais e artificiais. Estas seriam ideais para analisar processos de desmatamento ao longo do tempo, por exemplo. A acurácia posicional das imagens teve como escala máxima 1:50.000, obtida através das imagens CBERS-4 processadas no Brasil. Entretanto, estas imagens serão melhor utilizadas se usadas para mapeamentos sistemáticos que utilizem escalas iguais ou menores a de 1:100.000 devido a baixa qualidade visual e a dificuldade encontrada no momento de identificar objetos e detalhes nelas.

Observou-se, para as imagens estudadas neste trabalho, que apesar das imagens do CBERS-4/MUX do Brasil possuírem classificações melhores, utilizando o Decreto-Lei nº 89.817, em relação as imagens processadas na China, as imagens processadas no Brasil possuem qualidade visual inferior as imagens do CBERS-4/MUX da China. As imagens CBERS-4 do Brasil precisam de mais testes e estudos para avaliar a identificação de objetos e os fins cartográficos que estas podem ser designadas. Logo, conclui-se que, para este estudo realizado, a escala não deve ser considerada um fator determinante quando for decidir para quais finalidade na cartografia estas imagens podem ser utilizadas.

Sugere-se para estudos futuros utilizar o georreferenciamento ao invés da translação para correção geométrica da imagem, a fim de verificar se os resultados serão os mesmos.



## Referência bibliográfica

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **CBERS**. Disponível em: <[http://www.cbers.inpe.br/sobre\\_satelite/usos\\_aplicacoes.php](http://www.cbers.inpe.br/sobre_satelite/usos_aplicacoes.php)>. Acesso em 06 maio 2016.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **CBERS**. Disponível em: <[http://www.cbers.inpe.br/sobre\\_satelite/historico.php](http://www.cbers.inpe.br/sobre_satelite/historico.php)>. Acesso em 4 abril de 2016.

SANTOS, A. P.; OLIVEIRA, L. F.; GUIMARÃES, W. D.; VIEIRA, C. A. O. Avaliação da acurácia planimétrica de imagens Ikonos ortorretificadas com diferentes MDEs. In: Congresso Brasileiro de Cartografia, **Anais...** Aracaju – SE, 2010.

SANTOS, Afonso P. **Avaliação da acurácia posicional em dados espaciais com o uso da estatística espacial**. 2010. 128 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil / Informações Espaciais) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010. Disponível em: <<http://alexandria.cpd.ufv.br:8000/teses/engenharia%20civil/2010/232144f.pdf>>. Acesso em 10 maio 2016.

ZANARDI, Rafael P. **Geração de modelo digital de terreno a partir de par estereocópio do sensor CCD do satélite CBERS-2 e controle de qualidade das informações altimétricas**. 2006. 94 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006. Disponível em: <[http://www.ufrgs.br/srm/ppgsr/publicacoes/Dissert\\_RafaelZanardi.pdf](http://www.ufrgs.br/srm/ppgsr/publicacoes/Dissert_RafaelZanardi.pdf)>. Acesso em 06 maio 2016.