

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE IMAGENS CBERS-2 E CBERS-2B ATRAVÉS CLASSIFICADOR ESTATÍSTICO

CLAUDIONOR RIBEIRO DA SILVA¹
FABIANA SILVA PIRES DE CASTRO²
JORGE ANTONIO SILVA CENTENO³

Universidade Federal do Paraná - UFPR^{1, 2, 3}
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática, Curitiba – PR

Universidade Federal do Piauí – UFPI¹
Departamento de Engenharia Florestal

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE²
Diretoria de Geociências

crs@ufpr.br¹
fabiana.piresc@gmail.com²
centeno@ufpr.br³

RESUMO – As imagens do satélite CBERS possibilitam aplicações em diversas áreas como a Cartografia e a Geografia. Um grande benefício na utilização de imagens CBERS vem da política atual de distribuição dessas cenas pelo governo brasileiro. Isto é, as imagens CBERS são fornecidas sem custos para todos os usuários brasileiros, o que inclui universidades, centros de pesquisa e órgãos públicos. Em 2007, um novo satélite da série CBERS foi lançado a fim de dar continuidade ao programa de imageamento. Este, denominado CBERS-2B, foi desenvolvido a fim de substituir seu antecessor, CBERS-2, que apesar de ter excedido a sua vida útil, continua em operação. Com ambos os satélites, CBERS-2 e CBERS-2B, em operação, torna-se possível um estudo comparativo da qualidade de suas imagens, uma vez que essas cenas podem ser obtidas em áreas coincidentes e mesma época. Portanto, o objetivo desse trabalho é verificar as teóricas melhorias do CBERS-2B, em relação ao CBERS-2. Para tanto, são usados dois classificadores estatísticos, já consagrados na literatura, denominados K-média e Máxima Verossimilhança ou Maxver. A avaliação comparativa é realizada por meio de análises quantitativas e qualitativas dos mapas temáticos resultantes. Os resultados e as discussões são apresentados ao longo do texto.

ABSTRACT – The images of CBERS enable applications in various areas such as cartography and geography. A great benefit in the use of CBERS images comes from the actual policy distribution of these scenes by the Brazilian government. That is, the CBERS images are provided without cost to all Brazilians users, including universities, research centers and public agencies. In 2007, a new satellite of the CBERS series was launched in order to continue the programme imaging. This, called CBERS-2B, was developed to replace his predecessor, CBERS-2, which despite having exceeded its useful life, is still in operation. With both satellites, CBERS-2 and CBERS-2B, in operation, it is possible a comparative study of the quality of their images, since these scenes can be obtained in overlapping areas and the same date. Therefore, the objective of this work is to verify the improvements of CBERS-2B, for the CBERS-2. In this work were tested two classifiers statistics, already enshrined in literature, called K-means and Maximum Likelihood. The comparison of the results is done through quantitative and qualitative analyses of thematic maps derived. The results and discussions are presented throughout the text.

1 INTRODUÇÃO

Com a evolução da aquisição de imagens orbitais, novos satélites estão sendo desenvolvidos, com o objetivo

de suprir as mais diversas aplicações. A série CBERS apresenta vantagens em relação a sua política de distribuição que permite a aquisição de imagens sem custos.

Essas imagens são importantes na obtenção de informações, tais como, ambientais e cartográficas. Uma das formas de avaliação dos elementos, ou informações, presentes em uma imagem pode ser feita através da classificação de imagens, por meio do uso de classificadores estatísticos (Crosta, 1992; Moreira, 2003). Esse tipo de classificador é o mais utilizado em softwares, disponíveis no mercado, e apresenta resultados satisfatórios.

1.1 Satélite CBERS

O novo satélite da série CBERS-2B, desenvolvido pelo convênio Brasil/China, foi lançado ao espaço, visando dar continuidade ao programa de imageamento, iniciado em 1999, com o CBERS-1. A permanência do programa de aquisição e fornecimento de imagens CBERS possibilita o prosseguimento de projetos de instituições e usuários desses dados. A vida útil projetada dos satélites CBERS 1, 2 e 2B são de dois anos. O CBERS-1 operou com sucesso até agosto de 2003. O CBERS-2, réplica do primeiro satélite da série, foi lançado em outubro de 2003. Embora tenha excedido a sua vida útil, esse satélite continua em operação. Além dos satélites supracitados existe a previsão de lançamentos dos satélites CBERS-3, em 2008 e, CBERS-4, em 2011.

O CBERS-2B foi lançado no dia 19 de setembro de 2007, em uma órbita heliossíncrona, a 778 km da Terra. Esse satélite realiza 14 revoluções em torno da Terra, em cada 24 horas, obtendo a cobertura completa da Terra em 26 dias. Ele ainda pertence à primeira geração do CBERS e, portanto, é praticamente idêntico aos CBERS-1 e 2. Porém, algumas melhorias foram introduzidas. A principal inovação refere-se à carga útil, com a substituição do imageador IRMSS (Imageador por Varredura de Média Resolução), por uma Câmera Pancromática de Alta Resolução (HRC). Outras melhorias são um novo sistema de gravação a bordo e um sistema avançado de posicionamento.

Para realizar o imageamento, o CBERS-2B conta com três câmeras: Câmara Imageadora de Alta Resolução (CCD), Câmara Pancromática de Alta Resolução (HRC) e Câmara Imageadora de Amplo Campo de Visada (WFI). A principal delas é a câmera CCD, responsável pelo imageamento de uma faixa de 113 km de largura e 20m de resolução. As imagens geradas por essa câmera são comumente usadas em tarefas como: análises da cobertura vegetal, água e solos, além de auxiliar a cartografia e áreas afins. A segunda câmera, HRC, foi projetada para coletar informações com resolução espacial de 2,7m. Esse equipamento, entretanto, está operando apenas em caráter experimental. O intuito é testar o seu funcionamento em parâmetros que exigem um maior esforço tecnológico, tais como, ótica, controle térmico e montagem estrutural. Por fim, a terceira câmara (WFI) completa o conjunto. As imagens geradas com essa câmera possuem 890 km de largura e 250m de resolução espacial. Devido à baixa resolução espacial e às grandes áreas mapeadas, as

aplicações das imagens adquiridas pela WFI são, geralmente, na obtenção de informações em escalas macrorregionais ou estaduais (INPE, 2008).

1.2 Classificação

Richards e Jia (2006) definem classificação como um método usado para agrupar os pixels de uma imagem, a partir de suas características espectrais. O agrupamento dos pixels é realizado por um programa computacional, habilitado para reconhecer pixels espectralmente similares. Segundo Novo (1989), as técnicas de classificação digital implicam na implementação de um processo de decisão para que o computador possa atribuir um conjunto de pixels a uma determinada classe.

Para a análise de dados multiespectrais, Richards e Jia (2006) destacam dois procedimentos abrangentes de classificação. O primeiro, definido como classificação não-supervisionada, é um método pelo qual os pixels de uma imagem são associados a uma classe espectral sem que o usuário tenha definido ou conhecido, previamente, informações sobre as classes. O segundo método é definido como classificação supervisionada, onde as classes de informação são pré-definidas e, a partir de sua definição, são adquiridas amostras de cada classe. Logo, na classificação supervisionada têm-se os seguintes passos: definição das classes, amostragem ou treinamento do classificador, atribuição de pixels às classes e verificação da classificação.

Para realizar tais processos de classificação, são necessários classificadores. No presente artigo são utilizados classificadores estatísticos, os quais vêm sendo empregados desde 1970. Tais classificadores descrevem cada classe espectral através de uma distribuição de probabilidade. A distribuição descreve a chance de um pixel pertencer ou não a uma determinada classe, em qualquer posição de uma imagem multiespectral. Os classificadores estatísticos utilizados nesse trabalho são o K-média (não supervisionado) e o de Máxima Verossimilhança - Maxver (supervisionado).

2 OBJETIVOS

O presente artigo tem como objetivo verificar quantitativamente e qualitativamente as possíveis melhorias das imagens CBERS-2B em relação ao CBERS-2. Para isso foram utilizadas imagens de uma mesma área e mesma época, de ambos os sensores. A análise comparativa é realizada a partir dos mapas temáticos resultantes do processo de classificação. A classificação é executada usando, principalmente, o classificador estatístico Maxver.

3 MATERIAL E ÁREA DE ESTUDO

A realização dos testes foi apoiada na utilização do software ENVI 4.0 e em rotinas elaboradas na plataforma MatLab 3.5.

Foram usadas imagens de duas áreas distintas (Área 01 e Área 02), localizadas no Norte de Minas Gerais. Para cada área foram usadas tanto imagens CBERS-2 quanto CBERS-2B.

As imagens CBERS-2 (Figura 1a) e CBERS-2B (Figura 1b), referentes à **Área 01**, são delimitadas pelas coordenadas E1 = 568.980,00m e N1 = 8.295.360,00m (canto superior esquerdo); E2 = 576.820,00m e N2 = 8.287.400,00m (canto inferior direito).

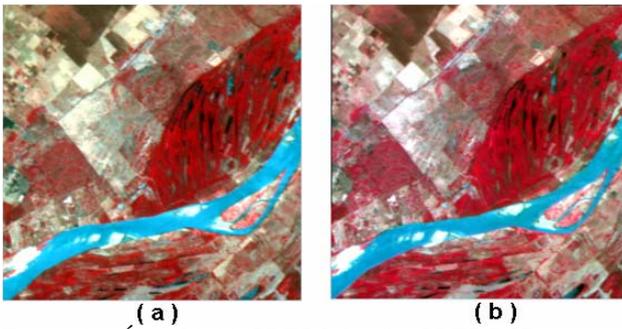


Figura 1 – Área 01 (a) CBERS 2 e (b) CBERS 2B.

As coordenadas que delimitam a **Área 02** são: E1 = 578840.00, N1 = 8290640.00 e E2 = 586840.00, N2 = 8298640.00. A Figura 2 mostra as imagens CBERS-2 (figura 2a) e CBERS-2B (figura 2b).

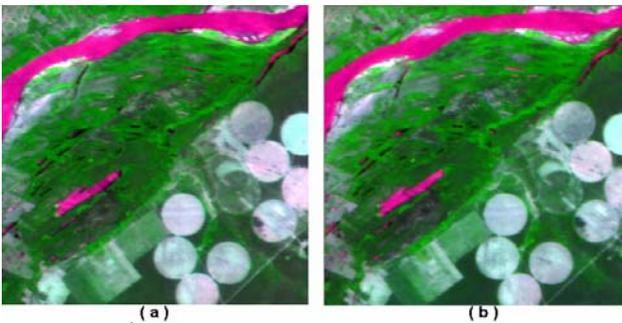


Figura 2 – Área 02 (a) CBERS 2 e (b) CBERS 2B.

As imagens CBERS-2 e CBERS-2B foram obtidas nos dias 10/10/2007 e 24/10/2007, respectivamente.

4 METODOLOGIA

Em uma primeira etapa, foi realizado um registro entre as duas cenas inteiras, a fim de permitir uma comparação pixel a pixel.

Após o registro, duas áreas foram escolhidas, estrategicamente, e recortadas nas duas cenas. A Tabela 1 mostra as classes pertencentes às duas áreas escolhidas.

Tabela 1 – Definição das classes de informação

Área 01	Área 02
Vegetação Densa	Vegetação Densa
Vegetação Rasteira	Vegetação Rasteira
Solo Exposto	Solo Exposto
Água	Água
Cultivo Mínimo	-
-	Pivô Central

Definidas as classes, os classificadores K-média e Maxver foram aplicados sobre as quatro imagens.

Na classificação não supervisionada não é necessária a definição prévia das classes, porém deve ser estipulada a quantidade de classes. Nesse caso, foram utilizadas 6 classes na imagem CBERS-2 e 6 classes na CBERS-2B, para a **Área 01**.

Já na classificação Maxver, foram coletadas amostras para a **Área 01**, totalizando 8 classes. Tais classes foram subdivididas como, por exemplo, em vegetação densa, rasteira, conforme sua tonalidade na imagem. Após a classificação, as subclasses foram agrupadas em suas respectivas classes.

5 RESULTADOS

5.1 Análise qualitativa

Os resultados encontrados com o classificador K-média, para a **Área 01**, são apresentados na Figura 3. Contudo, os resultados obtidos com classificador Maxver, para essa mesma área, são apresentados nas Figuras 4, 5, 6 e 7.

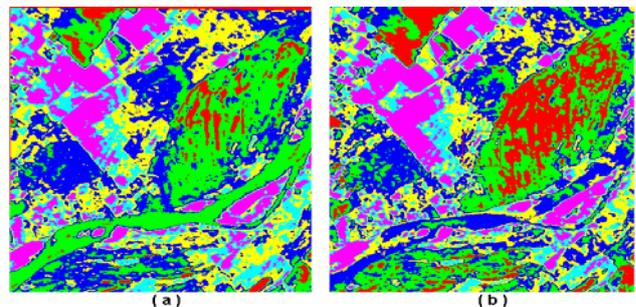


Figura 3 – Resultados do classificador K-média (**Área 01**) usando (a) CBERS-2 e (b) CBERS-2B.

Observa-se, na figura 3, que o classificador K-média não apresentou bons resultados, uma vez que o classificador não separou, de forma acurada, as classes Água, Areia e Vegetação. Percebe-se uma mistura entre as classes Vegetação e Água (principalmente na imagem CBERS-2B), e Solo Exposto com Areia.

A partir do resultado da classificação K-média foi observada a necessidade da criação de uma classe denominada Vale. Esta nova classe foi utilizada na classificação MaxVer.

A Figura 4 ilustra os mapas temáticos originados da classificação usando MaxVer. Ambos os mapas são

referentes à **Área 01**. A figura 4a corresponde à imagem CBERS-2 e a figura 4b refere-se à imagem CBERS-2B.

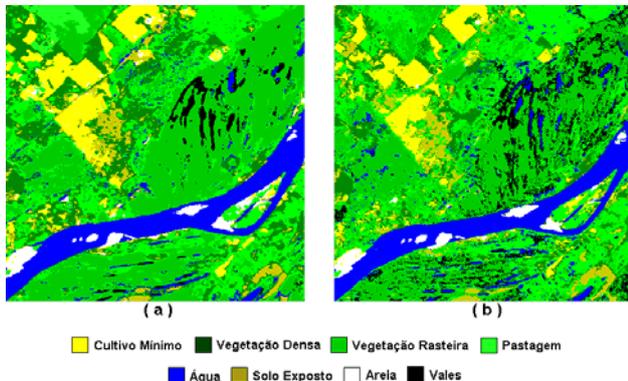


Figura 4 – Resultados do classificador MaxVer (**Área 01**) usando (a) CBERS-2 e (b) CBERS-2B.

A classificação gerada com a imagem CBERS-2 apresentou um melhor resultado quando comparado com a CBERS-2B, para a **Área 01**. Principalmente em relação à classe Vale, a qual apresenta maior erro (confusão) na imagem classificada CBERS-2B. Por outro lado, a classe Vegetação Rasteira apresenta maior erro na imagem CBERS-2. Os elementos Água e Areia foram bem classificados em ambas as imagens.

A Figura 5 apresenta os mapas temáticos originados da classificação usando MaxVer. Ambos os mapas são referentes à **Área 02**. A Figura 5a corresponde à imagem CBERS-2 e a Figura 5b refere-se à imagem CBERS-2B.

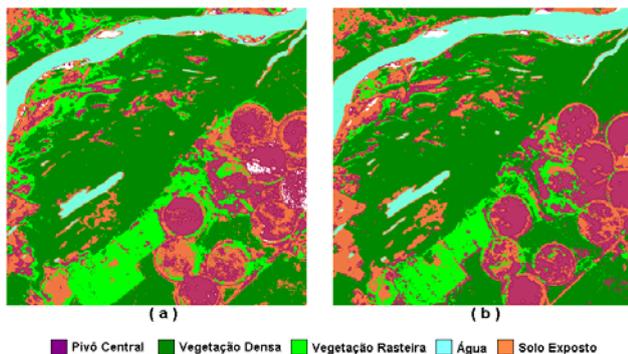


Figura 5 – Resultados do classificador MaxVer (**Área 02**) usando (a) CBERS-2 e (b) CBERS-2B.

Novamente, a classe Vegetação Rasteira apresenta maior erro na imagem CBERS-2. A classe Pivô Central foi bem destacada em ambas as cenas, porém, na classificação com CBERS-2, a classe Pivô Central confundiu, em maior escala, com o Solo Exposto. Observa-se, na figura 2, que as áreas de alguns pivôs estão em preparo para plantio ou com cultivo mínimo, recém-plantado. Portanto, a confusão ocorrida entre as classes supracitadas deve-se a similaridade espectral existente entre as classes: “terra preparada para plantio”, “cultivo mínimo” e “solo exposto”.

Apesar das diferenças citadas, observa-se que, ambas as imagens, a classificação apresenta bons resultados, quando analisada visualmente.

5.2 Análise quantitativa

No intuito de simplificar a análise quantitativa, as feições Vegetação Densa, Vegetação Rasteira e Pastagem foram compactadas em uma única feição denominada de Vegetação. As feições Solo Exposto e Cultivo Mínimo também foram reduzidas a uma única feição denominada de Solo. As demais classes permaneceram sem alteração.

Na imagem da **Área 01** (figura 4), 67,05% dos pixels pertencentes à classe Solo, 73,73% referentes à classe Água, 59,22% dos pixels da classe Vegetação, 53,29% dos pixels pertencentes à classe Areia e, finalmente, 48,79% dos pixels referentes à classe Vale, coincidiram em ambas as imagens classificadas CBERS 2 e CBERS 2B (ver Tabela 2).

A boa definição do rio, em ambas as imagens, explica a maior coincidência dessa feição nos mapas temáticos resultantes. A feição denominada de vale apresentou menor índice de coincidência. Percebe-se uma confusão ocorrida, na imagem CBERS 2B, entre essa feição e a classe Água. Uma explicação é uma possível ocorrência de chuvas nos dias entre as datas de obtenção dessas cenas, acumulando água nos vales.

Um fato interessante é o baixo índice de coincidência entre as feições Areia., nas duas cenas classificadas. Embora seja pequena a variação temporal entre a coleta das imagens, dois fatores podem ter contribuído para o baixo valor desse índice. Os dois estão relacionados com a chuva. O primeiro refere-se à elevação do nível do rio, cobrindo parte das “ilhas/assoreamento” areias expostas. O segundo fator é uma possível movimentação da areia por enchentes ocorridas nos dias entre as datas de coletas das imagens. Adicionalmente aos erros mencionados está o erro de um pixel, ocorrido no processo de registro das imagens.

Observando a Tabela 2 percebe-se que os resultados obtidos com as imagens da Área 02 são similares aos resultados das imagens da Área 01, portanto, merece destacar os aumentos dos índices de coincidência das feições Água (92,88%) e Vegetação (81,77%). É perceptível, também, o baixo valor de coincidência da feição Areia, que pode ser explicada pelo mesmo motivos mencionados para a Área 01.

Tabela 2 – Coincidência de classes entre imagens (%)

	Solo	Rio	Veg.	Areia	Pivô	Vale
Área 01	67,05	73,73	59,22	53,29	-	48,79
Área 02	43,76	92,88	81,77	27,90	67,47	-

6 CONCLUSÕES

Devido ao fato da inexistência de uma “verdade de campo”, em ambas as áreas 01 e 02, torna-se impossível afirmar, quantitativamente, qual dos sensores apresenta um melhor resultado. Embora, classes como água e

vegetação apresentam bons índices de coincidência entre cenas analisadas.

Contudo, a análise qualitativa possibilita algumas inferências sobre a qualidade das imagens classificadas, comparando, visualmente, com as cenas reais. Dessa forma, foi observado que a classe Vale, na **Área 01**, bem como a classe Pivô, na **Área 02**, são classificadas com maior acurácia na imagem CBERS-2B.

Embora os experimentos sejam preliminares, em uma análise geral pode-se afirmar que ambas as imagens, CBERS-2 ou CBERS-2B, apresentam resultados satisfatórios, dependendo do objetivo do usuário, ou seja, dependendo das classes de interesse. Portanto, vale ressaltar que a data de aquisição dos dados deve ser igual ou próxima. Dessa forma, esse tipo de análise vale apenas para o período de coexistência dos sensores CBERS-2 e CBERS-2B.

REFERÊNCIAS

Crosta, A. P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento remoto**, IG/UNICAMP, Campinas, São Paulo. 1992. 170p.

INPE. **CRC – Centro de Rastreamento e Controle de Satélites**. São José dos Campos, S.P. 2008. Disponível em: <<http://www.inpe.br/crc/satelites.php>>. Acesso em 10 junho 2008

Moreira, M.A. **Fundamentos de Sensoriamento Remoto e metodologias de Aplicação**. 2^o ed. Viçosa, UFV. 2003.

NOVO, E. M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. São Paulo. Edgard Blucher. 1989. 380p.

RICHARDS, J.A.; JIA, X. **Remote sensing digital image analysis: an introduction**. 4rd ed. Berlin: Springer, 2006. 363p.