



ANAIS do 32º Congresso Brasileiro de Espeleologia

Barreiras-BA, 11-14 de julho de 2013

ISSN 2178-2113 (online)



O artigo a seguir é parte integrando dos Anais do 32º Congresso Brasileiro de Espeleologia disponível gratuitamente em www.cavernas.org.br/32cbeanais.asp

Sugerimos a seguinte citação para este artigo:

CORTES, J.P.S.; *et al.*. Definição de parâmetros ótimos para o uso de imagens de satélite CBERS no estudo de ambientes cársticos. In: RASTEIRO, M.A.; MORATO, L. (orgs.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 32, 2013. Barreiras. *Anais...* Campinas: SBE, 2013. p.261-265. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais32cbe/32cbe_261-265.pdf>. Acesso em: *data do acesso*.

A publicação dos Anais do 32º CBE contou com o apoio da Cooperação Técnica SBE-VC-RBMA. Acompanhe outras ações da Cooperação em www.cavernas.org.br/cooperacaotecnica

Esta é uma publicação da Sociedade Brasileira de Espeleologia. Consulte outras obras disponíveis em www.cavernas.org.br



DEFINIÇÃO DE PARÂMETROS ÓTIMOS PARA O USO DE IMAGENS DE SATÉLITE CBERS NO ESTUDO DE AMBIENTES CÁRSTICOS

OPTIMAL PARAMETERS DEFINITION FOR THE USE OF CBERS' SATELLITE IMAGES ON THE STUDY OF KARSTIC ENVIRONMENTS

João Paulo Soares de Cortes (1,2), Felipe Souza Leite (2), José Eduardo Silva Martins (2) & Jonas Menezes Zenero (2)

(1) Programa de Pós-graduação em Geologia Regional, Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus de Rio Claro.

(2) Espeleogrupo Rio Claro (EGRIC).

Contatos: decortesjps@gmail.com; felipeleitegeo@gmail.com.

Resumo

O uso de produtos de sensoriamento remoto tem crescido muito nas últimas décadas com foco em diversas aplicações como levantamentos de uso do solo, mapeamentos geológicos e geomorfológicos, cartas de susceptibilidade à erosão entre outras. Apesar de haver um crescente uso dessas imagens também no campo da carstologia, não há ainda um trabalho no Brasil que explore os ambientes cársticos como áreas alvo, a fim de se estabelecer os parâmetros ótimos para aplicação desses produtos em tais estudos. Este trabalho busca avaliar os parâmetros ideais para o uso de imagens derivadas dos satélites CBERS 2 e 2B com base em uma área da província cárstica do Vale do Ribeira levando-se em conta a variação sazonal na obtenção das imagens, as diferentes zonas espectrais que compõem cada cena e os diferentes sensores acoplados ao referido satélite.

Palavras-Chave: Sensoriamento remoto; Carstologia; parâmetros ótimos; Vale do Ribeira, CBERS.

Abstract

The use remote sensing products has increased a lot in the late decades, with focus on several applications such as land use surveys, geologic and geomorphologic mapping, erosion susceptibility charts among others. Despite the also increasing use of such images in carstology, there's still not a work in Brazil which explores Karst environments as target areas, in order to establish the optimum parameters for the application of these products in such studies. This study sought to determine the optimal parameters for the use of images derived from CBERS 2 and 2B satellites based on an area of the Vale do Ribeira karstic province taking into account the seasonal variation in the images acquisition, the different spectral zones that comprise each scene and the different sensors coupled to the referred satellite.

Key-words: Remote sensing; Karstology; optimal parameters; Ribeira Valley, CBERS.

1. INTRODUÇÃO

O uso de imagens de sensoriamento remoto tem se difundido enormemente nas últimas décadas. A evolução dos sensores, com resoluções cada vez melhores, associadas a diferentes técnicas de extração das informações advindas do processamento dessas imagens em ambiente GIS tem permitido que tais produtos sejam aplicados em diversas áreas, que vão desde levantamentos geológicos e geomorfológicos à elaboração de cartas de uso do solo e susceptibilidade à erosão (Rocha, 2007). A diversidade de produtos e de tratamentos disponíveis, no entanto, faz com que cada vez mais sejam necessários estudos para avaliar o potencial das diversas combinações possíveis, afim de que se obtenha um melhor resultado para determinado fim.

A carstologia tem se utilizado cada vez mais destes produtos, em especial nas etapas de prospecção, planejamento de campo e caracterização do carste a nível regional. No entanto, até o momento ainda não há no Brasil um trabalho que sumarie quais os parâmetros seriam ideais para aplicação de tais produtos em ambientes cársticos.

Dentre uma gama de produtos obtidos por diferentes satélites, as imagens CBERS, fruto de parceria entre os governos Chinês e Brasileiro têm mostrado bons resultados em aplicações diversas, como levantamento de susceptibilidade à erosão (Cunha, 2009) monitoramento de expansão de frentes de lavra (Ribeiro et al., 2010) levantamentos de uso do solo, detecção de áreas desmatadas (Nery, 2010) entre outras. Além de estarem disponíveis

gratuitamente, essas imagens possuem a vantagem de terem sido obtidas por diferentes sensores, que permitem que sejam usadas com diferentes propósitos.

A área de estudos está localizada na porção sul do estado de São Paulo, no Vale do Ribeira, importante província cárstica brasileira. No cenário geral dos 5% a 7% do território brasileiro ocupados por terrenos cársticos (Karmann 1994), as faixas carbonáticas dos Grupos Açungui e Itaiacoca, no sudeste e sul do Estado de São Paulo e nordeste do Paraná, ocupam uma posição de destaque por sustentarem feições cársticas únicas. A área abriga uma significativa amostra da variedade morfológica do carste da região serrana do vale do rio Ribeira, em ambiente subtropical úmido, com serras e vales recobertos por densa floresta da Mata Atlântica (Karmann e Ferrari, 1999).

Segundo Almeida (1964), esta área está inserida no Planalto de Guapiara, que é uma das zonas do Planalto Atlântico, e na Província Costeira, onde ocupa a Zona Serrania Costeira representada pelos seguintes compartimentos: Subzonas Serrania do Ribeira, constituídas por morros, montanhas e escarpas; e a Subzona Planaltos Interiores representado pelo Planalto do Lajeado e Planalto Sumidouro do Ribeirão Temimina, constituído por relevos de morros cársticos, que foram denominados de Planalto Cárstico do Vale do Ribeira.

Em termos climáticos, esta é uma região de transição entre o clima quente das latitudes baixas e o clima temperado mesotérmico das latitudes médias. Segundo a classificação de Monteiro (1973) a área está situada no clima regional subtropical úmido controlado por massas tropicais e polares marítimas. O critério para definição deste clima

regional, segundo Monteiro (*op cit*) foi baseado na frequência de atuação das massas de ar envolvidas na circulação regional do estado de São Paulo. A área apresenta duas estações bem delimitadas, uma mais seca, que vai de abril a outubro e outra úmida, que compreende os meses de novembro a março.

Este trabalho busca reconhecer as fragilidades e potencialidades do uso de produtos de sensoriamento remoto derivados do Satélite de Recursos Terrestres Sino-Brasileiro (CBERS) a estudos carstológicos tomando como exemplo uma área representativa da província cárstica do vale do Ribeira na altura do município de Iporanga (SP), de modo a se definir os melhores parâmetros para realização de estudos desta natureza levando-se em conta a variação sazonal na obtenção das imagens, os diferentes espectros que compõem cada cena e os diferentes sensores acoplados ao referido satélite.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Imagens dos satélites CBERS 2 e 2B foram adquiridas gratuitamente através da Divisão de Geração de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) disponíveis no endereço eletrônico

http://www.dgi.inpe.br/siteDgi/index_pt.php.

De modo a podermos avaliar uma gama de aspectos relevantes à qualidade dessas imagens na identificação de ambientes cársticos, foram adquiridas imagens que representassem variações nos seguintes parâmetros: variação sazonal (estações seca e úmida), resolução espacial (tamanho dos pixels) e resolução espectral (quantidade de bandas disponíveis). O dataset final deste trabalho foi composto pelas imagens apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Características das imagens CBERS 2 e 2B utilizadas.

Identificação da imagem	Sensor Óptico	Resolução Espectral (Bandas)	Resolução Espacial (Pixel)	Representação Sazonal
CBERS_2_CCD1XS_20070310_156_127_L2	CCD	1,2,3,4,5	20 x 20 m	Estação úmida
CBERS_2B_CCD1XS_20080825_156_127_L2	CCD	1,2,3,4,5	20 x 20 m	Estação seca
CBERS_2B_HRC_20081207_156_C_127_5_L2	HRC	1	2,5 x 2,5 m	Estação úmida
CBERS_2B_HRC_20080730_156_C_127_5_L2	HRC	1	2,5 x 2,5 m	Estação seca
CBERS_2_IRM_20040816_156_127_L2	IRMSS	1,2,3,4	80 x 80 m (160 x 160 m thermal)	Estação seca

Essas imagens passaram por processos de pré-processamento e realce (Florenzano, 2008) no *software* Esri ARCGIS 10.1 de modo a se adequar seus parâmetros para melhor visualização das mesmas e fazer as composições falsa-cor. Essas

composições foram feitas utilizando as bandas 3, 4 e 5 para as imagens CCD e 1, 2, 3 e 4 para as imagens IRMSS.

Pontos representativos das cavidades registradas existentes na área de interesse foram

obtidos da base de dados do Centro Nacional de Pesquisas e Conservação das Cavernas (CECAV) disponíveis no endereço <http://www.icmbio.gov.br/cecav/>.

Dados sobre a litologia da área em escala 1:1000 (folha SG-22) foram obtidos através do sistema Geobank do Serviço Geológico do Brasil através do endereço eletrônico <http://geobank.sa.cprm.gov.br/>.

A integração das imagens com os dados geológicos e de ocorrências de cavidades permitiu a avaliação do potencial dessas imagens na identificação dos ambientes cársticos na área de interesse.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados foram avaliados em termos do potencial das imagens em apontar classes homogêneas representativas dos ambientes cársticos, seja através de elementos texturais ou espectrais.

A figura 1 mostra como a variação entre sensores e estações do ano (linha 1) e bandas (linha 2) alteram a qualidade das informações passíveis de serem extraídas de cada imagem. Os pontos na imagem representam as cavidades registradas no CECAV. O quadrado no centro inferior representa a extensão da imagem HRC.

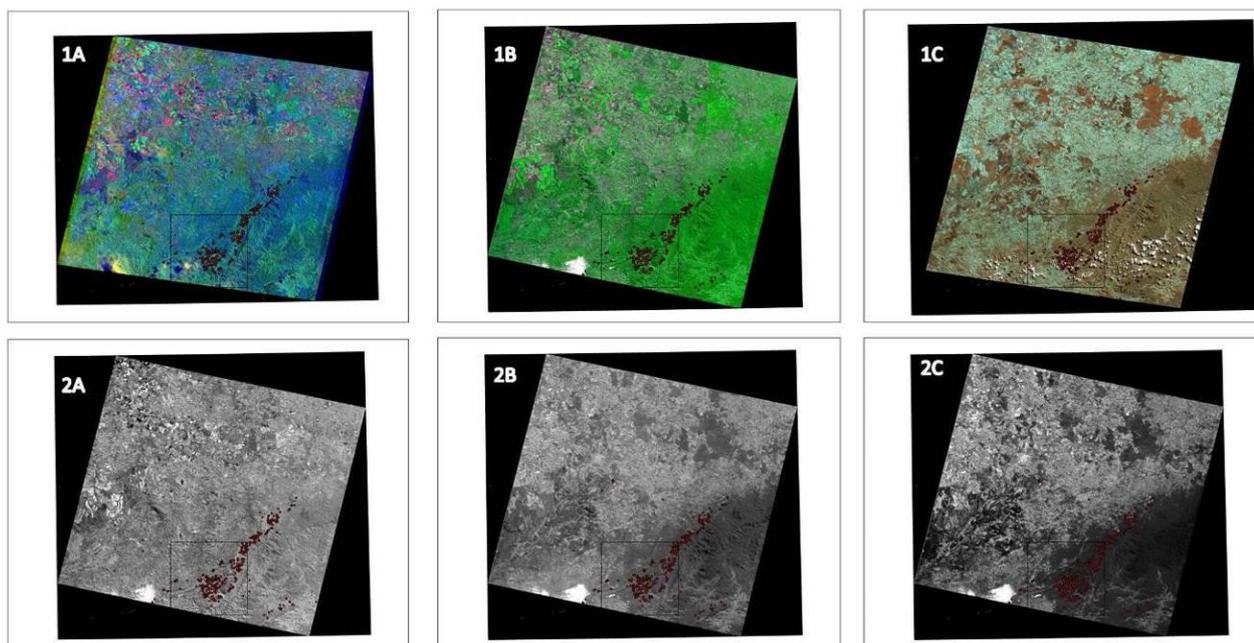


Figura 1 – Linha 1: Mosaicos: A – CCD estação úmida; B – CCD estação seca; C- IRMSS estação seca. Linha 2: Variação entre Bandas CCD estação seca: A – banda 4; B – banda 2; C – banda 3.

De modo geral, as imagens obtidas através da Câmera Imageadora de Alta Resolução (CCD) apresentaram melhores resultados na estação seca, provavelmente devido à baixa cobertura de nuvens e melhores condições atmosféricas durante sua aquisição. Houve uma variação significativa entre o desempenho de diferentes bandas de acordo com a estação do ano. Durante a estação seca, a que apresentou o melhor desempenho foi a banda 3 (figura 1 – 2C), enquanto na estação úmida o melhor desempenho foi alcançado pela banda 2 (verde). Esse fato pode ter relação com a resposta espectral da vegetação mais acentuada durante a estação úmida. Com relação aos mosaicos CCD, fica evidente na figura 1 que a alta incidência de nuvens diminuiu consideravelmente a resolução da imagem

falsa-cor na estação úmida em comparação com a mesma composição com imagens representativas da estação seca.

Com relação ao sensor Imageador por Varredura de Média Resolução (IRMSS) que capta imagens nas bandas Pancromática, Infravermelha de ondas curtas e Termal, os resultados mostram melhor desempenho das bandas 2 e 3 (Infravermelho curto) em comparação com as bandas 1 (Pancromática) e 4 (Termal). No caso da banda 4, seu baixo desempenho se dá principalmente devido à sua baixa resolução espacial (*ver Tabela 1*). A composição falsa-cor gerada com essas imagens, no entanto, mostrou ótimo desempenho na definição de classes

homogêneas relevantes ao estudo de ambientes cársticos.

As imagens geradas pela Câmera Pancromática de Alta Resolução (HRC) apesar de representarem a mesma cena, apresentaram uma discrepância espacial considerável para trabalhos realizados em tal escala. Novamente o excesso de nuvens e as condições atmosféricas desfavoráveis fazem com que a imagem representativa da estação úmida apresente uma defasagem com relação à imagem no período seco, tanto em elementos

texturais quanto em elementos espectrais. A boa resolução espacial dessas imagens, no entanto, independente do período em questão faz com que as mesmas sejam ótimos produtos para realização de estudos de maior detalhe, em especial quando levados em conta os elementos texturais. A figura 2 mostra as imagens HRC. A disposição das cavidades registradas nas imagens permite que se tenha noção do deslocamento espacial existente entre as mesmas.

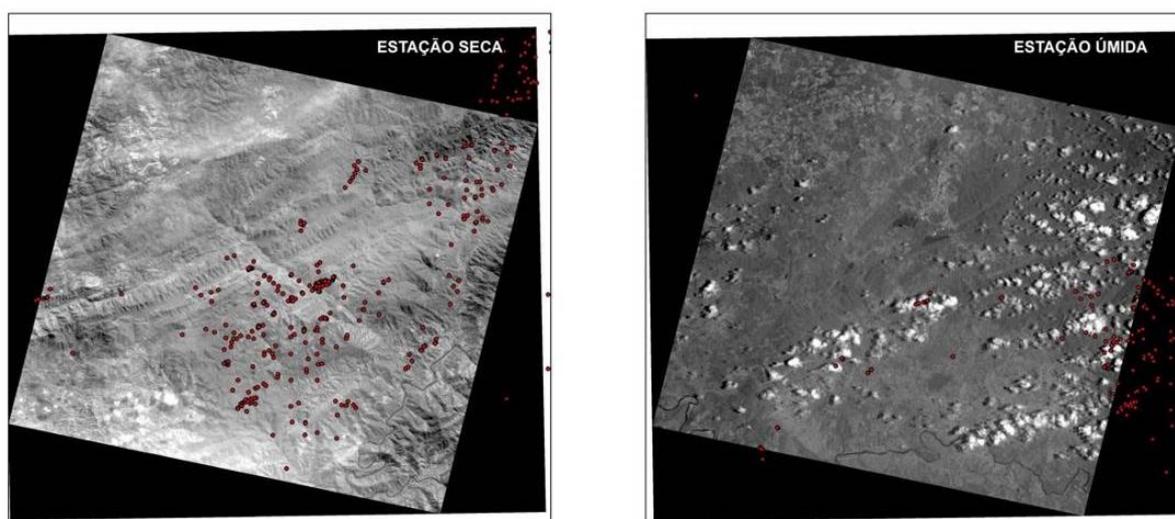


Figura 2 – Imagens HRC sobrepostas pelos registros de cavidades do CECAV.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

A análise das imagens CBERS2 e 2B, adquiridas por diferentes sensores, que representam variações na resolução e nas faixas espectrais captadas, e em diferentes épocas do ano, que representam a variação sazonal, foi útil para que se pudesse avaliar as fragilidades e potencialidades desses produtos como acessórios para trabalhos em ambientes cársticos. Os resultados apresentados nos permitiram chegar às seguintes conclusões.

As bandas que compõem as imagens CCD apresentaram desempenho diferente em cada uma das estações representadas. Isso demonstra que a escolha do produto de sensoriamento remoto mais adequado varia de acordo com os objetivos do trabalho, com as características da área imageada, e mesmo com as condições existentes durante a aquisição das imagens, o que varia bastante ao longo do ano. Em termos gerais, no entanto, foi possível perceber que as imagens adquiridas durante a estação seca mostraram melhores resultados, independentemente do sensor utilizado. A menor

cobertura de nuvens e as condições atmosféricas mais favoráveis seguramente influenciam neste fato.

Dentre as composições falsa-cor analisadas neste estudo, destaca-se a gerada pelas imagens do sensor Imageador por Varredura de Média Resolução (IRMSS), como a que melhor diferenciou os terrenos cársticos de suas adjacências. A composição gerada pelas imagens CBERS 2B CCD, para a estação seca, demonstrou potencial para o reconhecimento do uso do solo, o que, de maneira indireta, foi útil para interpretação final das imagens e reconhecimento das unidades de interesse.

As imagens HRC mostraram-se úteis em casos em que se deseja refinar a escala de estudos, mas sem que se abra mão das imagens em maior escala (menor resolução), uma vez que essas normalmente estão mais de acordo com a escala de distribuição espacial de ambientes cársticos a nível regional.

Vale salientar a importância de estudos que busquem apontar os produtos de sensoriamento remoto mais adequados a cada ambiente e aplicação, diante da cada vez mais ampla gama de produtos

disponíveis. Mais importante ainda, no entanto, é atentar para o fato de que provavelmente não haja um determinado produto que sempre será o mais adequado para determinada situação, o que faz com que seja recomendável que haja uma etapa de reconhecimento das diferentes imagens disponíveis de modo a que se possa direcionar e otimizar seu

uso. O contato com essa ampla variedade de imagens da mesma área, em última instância nos permitiu ter uma interpretação mais completa da mesma, que não seria possível com o uso de apenas um conjunto de imagens, ainda que este fosse o mais adequado.

BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, F. F. M. **Fundamentos geológicos do relevo paulista**. São Paulo: USP, 1964.

CARVALHO, T. M. Métodos de sensoriamento remoto aplicados à geomorfologia. **Rev. Geogr. Acadêmica**, v.1, n.1(xii), p.44-54, 2007.

CUNHA, K. L. **Uso de imagens Landsat e CBERS no mapeamento da suscetibilidade à erosão na região de Primavera do Leste – MT**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, 2009.

DGI/INPE – **Divisão de Geração de Imagens**. Disponível em <<http://www.dgi.inpe.br/>>.

FLORENZANO, T. G. Introdução à Geomorfologia. In: Florenzano, T. G. (Org.). **Geomorfologia: Conceitos e tecnologias atuais**. 1ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, v. 1, p.12-30, 2008.

GONZALES, R. C.; WOODS, R. E. **Processamento de imagens digitais**. Tradução: Roberto Marcondes Cesar Jr, Luciano de Fontoura Costa - São Paulo: Edgard Blücher, 509p., 2000.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **CBERS: usos e aplicações**. 2007. Disponível em: <<http://www.cbbers.inpe.br/>>.

KARMANN, I.; SANCHEZ, L. E. Distribuição das rochas carbonáticas e províncias espeleológicas do Brasil. **Espeleo-Tema**, p.105-167, 1979.

KARMANN, I.; FERRARI, J. A. Carste e cavernas do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR), SP. In: Schobbenhaus, C.; Campos, D. A.; Queiroz, E. T.; Winge, M.; Berbert-Born, M. L. C. (eds.) **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil**, p. 401-413, 2002.

MONTEIRO, C. A. F. **A dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo: estudo em forma de Atlas**. São Paulo: USP/Igeo, 1973.

NERY, C. V. M. Uso de imagens do satélite CBERS 2b para detecção de áreas desmatadas no norte de Minas Gerais. III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife - PE, p. 001-004, 2010.

RIBEIRO, V. O.; FILHO, A. C. P.; FERNANDES, P. C. O. Avaliação do uso de imagens do satélite cbers – 2 sensor ccd, no monitoramento de atividades de lavra a céu aberto. **REA – Revista de estudos ambientais** (Online), v12, n.1, p.15-28, jan./jun, 2010.

ROCHA, C. H. B. **Geoprocessamento: Tecnologia Transdisciplinar**. Juiz de Fora: Ed. Do Autor, 2007.