

Utilização das imagens CBERS 2 na aplicação de modelos matemáticos para predição de perdas de solo.

Cristiano Uzêda Teixeira¹
Ardemírio de Barros Silva²
Carlos César Uchoa de Lima²

^{1,2}Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS/BA
Departamento de Ciências Exatas/ Área de Geociências
BR 116, Km 03, Avenida Universitária, CEP: 44.031-460, Feira de Santana – BA, Brasil

¹uzedavca@gmail.com.br

²{abarro, uchoa}@uefs.br

Abstract: The application of mathematical models for predicting of the erosive processes depends on the knowledge of different factors involving the phenomenon. The factor C * P of Universal Soil Loss Equation, refers to plant hedges that help mitigate the erosive processes. The vegetation is commonly evaluated using of satellite image and offers protection for its gradual growing season combined with stations where the rates are more intense rainfall. Therefore it is important to evaluate the image used and the period in which it was captured. Through photographs and findings previously in the field, the categories were determined to be classified in the picture. The classes more representative were: dense vegetation, care vegetation, exposed soil and lake. In view of the classes obtained, it is the factor C * P of 0,010 for cares vegetation, 0,005 to dense vegetation and 1 to exposed soil. The image CBERS 2 showed satisfactory results in the classification, as has a precise definition of classes in the study area, assisting in the monitoring of water resources that are within on Pedra do Cavalo. The map of factor C * P indicates the areas where the vegetation offers less protection to the soil and thus to areas with a higher degree of vulnerability, which are concentrated in the north-central APA. It is recommended, therefore, the implementation of conservation practices in these areas, aiming at the preservation / conservation of the area.

Palavras-chave: digital imaging process, Cbers 2, erosive processes, processamento digital de imagens, Cbers 2, processos erosivos

INTRODUÇÃO

A aplicação de modelos matemáticos para previsão dos processos erosivos depende do entendimento de diferentes fatores que envolvem o fenômeno. Tais fatores vêm sendo estudados em equações propostas para cálculos de perda de solo. No fim da década de 1950, foi elaborada, após diversos ajustes, a Equação Universal de Perda de Solo (USLE, sigla em inglês para *Universal Soil Loss Equation*). Na década de 1960, a USLE tinha, apesar de recentes modificações, sua forma atual praticamente definida (CARVALHO, 1994, p.34) que será entendida, neste trabalho, pela seguinte expressão: $A=R*K*LS*CP$, onde A, representa a perda de solo em ton/ha/ano, R, erosividade das chuvas, K, erodibilidade do solo, L*S, fator de declividade e comprimento da rampa e C*P, uso da terra e práticas conservacionistas.

O fator C*P refere-se às coberturas vegetais que contribuem para atenuar os processos erosivos. Enquanto o fator C mede a proteção que determinada cultura oferece ao solo, o fator P está relacionado às práticas conservacionistas adotadas na área a ser avaliada e mede, portanto, a relação entre a intensidade de perda de solo e a prática adotada.

Vale ressaltar que a proteção da cobertura vegetal pode variar com o tipo de vegetação, com seu desenvolvimento e com a estação do ano. Portanto, a cobertura vegetal, comumente avaliada por meio de imagens de satélite, oferece proteção gradual durante seu período vegetativo combinado com estações em que os índices pluviométricos são mais intensos. Por isso é importante avaliar a imagem utilizada e o período em que foi captada.

O satélite Cbers 2 (*China-Brazil Earth Resources Satellite*), lançado em 2003, é resultado de uma parceria técnico-científica entre Brasil e China. Suas aplicações envolvem muitas áreas, incluindo monitoramento e mapeamento do desflorestamento, gerenciamento e controle ambiental, aplicações em agricultura, incluindo identificação e monitoramento de culturas, geologia, hidrologia, monitoramento de reservatórios e zonas costeiras, mapeamentos de uso da terra, turismo, etc (EPIPHANIO, 2005, p.919).

Sendo assim, tendo em vista colaborar com indicadores de práticas conservacionistas que devem ser adotadas para proteção e/ou conservação da Área de Proteção Ambiental (APA) de Pedra do Cavalo, este trabalho tem por objetivo avaliar a utilização das imagens Cbers 2 na elaboração do mapa do fator C*P da USLE.

A Área de Proteção Ambiental de Pedra do Cavalo está localizada entre as coordenadas 39°20'00'' e 38°55'00''W; 12°10'00'' e 12°40'00''S (Figura 01). É administrada pelo Instituto do Meio Ambiente - IMA (antigo Centro de Recursos Ambientais – CRA), que tem como função promover a elaboração do plano de manejo da área.

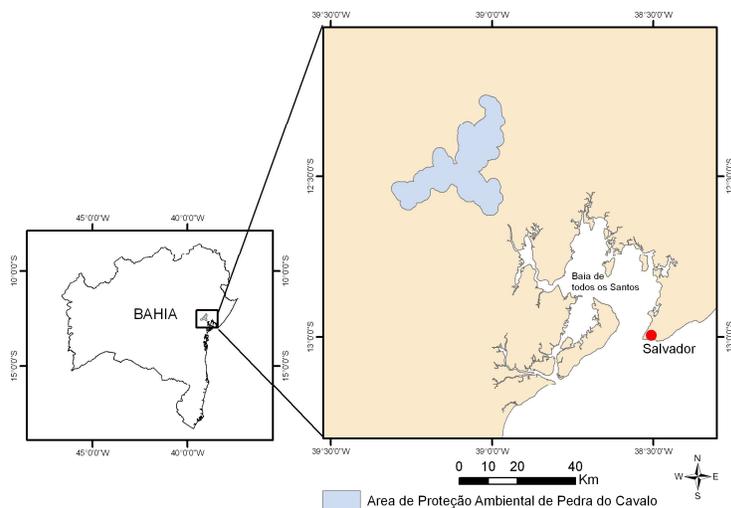


Figura 01: Mapa de localização da área de estudo

METODOLOGIA DO TRABALHO

As imagens de satélites disponíveis para execução deste trabalho foram as cenas do sensor ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper Plus*), do satélite *Landsat - 7*, obtidas em 12 de janeiro de 2003, correspondentes à órbita 216 e pontos 068 e 069, disponibilizadas, em oito bandas cada, pela Área de Geociências – Departamento de Ciências Exatas (UEFS), com resolução espacial de 30m, e a imagem Cbers 2, captada através do sistema ótico CCD – (Câmera Imageadora de Alta Resolução), obtida, gratuitamente, no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). A cena corresponde à órbita 149 e ponto 114, datada de 06 de março de 2006. A imagem Cbers 2 foi disponibilizada em cinco bandas, das quais foram utilizadas as bandas 2, 3 e 4 com resolução espacial de 20m.

A preferência pela imagem *Cbers 2* é justificada pela melhor resolução quando comparada à imagem *Landsat - 7*, pela ausência de nuvens, que se configuram como “interferências atmosféricas” na execução deste trabalho, além de ter sido adquirida mais recentemente. A figura 02 contém os recortes das imagens *Cbers 2* e *Landsat 7* e permite uma análise comparativa entre elas.

Através de fotografias e verificações feitas anteriormente em campo, foram determinadas as categorias a serem classificadas na imagem. As classes temáticas com maior representatividade foram: vegetação densa, vegetação rala, solo exposto e lago.

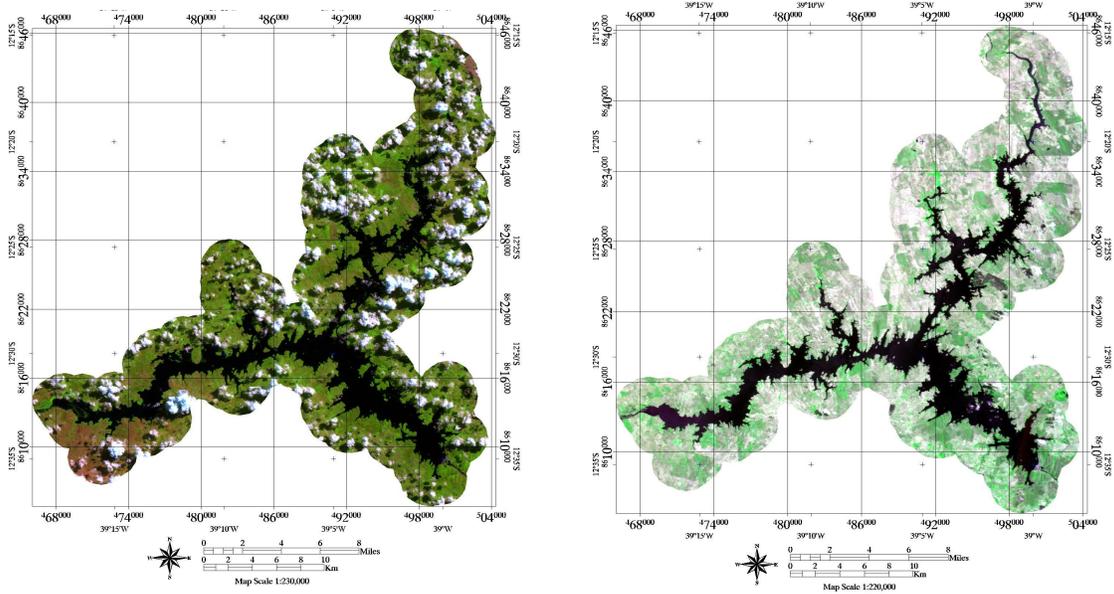


Figura 02: À esquerda, recorte da imagem *Landsat 7*, à direita recorte da imagem *Cbers 2*.

A vegetação rala refere-se à caatinga que se assemelha a mata baixa, pouco densa. A vegetação densa refere-se a matas localizadas, principalmente, nas áreas próximas aos cursos d'água ou abastecidas por lençóis freáticos onde localizam-se as matas estacionais, matas ciliares e matas de galeria. Segundo Sistema Estadual de Informações Ambientais SEIA (2007) fazem parte desse tipo de ecossistema árvores de médio a grande porte, trepadeiras e epífitas, as orquídeas e as bromélias. Podem-se destacar, nesta área, espécies da flora ameaçada de extinção tais como: Aroeira-do-sertão (*Myracroduron urundeuva*) Quixabeira (*Bumelia obtusifolia*), Angico (*Anadenanthera macrocarpa*), dentre outras.

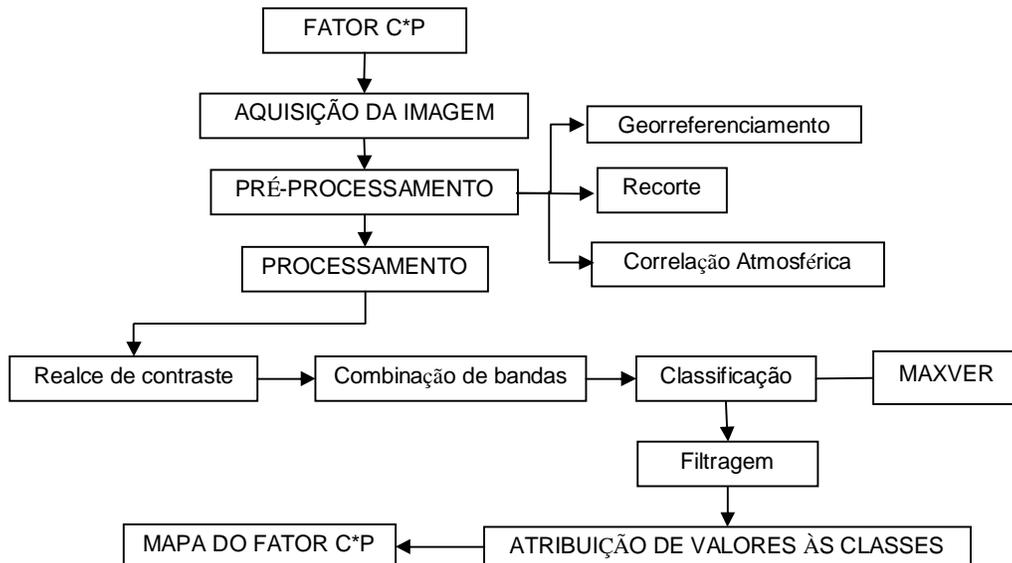


Figura 03: Fluxograma metodológico para elaboração do mapa do fator C*P

O método da Máxima Verossimilhança foi escolhido entre os demais métodos para classificação. Com esse método, “pode-se classificar todos os *pixels* de uma imagem como pertencentes às classes predefinidas, mesmo que eles tenham uma baixíssima probabilidade” (CRÓSTA,1993).

Tendo em vista as classes obtidas, considerou-se o fator C*P de 0,010 para vegetação rala, 0,005 para vegetação densa e 1 para solo exposto (CAVALCANTI & TEIXEIRA, 2005).

RESULTADOS

Para o fator C*P, inicialmente foram obtidos os histogramas de cada banda (2,3 e 4) gerados a partir do recorte da imagem antes e após a correção atmosférica.

Ao analisar os histogramas, pôde-se observar a diminuição do número de *pixels* com valores elevados. Isso se deve ao método utilizado para aplicação da correção atmosférica, que consistiu em diminuir determinado valor de níveis de cinza encontrado em áreas de águas profundas, neste caso, o lago de Pedra do Cavalo, e de áreas sombreadas de toda a imagem. Esse procedimento consistiu em anular o efeito do espalhamento do espectro eletromagnético causado pelos gases existentes na atmosfera.

Posteriormente, foi elaborado o mapa de cobertura vegetal com 4 classes: solo exposto, vegetação rala, vegetação densa e lago. Ao analisar as figuras 04 e 05, percebe-se que a maior parte da área da APA está ocupada por vegetação rala (em verde claro), caracterizada por uma caatinga pouco densa. Na região centro-norte da APA, predomina o solo exposto (em amarelo) caracterizado pela ausência de vegetação ou pela predominância de áreas antropizadas, e, nas proximidades da barragem, a sudeste, sobressai à vegetação densa (verde escuro) caracterizada por uma caatinga mais robusta e matas ciliares.



Figura 04: Fotos ilustrando e as caatingas rala (à esquerda) e densa (à direita)
Fotos: Moura (2007)

Percebe-se, ao analisar o mapa, uma configuração semelhante entre este e a imagem CBERS 2 utilizada na classificação.

Cada uma das classes de interesse (solos exposto, vegetação rala e vegetação densa) teve sua área calculada com o objetivo de que fosse obtida a representatividade com relação a área total. A maior parte da área da APA é ocupada pela vegetação rala, que representa 50,8% do

total da área, seguido da superfície do Lago de Pedra do Cavalo (18,1%), vegetação densa (18%) e solo exposto (13,1%).

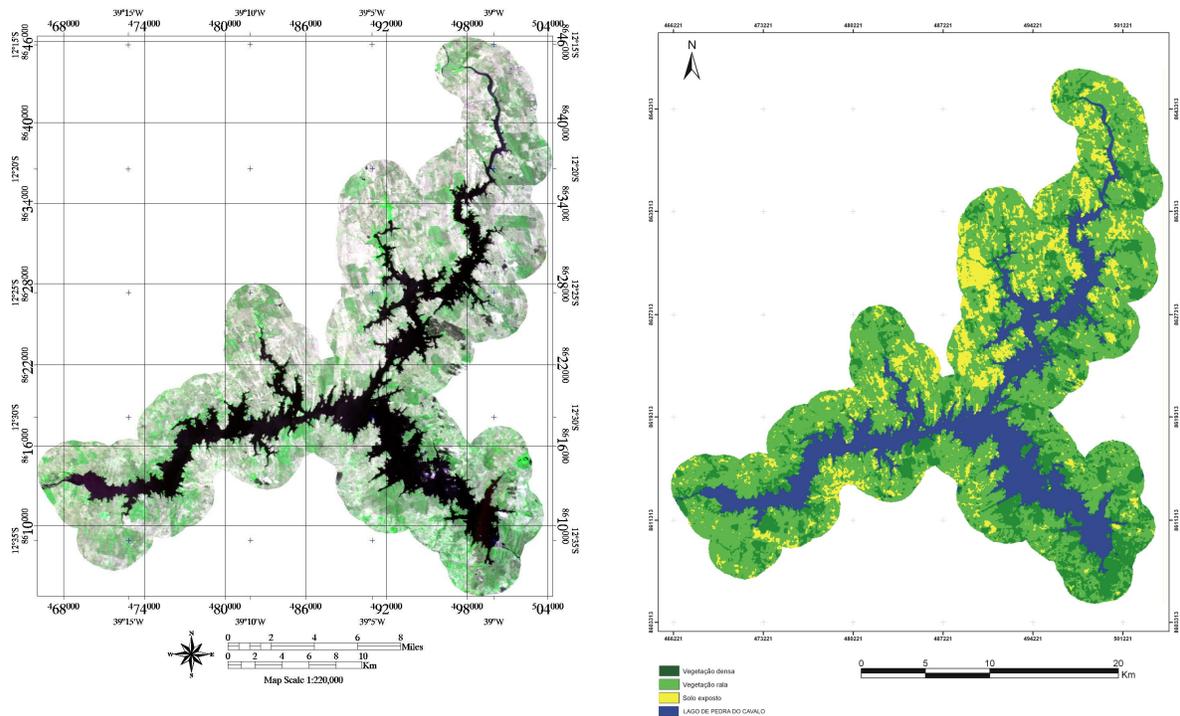


Figura 05: Análise comparativa da imagem *Cbers 2* antes (à esquerda) e após classificação (à direita) (3R;4G;2B)

Para cada classe foi atribuído, ainda, um valor segundo o proposto por Bertoni & Lombardi (1995). Para solo exposto foi aplicado valor 1, que representa alta vulnerabilidade do solo a processos erosivos. Às vegetações rala e densa foram atribuídos valores mais próximos a zero, 0,010 e 0,005, respectivamente, o que indica maior proteção dos solos pela cobertura vegetal (Tabela 01).

Tabela 01. Valores atribuídos às classes

Classe temática	Fator C
Solo exposto	1
Vegetação rala (predominância de caatinga)	0,010
Vegetação densa (predominância de caatinga)	0,005

Fonte: Adaptado de Cavalcanti & Teixeira (2005)

CONCLUSÕES

A Área de Proteção Ambiental Pedra do Cavalo, embora seja constituída, em boa parte, pelo Lago de Pedra do Cavalo, merece atenção direcionada a sua cobertura vegetal, responsável pela preservação da fauna local, e por retardar o assoreamento do manancial.

A identificação de áreas com maiores níveis de erosão e a quantificação da erosão, nestas áreas, contribuem para direcionamento de práticas conservacionistas. Por isso, este trabalho contribui com a preservação/conservação da APA indicando o que deve ser feito para tanto.

O mapa do fator C*P aponta as áreas onde a vegetação oferece menor proteção aos solos e, portanto, para áreas com maior grau de vulnerabilidade, que se concentram na região centro-norte da APA. Recomenda-se, portanto, a aplicação de práticas conservacionistas nestas áreas, visando à preservação/conservação da área.

A maior percentagem da vegetação rala (50,8%) indica que a APA é, predominantemente, ocupada por vegetação secundária capaz de oferecer certa proteção ao solo. A vegetação densa (18%) representa áreas com maior grau de proteção ao solo, e o solo exposto (13,3%), menor classe estudada, representa as áreas mais vulneráveis à degradação.

A imagem *Cbers 2* apresentou resultados satisfatórios na classificação, pois possibilitou uma definição precisa de classes na área estudada, auxiliando no monitoramento dos recursos hídricos que se encontram no interior da APA.

As definições das classes com a resolução espacial oferecida pela imagem *Cbers 2* (20m) possibilita um resultado final, a partir integração com os outros mapas que compõe a USLE, mais acurado direcionando a gestão ambiental de áreas protegidas com escala de até 1:30.000.

REFERENCIAS

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 3. ed. São Paulo, Ícone, 1990.

CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia prática**. Rio de Janeiro, CPRM, 1994.

CAVALCANTI, S. de P.P; TEIXEIRA, A. dos S., **Avaliação Espacial de Erosão através do uso de SIG – Sistema de Informação Geográficas**. Revista de Tecnologia, Fortaleza, v.26, n.2, p. 186-195. dez.2005

CROSTA, A. P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. ed. rev. Campinas. UNICAMP, 1993

EPIPHANIO, J. C. N. **CBERS – satélite sino-brasileiro de recursos terrestres**. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 915-922.

INPE, **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**, Disponível em: www.inpe.br. Acesso em: 05 de outubro de 2007.

FONSECA, M.G.F. **Processamento Digital de Imagens**. INPE, 2000

LILLESAND, T. M. **Remote Sensing and image interpretation**. 5. ed. Wiley, Hoboken, NJ, 2004

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. 2 ed. São Paulo, Edgard Blucher. 1995.

SEIA, **Sistema Estadual de Informações Ambiental**, 2007. Disponível em: <http://www.seia.ba.gov.br/apa/apapedradocavalo/template01.cfm?idCodigo=95>. acesso em: 22 de fevereiro de 2008