

## CONTRIBUIÇÃO AO USO DO SENSOR CCD/CBERS-2 PARA A CARACTERIZAÇÃO DA COBERTURA DO SOLO: UM ESTUDO DE CASO NO CERRADO.

Mauricio Stefanos<sup>1</sup> e Antonio Conceição Paranhos Filho<sup>2</sup>

**Resumo:** As potencialidades do uso de imagem do satélite CBERS 2 (China-Brazil Earth Resources Satellite) sensor CCD (Charge-Coupled Device) foram estudadas a fim de caracterizar a cobertura do solo e as áreas de preservação permanente (APP). As assinaturas espectrais desse tipo de imagens para a caracterização da cobertura do solo foram estudadas e analisadas comparativamente às assinaturas espectrais do Landsat. O processamento e a análise espacial das imagens foram feitos utilizando-se os Softwares Erdas Imagine (ERDAS, 2002) e Arc View (ESRI, 1998). Todos os resultados e estudos de campo foram organizados em banco de dados por meio de um SIG - Sistema de Informações Geográficas, o que foi imprescindível e fundamental para alcançar os objetivos propostos. Os vários problemas de ajuste, principalmente radiométricos, das imagens do CBERS 2/CCD puderam ser identificados e dirimidos. Os resultados mostraram que as imagens do CBERS 2/CCD podem ser excelentes alternativas às imagens Landsat, constituindo-se, portanto, em ótimos instrumentos para a caracterização da cobertura do solo e a realização de análises ambientais.

**Palavras-chaves:** Sensoriamento remoto. CBERS 2/CCD. Tratamento radiométrico spectral. Cobertura do solo.

### 1 Introdução

O sensoriamento remoto tem sido aplicado em pesquisas sobre recursos naturais há décadas no Brasil. Em geral, esse tipo de trabalho depende da importação de imagens de satélites estrangeiros, as quais são oferecidas ao mercado consumidor nas mais variadas especificações e a preços geralmente elevados.

Um programa de cooperação técnica foi assinado entre a China e o Brasil para desenvolver satélites de observação da Terra, o programa CBERS - *China-Brazil Earth Resources Satellite*, que soma recursos financeiros e de pessoal especializado dos dois países para estabelecer um sistema completo de sensoriamento remoto (SAUSEN, 2004), fornecendo na Internet, de maneira gratuita, imagens de satélite.

A fim de averiguar se as imagens desse satélite possibilitam caracterizar satisfatoriamente a cobertura do solo do

cerrado no estado de Mato Grosso do Sul, foram realizadas, neste estudo de caso, análises comparativas entre imagens CBERS-2/CCD e Landsat 7/ETM+.

Paralelamente foram buscadas técnicas que pudessem melhorar o reconhecimento das diferentes coberturas do solo, em especial utilizando o sensor CBERS-2/IRMSS.

### 2 Localização geográfica

Em conformidade com a Lei Federal nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997 (BRASIL, 1997), que estabelece a bacia hidrográfica como unidade básica de estudo e gestão, foi escolhida neste estudo a bacia do rio Serrote, com 94.578 hectares (Figura 1), situada nos municípios de Sidrolândia e Rio Brilhante. O rio Serrote deságua no rio Vacaria e este no rio Brilhante, que por sua vez se junta ao rio Dourados para formar a sub-bacia do rio Ivinhema.

<sup>1</sup> E-mail: maustefanos@gmail.com

<sup>2</sup> E-mail: toniparanhos@gmail.com  
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais  
Campus Universitário Campo Grande MS

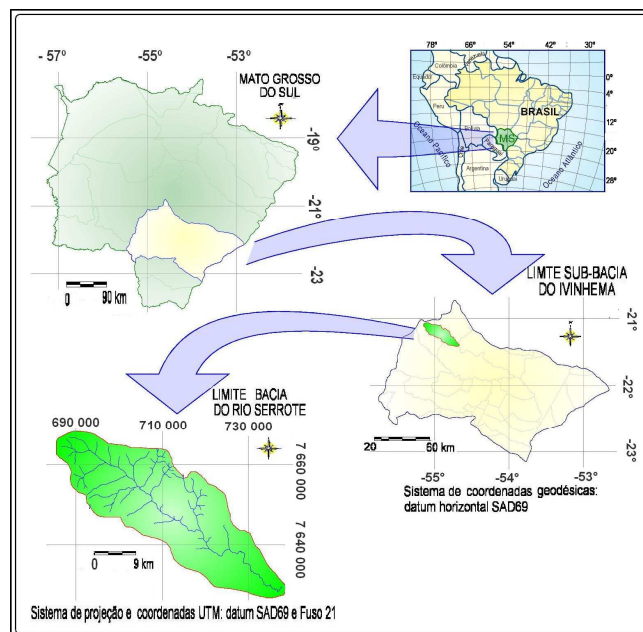


Figura 1 - Localização geográfica da área de estudo. Bacia do rio Serrote em destaque no canto inferior esquerdo.

### 3 Material e métodos

#### 3.1 Contextualização da comparação das assinaturas espectrais

No intuito de se fazer uma correlação entre as assinaturas espectrais dos satélites Landsat 7 e CBERS-2, foram relacionadas as faixas espectrais de cada banda dos

sensores CCD (*Charge-Coupled Device* - câmera de alta resolução) e IRMSS (*Infrared Multispectral Scanner System* – Escâner Multiespectral Infravermelho) do satélite CBERS-2, além das faixas espectrais de cada banda do sensor ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper Plus*) do Landsat 7 (Tabela 1).

Tabela 1 - Similaridade entre as faixas espectrais das bandas dos sensores CCD, IRMSS e CBERS-2 e ETM+ do LANDSAT 7.

| Instrumento              | Banda | Faixa espectral             | Simbologia |
|--------------------------|-------|-----------------------------|------------|
| <b>CCD<br/>CBERS 2</b>   | 1     | 0,45 - 0,52 $\mu\text{m}$   | B          |
|                          | 2     | 0,52 - 0,59 $\mu\text{m}$   | G          |
|                          | 3     | 0,63 - 0,69 $\mu\text{m}$   | R          |
|                          | 4     | 0,77 - 0,89 $\mu\text{m}$   | NIR        |
|                          | 5     | 0,51 - 0,73 $\mu\text{m}$   | PAN        |
| <b>IRMSS<br/>CBERS 2</b> | 1     | 0,50 - 1,10 $\mu\text{m}$   | PAN        |
|                          | 2     | 1,55 - 1,75 $\mu\text{m}$   | SWIR       |
|                          | 3     | 2,08 - 2,35 $\mu\text{m}$   | FAIR       |
|                          | 4     | 10,40 - 12,50 $\mu\text{m}$ | TIR        |
| <b>ETM+<br/>LANDSAT</b>  | 1     | 0,45 - 0,52 $\mu\text{m}$   | B          |
|                          | 2     | 0,52 - 0,60 $\mu\text{m}$   | G          |
|                          | 3     | 0,63 - 0,69 $\mu\text{m}$   | R          |
|                          | 4     | 0,76 - 0,90 $\mu\text{m}$   | NIR        |
|                          | 5     | 1,55 - 1,75 $\mu\text{m}$   | SWIR       |
|                          | 6     | 10,40 - 12,50 $\mu\text{m}$ | TIR        |
|                          | 7     | 2,08 - 2,35 $\mu\text{m}$   | FAIR       |
|                          | 8     | 0,50 - 0,90 $\mu\text{m}$   | PAN        |

B= azul; G= verde; R= vermelho; NIR = infravermelho próximo; SWIR = infravermelho médio; FAIR = infravermelho distante; TIR = infravermelho termal (INPE, 2005).

REA – Revista de *estudos ambientais* (Online)  
v.11, n. 2, p. 71-87, jul./dez. 2009

As bandas das faixas espectrais do azul, verde, vermelho e infravermelho próximo, são respectivamente numeradas de 1, 2, 3 e 4, tanto nas imagens do CBERS-2/CCD quanto naquelas do Landsat 7/ETM+. Porém a banda pancromática do CBERS-2/CCD recebe o número 5 e a do Landsat 7 o número 8. Além disso, as bandas 5, 6 e 7 do ETM+ são equivalentes aos intervalos espectrais das bandas 2, 4 e 3 do IRMSS. Cabe destacar que o símbolo das bandas tem origem nas letras iniciais (em inglês) das cores correspondentes (Tabela 1). Essa informação é importante no momento de gerar as composições falsa-cor e nos diferentes programas de processamento digital de imagens de satélite.

Essa similaridade entre os sensores também pode ser observada na Figura 2, na qual é possível constatar a correspondência entre as faixas espectrais capturadas por ambos os satélites para diferentes alvos, como vegetação, água limpa e turva, bem como para solo arenoso ou argiloso. A Figura 2 mostra o comparativo das respostas espectrais de Landsat TM; CBERS-2 CCD e IRMSS. Nas barras superiores estão representadas as bandas azul (1), verde (2), vermelho (3) e infravermelho próximo (4), com as faixas espectrais correspondentes entre os sensores CCD e TM. As bandas 2 e 3 (IRMSS) e 5 e 7 (TM) são representadas pelas barras em branco.

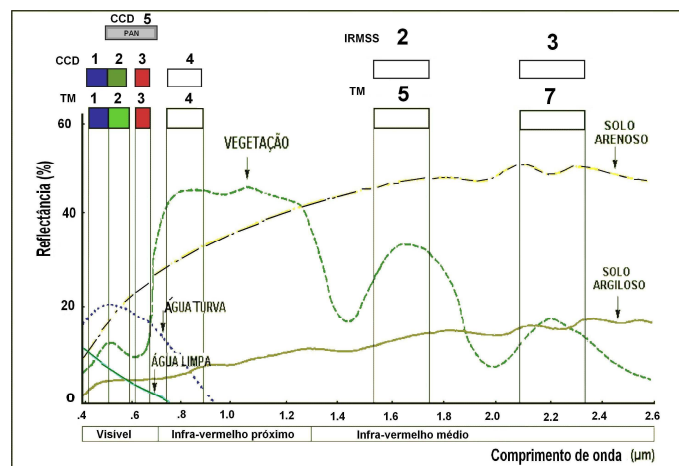


Figura 2 - Comparativo das respostas espectrais de Landsat TM; CBERS-2 CCD e IRMSS.  
Fonte: Soriani (2004).

A fim de possibilitar a comparação visual entre imagens compostas com bandas correspondentes na mesma faixa espectral são apresentadas a seguir imagens Landsat

7/ETM+ e CBERS-2/CCD. Na Figura 3 (A) e (B) estão justapostas, respectivamente, uma composição Landsat 7 e CBERS-2/CCD para cor natural.

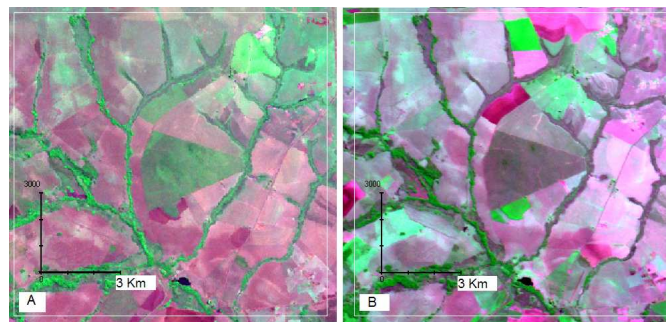


Figura 3 – Identificação das feições de cobertura do solo comuns nas imagens (A): Landsat 7 ETM+ em RGB 3:4:5 e (B): CBERS 2/CCD em RGB 5:4:2

Assim foi possível reconhecer as feições de cobertura do solo comuns às duas imagens, sendo que a maior parte do que foi identificado na imagem Landsat, pode ser

também observada na imagem CBERS-2. As imagens comparadas possuem datas diferentes (LANDSAT, 2002) e (CBERS-2, 2004). Entretanto, esse fato não atrapalhou

REA – Revista de *estudos ambientais* (Online)  
v.11, n. 2, p. 71-87, jul./dez. 2009

os objetivos deste trabalho, pois ambas as imagens são de períodos de estiagem, o que permite de evitar nuvens e solo com umidade de origem pluvial. Além disso, esse período coincide com a época de colheita e preparo do solo, o que geralmente torna mais fácil a interpretação e classificação das diferentes feições presentes nas imagens.

### 3.2 Tratamento dos ruídos oriundos do imageamento CBERS-2/CCD.

Os recortes do retângulo envolvente da bacia do rio Serrote, extraídos da cena CCD/CBERS-2 de 26 de julho de 2004,

estão apresentados na Figura 4, na qual estão em destaque cada uma das bandas da faixa do visível com seus respectivos problemas de ruídos, bem como a imagem composta para os canais RGB 3:2:1, onde se pode notar os ruídos intensos. Na parte direita da composição, em Q4, tem-se a ausência de informações, principalmente da faixa do espectro azul, devido a problemas na banda 1, o que não ocorre na parte esquerda desta composição. Na porção central dos recortes é possível notar uma faixa diagonal com intensa concentração de ruídos. Os ruídos da composição são intensificados pela somatória dos ruídos presentes nas três bandas isoladas.

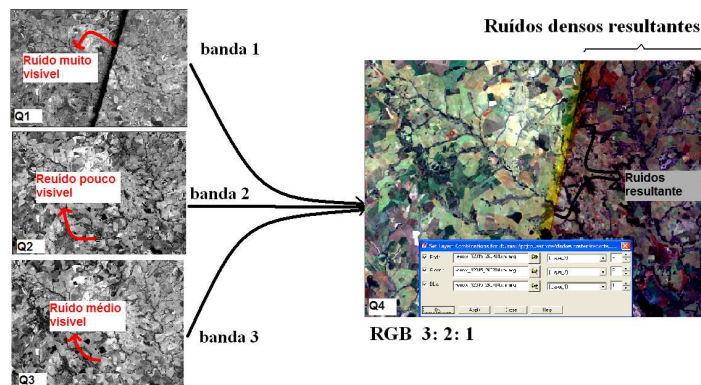


Figura 4 - Em Q1 tem-se a banda 1 (azul) com ruídos muito densos; em Q2 a banda 2 (verde) com ruídos menos densos; já em Q3 ruídos medianamente densos (banda 3 - vermelho) e em Q4 a Composição RGB das três bandas 3:2:1 (visível) destacadas.

Foi constatada ainda a interferência de tais ruídos nos produtos da classificação automática da imagem CCD, sendo que para diminuir este efeito, as bandas 1 (azul) e 3 (vermelho) foram descartadas. As bandas 4 (infra-vermelho próximo) e 5 (pancromática) desta mesma cena apresentaram ruídos pouco significativos no âmbito deste trabalho

e podem ser visualizadas na Figura 5 (Q1) (Q2), aonde é também apresentada a imagem composta, (Q4), com as bandas 4, 5 e 2. Nessa composição os ruídos resultantes são, em maior parte, oriundos apenas da banda 2 e por isso são menores que aqueles apresentados na composição 3:2:1 (Figura 4).

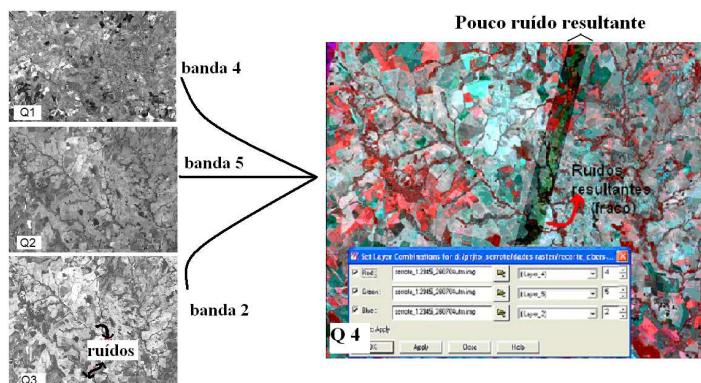


Figura 5 - Em Q1, Q2, Q3 (a esquerda) estão as bandas 4, 5 e 2 CCD/CBERS-2. O recorte Q4 é a composição 4:5:2 - canais RGB. (Ferramenta *Band Combinations* do Erdas (ERDAS, 2002)).



Por isso a composição final para a extração das feições, por meio de classificação automática supervisionada da imagem CCD, foi feita apenas com as bandas, (2) verde, (4) infravermelho próximo e (5) pancromática.

Tais ruídos têm origem nas fases do imageamento de cada banda do sensor CCD, que é constituído por 3 matrizes com centenas de detectores cada. Essas matrizes devem estar opticamente alinhadas entre si e seus detectores devem estar calibrados entre si e ajustados em relação às matrizes. Entretanto essa perfeita calibração nem sempre é possível conforme informou a Divisão de Geração de Imagens do INPE (INPE, 2005), que orientou no sentido de que as bandas que apresentarem muitos ruídos sejam substituídas por outras.

### 3.3 Utilização de imagens do sensor CCD fusionadas às bandas IRMSS do CBERS-2.

Visando um melhor resultado das classificações de imagens CBERS-2/CCD buscou-se incrementar o desempenho radiométrico das imagens através do fusão entre as bandas dos sensores CCD e IRMS.

O sensor ETM+ do Landsat 7 apresenta bandas na faixa do visível (azul, verde e vermelho), infravermelho próximo, médio e distante, representadas respectivamente pelos números 1, 2, 3, 4, 5 e 7. O sensor correspondente do CBERS-2, CCD, apresenta apenas as faixas espectrais do azul, verde, vermelho e o infravermelho próximo, representados pelos números 1, 2, 3 e 4 respectivamente.

A falta de uma banda, no sensor CCD, que imageie (detecte) na faixa do

infravermelho médio e distante, limitou a identificação de algumas feições da cobertura do solo na área da bacia estudada. Entretanto, o CBERS-2 possui o sensor IRMSS que, embora possua resolução espacial diferente do sensor CCD, imageia nas faixas do espectro infravermelho médio e distante (bandas 2, 3) e é possível afirmar que podem equivaler respectivamente às bandas 5 e 7 do Landsat, havendo uma pequena diferença no intervalo da faixa espectral captada.

Assim, no intuito de melhorar a resolução espectral da imagem CCD foi realizada a fusão da banda pancromática CCD (banda 5) às bandas 2 e 3 IRMSS. As bandas 2 e 3 fusionadas foram denominadas, neste trabalho, de bandas 5' e 7' respectivamente (Tabela 2), pois espectralmente serão semelhantes às bandas 5 e 7 Landsat. A intenção foi verificar a possibilidade de identificação de novas classes de cobertura do solo, as quais não são reveladas utilizando-se somente as bandas do CCD.

Com esta fusão foi realizado também um realce espacial destas novas bandas, pois as bandas de saída (5' e 7') têm resolução espacial de 20m, a mesma das imagens CCD. Dessa forma se obteve um arquivo imagem final com as bandas compostas na seguinte ordem: 2:3:4:5':7'.

Admitindo-se que as bandas fusionadas (5' e 7') - infravermelho médio e distante do IRMSS - são equivalentes espectralmente às do Landsat, procedeu-se conforme o método de composição e tratamento de imagens descrito por Paranhos Filho (2000), que caracterizou espectralmente diferentes coberturas do solo em Mato Grosso do Sul.

Tabela 2 – Características das bandas dos sensores CCD e IRMSS do CBERS-2 e ETM+ do LANDSAT 7.

| Sensores / Bandas      | Landsat ETM+ | CBERS-2 IRMSS | CBERS-2 CCD | Fusão CCD IRMSS |
|------------------------|--------------|---------------|-------------|-----------------|
| B – Azul               | 1            | Não tem       | 1           |                 |
| G – Verde              | 2            | Não tem       | 2           |                 |
| R -Vermelho            | 3            | Não tem       | 3           |                 |
| NIR                    | 4            | Não tem       | 4           |                 |
| SWIR                   | 5            | 2             | Não tem     | 5'              |
| FAIR                   | 7            | 3             | Não tem     | 7'              |
| Resolução espacial (m) | 30           | 80            | 20          | 20              |

NIR = infravermelho próximo; SWIR = infravermelho médio; FAIR = infravermelho distante (STEFANES, 2005).

### 3.4 Classificação automática das imagens de satélite

O reconhecimento das potencialidades e definições de usos das imagens CBERS-2, bem como a descrição de suas limitações, na identificação das feições naturais registradas pelo sensor CCD deste satélite, são produtos da análise da classificação da cobertura do solo.

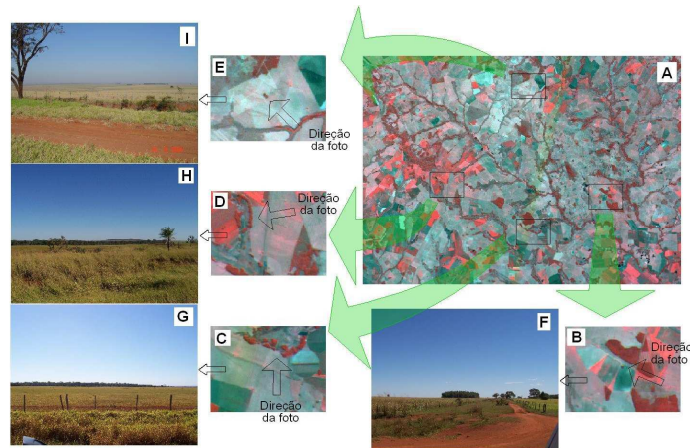
De acordo com Paranhos Filho (2000), a classificação de imagens consiste no agrupamento de *pixels*, baseado em semelhanças espectrais das informações temáticas, que podem ser mapeadas e depois analisadas. Esses agrupamentos são então designados em um tema denominado de classe. Obtendo-se informações temáticas a partir de informações espectrais reduz-se o volume de dados e possibilita-se a análise das várias feições comuns em uma imagem.

Tomando-se as imagens registradas como base de dados, foram feitos, em

ambiente SIG (sistema de informação geográfica), o controle de campo e a classificação da cobertura do solo. No presente trabalho foi adotada a classificação automática supervisionada utilizando o método da verossimilhança máxima que calcula a probabilidade estatística de um *pixel* pertencer a uma assinatura e classe de cobertura específica.

#### 3.4.1 Processamento das informações de campo

Antes de proceder à coleta das assinaturas espectrais das feições nas imagens foram realizadas diligências para controle de campo, reconhecimento, registro fotográfico e localização geográfica das amostras que seriam mapeadas e utilizadas no treinamento do classificador. Um exemplo do resultado desta fase pode ser conferido na Figura 6.



**Figura 6 - Reconhecimento, registro fotográfico e localização geográfica dos pontos de controle a campo. Da imagem (A) são recortados 4 retângulos (B, C, D e E) e ampliados o zoom, estes subsets estão relacionados respectivamente às fotos (F, G, H e I).**

Para a definição das classes adotou-se como parâmetro, os conceitos fitofisionômicos apresentados por Ribeiro e Walter (1998). Para esses autores, a vegetação do bioma Cerrado apresenta fisionomias que englobam formações florestais, savânicas e campestres. Em sentido fisionômico, o termo floresta representa áreas com predominância de espécies arbóreas, onde há formação de dossel, contínuo ou descontínuo (GAMARRA; PARANHOS FILHO, 2005). O termo savana refere-se a áreas com árvores e arbustos espalhados sobre um estrato

graminoso, sem a formação de dossel contínuo. Já o termo campo designa áreas com predomínio de espécies herbáceo-arbustivas, com cobertura arbórea ausente ou sem destaque (RIBEIRO; WALTER, 1998).

A vegetação do Cerrado no sentido *lato senso* é caracterizada por um estrato gramíneo bem desenvolvido onde ocorrem palmeiras, arbustos de aspecto tortuoso e árvores (12 a 15 metros). Tal vegetação reúne formações savânicas e campestres do bioma englobando desde o campo limpo até o cerradão (RIBEIRO; WALTER, 1998).

### 3.4.2 Classificação da imagem CBERS-2/CCD pelo método automático supervisionado

Tendo sido realizado o controle de campo, procedeu-se no laboratório, a fase de seleção de no mínimo seis amostras de cada assinatura espectral de cada uma das feições de cobertura do solo a serem classificadas. Nessa fase foi necessária a avaliação das assinaturas espectrais representadas nas amostras. Por meio do processo apresentado a seguir, foram excluídas as amostras que não correspondiam com acurácia às coberturas do solo a serem mapeadas. Na Figura 7, o histograma unimodal representa valores de assinaturas semelhantes ao redor dos valores da média e o bimodal pode representar diferentes coberturas de solo entre as amostras relacionadas. No eixo das

abscissas está representada a somatória das assinaturas espectrais das feições selecionadas e para o eixo das ordenadas estão representados os valores médios das assinaturas espectrais de cada feição analisada.

Na Figura 7 são exemplificadas ainda duas assinaturas distintas entre si, corpos d'água e solo exposto. Para as bandas 2 (azul) e 5 (pan) nos histogramas C e E pode ser observado que as duas feições analisadas (solo exposto e corpos d'água) apresentam resposta espectral bem distribuída. Porém no histograma D para análise da banda 4 (infravermelho próximo), principalmente a assinatura espectral da água, apresentou uma desconformidade, o que pode induzir o classificador automático para uma incorreta separação da feição de interesse.

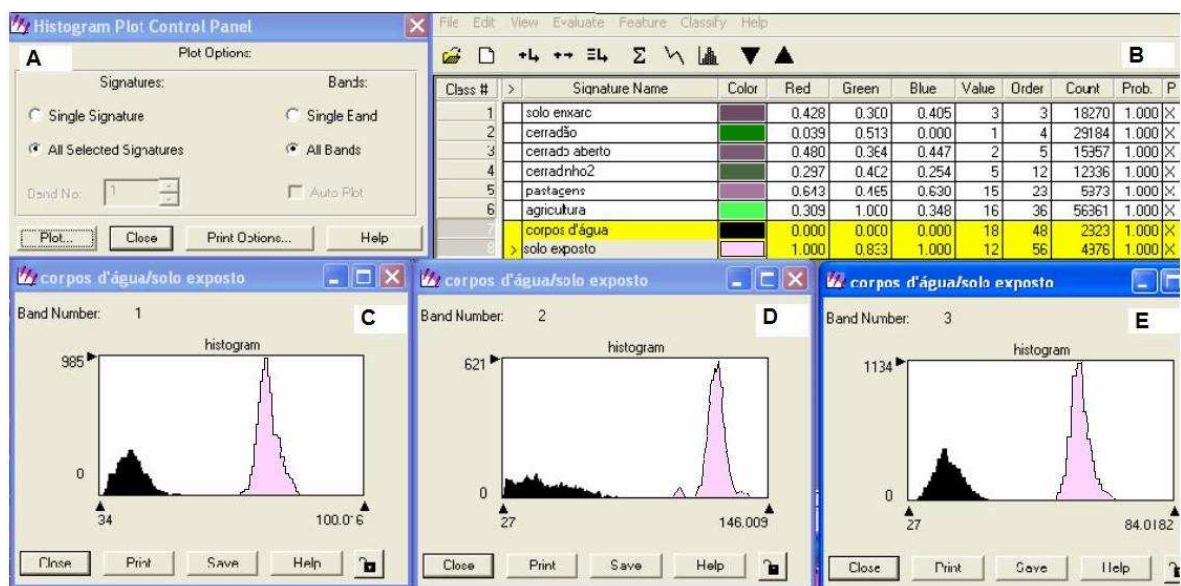


Figura 7 - No painel de opções "A" foram selecionadas todas as 3 bandas utilizadas, então foram escolhidas 2 assinaturas, que estão destacadas nas linhas 7 e 8 da tabela "B". Os histogramas "C", "D" e "E" apresentam resultados das amostras das classes solo exposto e corpos d'água para as bandas 2, 4 e 5 respectivamente. Nos histogramas "C", "D" e "E", as bandas 2 (azul), 4 (infravermelho próximo) e 5 (pan) foram numeradas pelo software de análise como 1, 2 e 3.

A Figura 8 mostra um exemplo de confusão espectral onde áreas queimadas foram classificadas erroneamente como corpos d'água. O fato de certos tipos de queimadas apresentarem comportamento

espectral semelhante ao de áreas úmidas, é a causa para esta confusão espectral, onde o classificador agrupou, erroneamente na mesma classe, corpos d'água e queimadas.

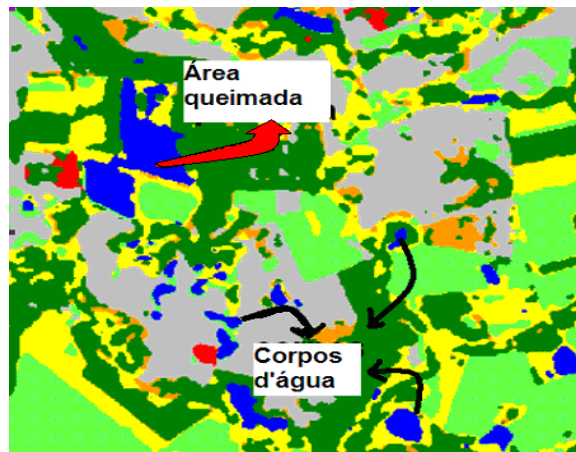


Figura 8 – Imagem classificada onde na parte superior esta destacada uma área queimada. Os corpos d'água estão distribuídos principalmente na parte inferior da figura e destacados pelas setas pretas.

Outro exemplo de confusão espectral ocorre com pastagens na banda 4 (infravermelho próximo), principal responsável por registrar as ondas refletidas pela vegetação. Nos histogramas da Figura 9 são realizadas análises da distribuição das

assinaturas espectrais para a classe pastagens. Assim os histogramas C, D e E apresentam a distribuição da assinatura espectral da feição pastagens para as bandas 2, 4 e 5 respectivamente.

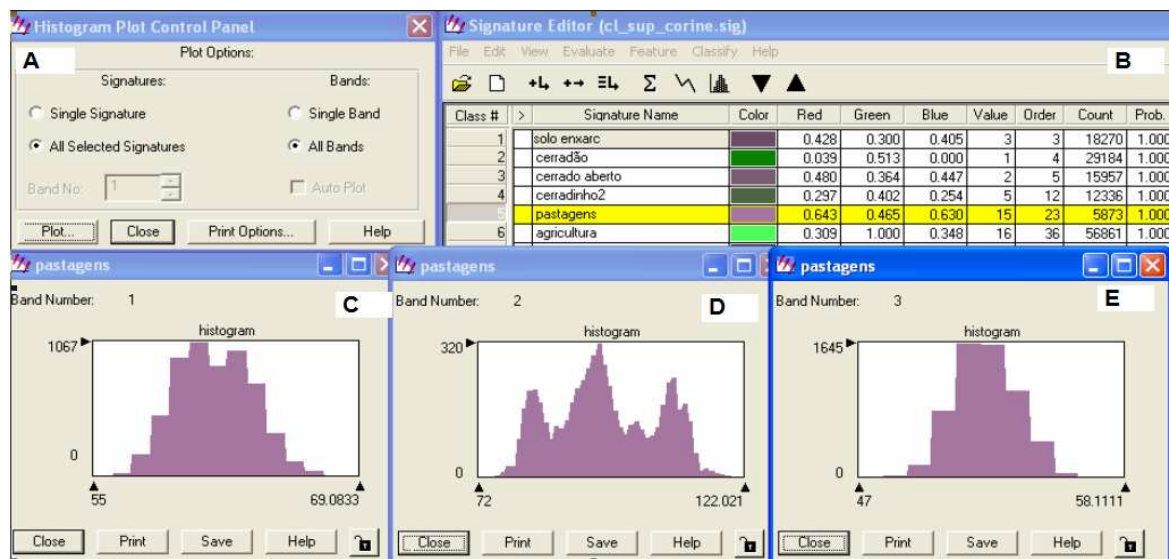


Figura 9 - Os histogramas “C”, “D” e “E” apresentam análises da classe de cobertura do solo “pastagens” para as bandas 2, 4 e 5 respectivamente. No painel de opções “A” foram selecionadas todas as 3 bandas para a assinatura selecionada que está destacada na linha 5 da tabela “B” dessa figura.

No histograma D da Figura 9 tem-se uma distribuição trimodal, que está relacionada a uma grande variação da resposta espectral das amostras. Esse tipo de cobertura apresenta muita variação na biomassa vegetal, pois há pastos com pouquíssima cobertura vegetal, podendo ocorrer em alguns casos, pastagens degradadas e feições erosivas. Além disso, na mesma região há várias áreas com

pastagens bem formadas e densas (pasto bom). Ocorre ainda, em alguns casos, aumento da biomassa vegetal devido à regeneração do cerrado (pasto sujo). Ou seja, a confusão espectral pode ter sido ocasionada principalmente devido a grande variação no manejo do pasto, além da influência das diferentes classes de solo. Seria possível, em algum estudo de manejo de pastagem, utilizar imagens CBERS-



REA – Revista de *estudos ambientais* (Online)  
v.11, n. 2, p. 71-87, jul./dez. 2009

2/CCD para separar os diversos tipos de uso, pois a variação observada ocorre sempre entre um talhão e outro. Por não ser o objeto de estudo deste trabalho os diversos tipos de pastos identificados foram todos agrupados na classe pastagens.

Nas áreas destinadas à agricultura já era esperada semelhante confusão espectral devido à dinâmica de manejo particular dessa classe (preparo do solo, vários estágios de desenvolvimento dos plantios e colheitas). Mesmo sem levar em conta os estágios de desenvolvimento de cada uma das culturas e sem considerar a umidade do solo, a resposta espectral é sempre muito variável. Isso ocorre porque a assinatura espectral está relacionada ao tipo de cultura agrícola, soja, milho, aveia, sorgo e outras, sendo difícil para o classificador automático colocar toda essa variedade no mesmo agrupamento.

Visualmente um foto-intérprete poderia distinguir cada uma das feições pela

forma, padrão espacial e textura. Porém o classificador automático utilizado não se orienta pelo arranjo espacial, mas apenas pela resposta espectral do alvo. Assim, seria conveniente realizar sucessivas classificações, ajustando a calibração até se chegar a uma condição aceitável do agrupamento das classes de interesse.

Na Figura 10 é apresentada a avaliação de amostras para a cobertura vegetal nativa, onde ocorrem histogramas do tipo unimodal, que revela a similaridade entre as amostras colhidas para esta feição. É possível notar ainda, principalmente para a banda 4, representada pelo histograma D, a uniformidade das amostras para vegetação nativa de porte florestal. O histograma unimodal representa valores de assinaturas semelhantes ao redor da média, o que confere um bom resultado na individualização da classe cerradão.

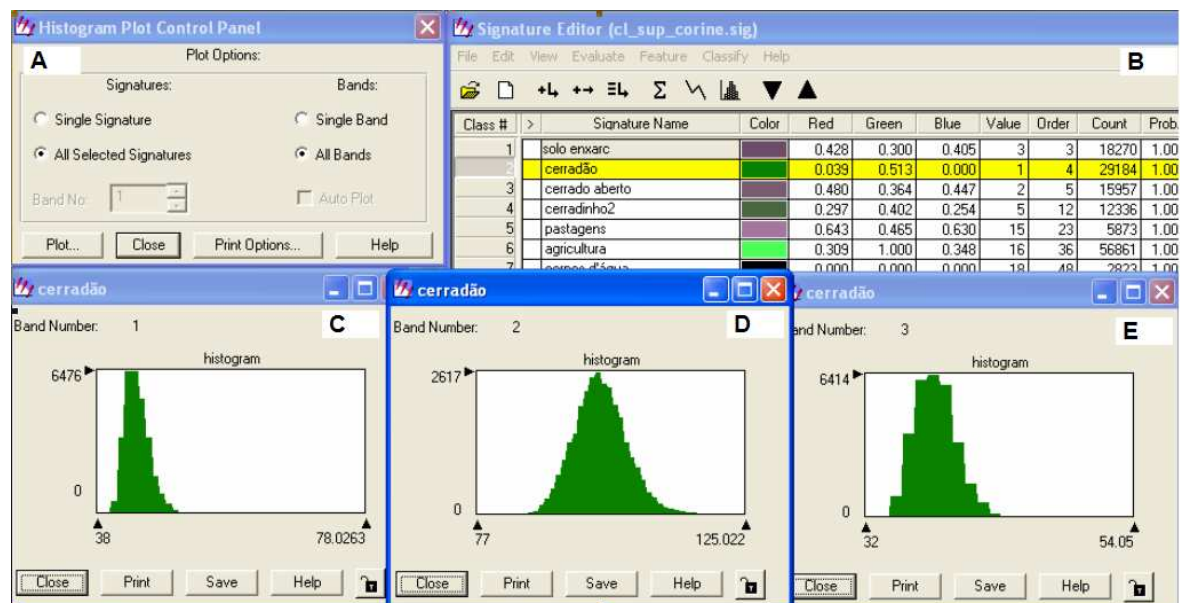


Figura 10 - Os histogramas “C”, “D” e “E” apresentam análises da feição “cerradão” (fitofisionomia de porte florestal) para as bandas 2, 4 e 5 respectivamente. No painel de opções “A” foram selecionadas todas as 3 bandas para a assinatura selecionada que está destacada na linha 2 da tabela “B”.

### 3.5 Classes de Cobertura do Solo

Foram realizadas várias classificações automáticas com no mínimo 6 amostras de cada feição de interesse, sempre as comparando com os dados de campo para se chegar a uma classificação mais próxima da cobertura observada *in loco*.

Através da observação criteriosa *in loco*, localização por meio GPS de navegação e registro fotográfico, foram realizadas várias classificações preliminares e ajustes para se obter agrupamentos das feições de cada classe, bem próximos do que foi observado a campo. Portanto, as classes apresentadas neste estudo, não foram exclusivamente extraídas da imagem, mas também por meio dos trabalhos de

**REA – Revista de *estudos ambientais* (Online)**  
**v.11, n. 2, p. 71-87, jul./dez. 2009**

campo e conhecimento das práticas usuais de manejo agropecuário na região.

### 3.5.1 Modelo IBGE para legenda de cobertura utilizada

O desenvolvimento das atividades para a elaboração da atual legenda IBGE baseou-se nas experiências adquiridas pelas equipes da Coordenação de Geociências, no âmbito dos diagnósticos ambientais e, como referência internacional, o CORINE - Programa da Comunidade Européia para compilação de dados sobre Uso e Cobertura da Terra e o monitoramento de mudanças (IBGE, 2005).

Conforme Heymann et al, (1994), o Projeto CORINE – “*Coordination Of Information On Tthe Environment*” é um acordo realizado entre os países membros da Comunidade européia em 27 de junho de 1985 (CORINE, 1992). Dentro do contexto deste Projeto, foi desenvolvido o Projeto de Mapeamento da Cobertura dos Solos do CORINE, com o objetivo de fornecer uma base de informações geográficas consistente, do tipo de cobertura dos solos dos Estados Membros da Comunidade Européia. O Projeto de cobertura dos solos

deveria prover o Projeto CORINE e o maior número possível de usuários, com informações que deveriam ser homogêneas, completamente comparáveis por todos os países envolvidos e ser atualizáveis periodicamente. Por estas características, a estrutura lógica do modelo mencionado é também utilizada neste trabalho, apresentando adaptações específicas para a bacia mapeada.

No presente trabalho, o classificador automático separou as principais classes passíveis de mapeamento para a escala proposta (1:100.000). Também foram previstas e relacionadas na legenda apresentada na Tabela 3, algumas classes que o classificador não identificou, mas que estão presentes nesta e em outras áreas de Mato Grosso do Sul.

As classes nível 3 obtidas a partir das imagens CBERS-2 estão em conformidade com a descrição de fitofisionomias de Ribeiro e Walter (1998). Essa descrição balizou todo o trabalho de definição das classes apresentadas nesse nível. As apresentadas no nível 4 são sugestões das possibilidades de detalhamento que foram validadas pelas informações de campo.

**Tabela 3 – Modelo para legenda CORINE das classes de cobertura do solo, obtidas por classificação automática supervisionada e controle de campo.**

| Nível 1                                       | Nível 2  | Nível 3   | Nível 4   |
|---|--|---|---|
| 1. Superfícies artificiais                    | 1.1. Padrão urbano   | 1.1.1. Padrão urbano contínuo<br>1.1.2. Padrão urbano descontínuo               |   |
| 2. Áreas agropecuárias                        | 2.1. Terra agricultável  | 2.1.1. Terra arável não irrigada<br>2.1.2. Terra arável constantemente irrigada |   |
|   | 2.3. Pasto   | 2.3.1. Pastagens  | 2.3.1.1. Pasto limpo<br>2.3.1.2. Pasto sujo<br>2.3.1.3. Queimada em pastagens |
| 3. Áreas com vegetação natural e seminaturais | 3.1. Fisionomia florestal  | 3.1.1. Vegetação de porte florestal   |   |
|   | 3.2. Vegetação arbóreo-arbustiva e/ou vegetação herbácea associada | 3.2.2. Cerrado  |   |
| 4. Zonas úmidas                               | 4.1. Zonas úmidas continentais                                     | 4.1.1. Áreas úmidas   |   |
| 5. Corpos aquosos                             | 5.1. Águas continentais  | 5.1.1. Cursos de água<br>5.1.2. Corpos de água                                  |   |

#### **Classes 1.1.1- Padrão urbano contínuo e 1.1.2 - Padrão urbano descontínuo**

Estas duas classes não ocorrem na área de estudo, mas são previsíveis em um modelo de legenda de cobertura que seja

capaz de representar todas as feições passíveis de mapeamento, na escala 1:100.000, do território de Mato Grosso do Sul, para fins de fiscalização e monitoramento ambiental.

A classe 1.1.1 - Padrão urbano contínuo - representa superfícies urbanas que sofreram efetiva modificação antrópica em 80% ou mais da superfície da unidade mapeada, tais como terraplanagem, construções diversas, com solo impermeabilizado ou não (grandes centros urbanos).

A classe 1.1.2 - Padrão urbano descontínuo - foi prevista no nível 3 para representar feições de superfícies não impermeabilizadas (jardim, parques, áreas plantadas e naturais) que se alternam com edificações, rodovias e superfícies artificiais que cobrem de 50 até 80% da superfície total da unidade classificada (regiões urbanas). Essa classe não inclui as habitações e estruturas agrícolas dispersas em áreas naturais e agrícolas. Nesse trabalho foi identificada a formação de agrovilas em áreas de assentamentos rurais, que estão representadas no SIG por meio de polígonos e seus respectivos atributos de localização geográfica e de identificação geral, tais como o nome do assentamento, data de criação, número de famílias e etc. As rodovias e a ferrovia que incidem sobre a área da bacia não apresentam área mínima mapeável (1 ha.) e por isso estão representados no SIG, por vetores do tipo linha, respeitando os limites cartográficos deste mapeamento.

### **Classe 2.1.1 - Terra arável não irrigada**

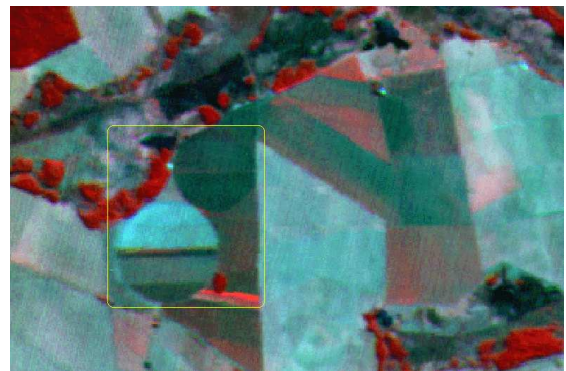
Essa classe 2.1.1 - Terra arável não irrigada-, em nível 3 (Figura 11) representa áreas de solo gradeado, plantios diversos, inclusive de cana-de-açúcar. Quando o manejo pelo fogo foi observado nessas áreas foi possível distingui-lo do caso de pastagem queimada, uma vez que a prática de manejo de queimadas sobre pastagens é levada em conta na classe 2.3.1.3. Entretanto a separação entre os dois tipos de queimadas não faz parte do objetivo principal deste estudo, não implicando nenhum prejuízo para esse trabalho, pois tal confusão se dá somente entre áreas sob direta ação antrópica.



**Figura 11 - Área gradeada como exemplo da classe 2.1.1. Terra arável não irrigada (05 de outubro de 2005).**

### **Classe 2.1.2 - Terra constantemente irrigada**

A classe 2.1.2 - Terra constantemente irrigada - não aparece na legenda da imagem temática, embora os pivôs de irrigação tenham aparecido claramente na imagem (Figura 12). Neste caso a resposta espectral desta feição se assemelha às das classes de solo gradeado ou de lavoura plantada.



**Figura 12 - Recorte de imagem CBERS-2 composição para RGB 4:5:2 destacando (retângulo amarelo) duas áreas circulares de pivôs de irrigação, sendo que em sua maior parte, no momento de obtenção da imagem, o solo estava exposto.**

Assim a identificação desta feição não pode se limitar aos agrupamentos realizados pelo classificador automático, mas é necessário levar em conta o conhecimento que o foto-intérprete possui acerca da realidade de campo e das práticas agrícolas. Estes pivôs de irrigação aparecem em forma circular típica, bem definida na imagem de satélite.

### **Classe 2.3.1 - Pastagens**

Nesta classe estão agrupados os pastos em seus vários níveis de utilização. Na imagem temática, resultante da classificação, os diferentes tipos de pastos foram agrupados como "pastagens" (nível 3 da legenda IBGE). Para a classe 2.3.1 estão previstas três subdivisões, 2.3.1.1 - Pasto limpo (Figura 13), 2.3.1.2 - Pasto sujo (Figura 14) e 2.3.1.3 - Queimadas sobre pastagens. Esta última classe não foi individualizada na imagem, mas foi prevista devido às constantes práticas de queima utilizada como forma de manejo do pasto.





Figura 13 - Pasto limpo, classe 2.3.1.1.; ao fundo tem-se um remanescente de cerrado, exemplo da Classe 3.2.2 (05 de outubro de 2005).



Figura 14 - Pasto sujo que constitui a classe 2.3.1.2 (05 de outubro de 2005).

Em função do manejo, as pastagens apresentam respostas espectrais diferenciadas para cada situação. Por isso foi necessário um reagrupamento que foi auxiliado pelo controle de campo e estão apresentados na Tabela 3 das classes obtidas.

Na classe 2.3.1 estão incluídas, ainda, pastagens com possível pastoreio excessivo, cuja resposta espectral se aproxima à do solo exposto, o que é fácil observar na imagem de estação seca. Cabe destacar que em áreas de pastagens onde a resposta espectral assemelha-se ao de solo exposto, exige-se mais atenção do foto-interpretador e controle de campo.

#### **Classe 3.1.1- Vegetação de porte florestal**

Nessa classe foram agrupadas as fitofisionomias florestais (RIBEIRO; WALTER, 1998), sem que houvesse separação dos vários domínios fitofisionômicos.

Na área de estudo, constatou-se pelas observações de campo que grande parte dos remanescentes florestados (possíveis áreas de reserva legal das propriedades) é do tipo "Cerradão", que juntamente com os demais tipos vegetais de porte florestal constituem a Classe 3.1.1 da Legenda IBGE (Figura 15).



Figura 15 - Cerradão que juntamente com demais tipos vegetais de porte florestal constituem a Classe 3.1.1 (05 de outubro de 2005).

#### **Classe 3.2.2 - Cerrado**

Essa classe nível 3 representa o cerrado *lato senso*. Não se objetivou separar os subtipos de cerrado que ocorrem na região, embora o classificador tenha, automaticamente, individualizado diferentes grupos em função da densidade da biomassa vegetal.

#### **Classe 4.1.1- Áreas Úmidas**

Áreas de várzeas, nascentes e veredas são feições que constituem a classe 4.1. Entretanto, há um considerável grau de confusão espectral nestas feições, porque são diferentes em sua fitofisionomias, embora tenham em comum o solo geralmente encharcado. Nem sempre essas feições possuem área mínima para serem registradas pelo sensor e quando aparecem, podem ser erroneamente agrupadas em outras classes no modo automático. Porém, o foto-intérprete pode, com auxílio de cartas topográficas, controle de campo ou fotografias aéreas, reagrupar essas feições na classe adequada.

#### **Classe 5.1.1- Cursos d'água e 5.1.2- Corpos d'água**

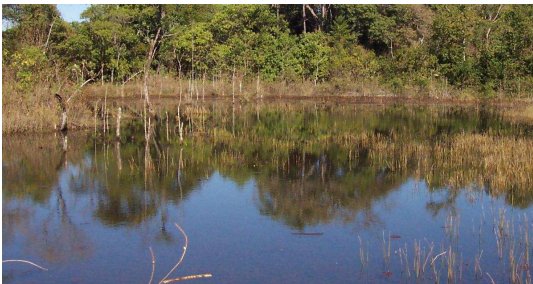
Os rios, córregos e nascentes apesar de não aparecerem na imagem classificada, já que não apresentam dimensão compatível com a resolução espacial do sensor CCD, pertencem a classe 5.1.1 (Figura 16). A legenda utilizada, na escala de trabalho, prevê largura mínima de 100 metros para os cursos d'água, situação que não é constatada na área de estudo. No sistema de informação geográfica, porém, estas feições são representadas por vetores do tipo linha.





**Figura 16 - Rio Serrote a montante da foz do Rio Vacaria como exemplo da classe 5.1.1. (14 de agosto de 2004).**

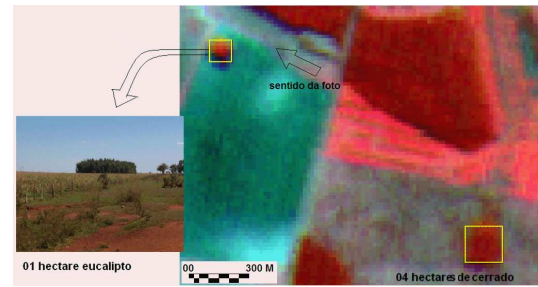
Os corpos d'água (5.1.2), porém, foram individualizados na carta temática gerada com a classificação, pois as represas, açudes e tanques apresentam dimensões compatíveis com a escala de trabalho adotada, 1:100.000 (Figura 17).



**Figura 17 - Uma lagoa como exemplo da classe 5.1.2. (05 de outubro de 2005).**

#### 4 Resultados e discussão

Tanto para imagens da série Landsat (MSS, TM e ETM+) como para o CBERS 2/CCD a resolução espacial não fornece detalhes suficientes para a caracterização da maioria das áreas de preservação permanente (APP) ao longo dos cursos d'água de acordo com o que dispõe o Padrão de Exatidão Cartográfica Brasileiro (BRASIL, 2005). Ainda assim, para algumas feições, o sensor CCD tem se mostrado capaz de individualizá-las. No exemplo dado na Figura 18 tem-se mapeado um hectare de eucalipto plantado e esse conjunto de 5x5 *pixels* (correspondente a 1 hectare), foi individualizado na imagem. Mas isso depende do conjunto de *pixels* que circundam a feição analisada. Com auxílio do controle de campo foi possível, inclusive, determinar a tipologia vegetal da feição analisada (Figura 18).



**Figura 18 - Na porção superior/esquerda, há 01 hectare de eucalipto envolto por lavoura de milho indicado, pela seta que o relaciona à fotografia horizontal a esquerda; na porção inferior direita há um remanescente de cerrado com aproximadamente 04 hectares.**

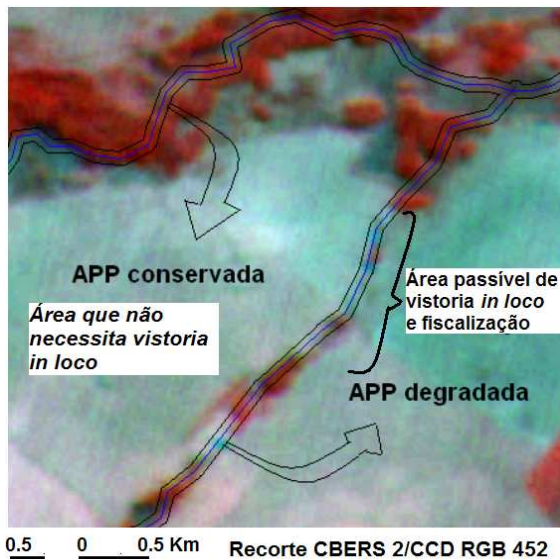
Ainda é possível, através da ferramenta *buffer*, desenhar automaticamente um contorno em uma dada feição definida pelo operador do SIG. Assim pode-se delimitar uma faixa de 30 metros de cada lado de um curso d'água e mapear aquelas que apresentam vegetação nativa identificável na imagem.

Um exemplo de sua utilização prática seria a identificação de áreas na imagem em que fosse possível identificar a presença de vegetação ao longo dos cursos d'água (APP). Essas APPs vegetadas seriam então excluídas das vistorias a campo. Assim os órgãos de fiscalização concentrariam esforços em áreas suspeitas de estarem degradadas. Isso otimizaria tempo e recursos públicos.

Essa tática pode obter melhor êxito quando auxiliada pela composição RGB em falsa cor (composição adotada neste trabalho) utilizando a banda infravermelho-próximo que destacou (Figura 19) pequenas manchas de antropização na vegetação das APPs.

Na Figura 19 há um exemplo desta aplicação do *buffer* (contorno de 30 metros de cada lado) destacando as áreas de preservação permanente. Conforme demonstrado, é possível identificar as APPs onde seria dispensada fiscalização que envolva vistorias realizadas a campo, porque onde caracterizar-se APP vegetada através da imagem, seguramente assim o será no solo. Entretanto onde se caracterizar, através da imagem, APP sem cobertura vegetal nativa ou possivelmente degradada, poderá, *in loco*, se constatar que ocorre uma APP devidamente vegetada, de acordo com os preceitos legais. Isso ocorre porque a vegetação em APP pode não ser suficiente para ser detectada pelo sensor principalmente pela pouca biomassa foliar, mas também devido à semelhança com a assinatura espectral adjacente. Nesse caso,

somente com vistorias a campo seria possível conferir o cumprimento ou não das normas legais. Assim o sensoriamento remoto pode orientar os locais, em campo, onde é necessária a vistoria do órgão fiscalizador.



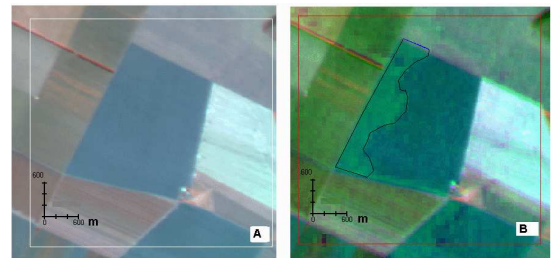
**Figura 19 - Ferramenta *buffer* (contorno de 60 metros total) delimitando áreas de APP; na parte superior da imagem há APPs visivelmente vegetadas e na porção inferior estão em destaque regiões de APPs possivelmente antropizadas.**

Por outro lado, é possível melhorar a resolução radiométrica das imagens CBERS-2 CCD, a fim ampliar o nível de classes a serem mapeadas. A imagem CBERS-2 fusionada a CCD/IRMSS como obtida neste trabalho possibilitou separar novas áreas que não apareciam na composição exclusivamente CCD, o que demonstra a possibilidade de encontrar classes que não são reveladas pelas bandas do sensor CCD.

Assim se torna possível fornecer uma imagem com maior potencialidade para o reconhecimento de novas feições de cobertura do solo. Na Figura 20 é apresentada uma comparação das duas imagens (fusionada CCD/IRMSS e só CCD) de uma mesma área, onde só foi possível identificar uma superfície diferente na imagem fusionada.

As classes de cobertura do solo apresentadas nesse trabalho podem ser ajustadas a outras terminologias, em função da legenda de cobertura que for adotada,

para ampliação da escala ou por meio de detalhamento florístico em novos trabalhos.



**Figura 20 - O recorte "A" de imagem CBERS 2 é composto em RGB 4:2:3 do CCD, enquanto o recorte "B" é composto com as bandas 4:5:3 (neste caso 5' é uma banda IRMSS fusionada).**

Cabe ressaltar que quando se estiver tratando de assinaturas espectrais, independentemente do sensor que tenha gerado a imagem, numa dada composição, dois aspectos devem ser considerados:

1º) a configuração do *software* nas preferências dos canais RGB;

2º) a ordem de seleção de cada banda quando da composição de uma cena. Neste caso, pode se elaborar um arquivo texto (meta-dados) com informações principais do trabalho realizado na imagem para seguir anexado.

Sem essa atenção, seria possível que o foto-intérprete inferisse erroneamente sobre a resposta espectral de um determinado alvo e a banda que melhor se aplica para analisá-lo. Assim, para evitar confusão na identificação de uma determinada composição, é imprescindível mencionar no texto referente à figura, a relação numérica e nominal de cada banda. Na classificação final, Carta Temática de Cobertura do Solo (Figura 21), ainda pode conter certa confusão espectral. Porém isso se relaciona mais ao método empregado do que às imagens CBERS-2.

Pelo exposto, os projetos que utilizarão imagens do CBERS-2 deverão considerar todas as características destas imagens disponibilizadas pelo INPE, a fim de prever o tempo a ser gasto com ajustamento e geoprocessamento das imagens, o recurso de *hardware* e *softwares* a serem utilizados e o treinamento de pessoal como parte do planejamento do trabalho. Haja vista que tais características não invalidam as imagens, mas apenas impõe a necessidade de processá-las com mais cautela do que usualmente se faz com imagens Landsat.



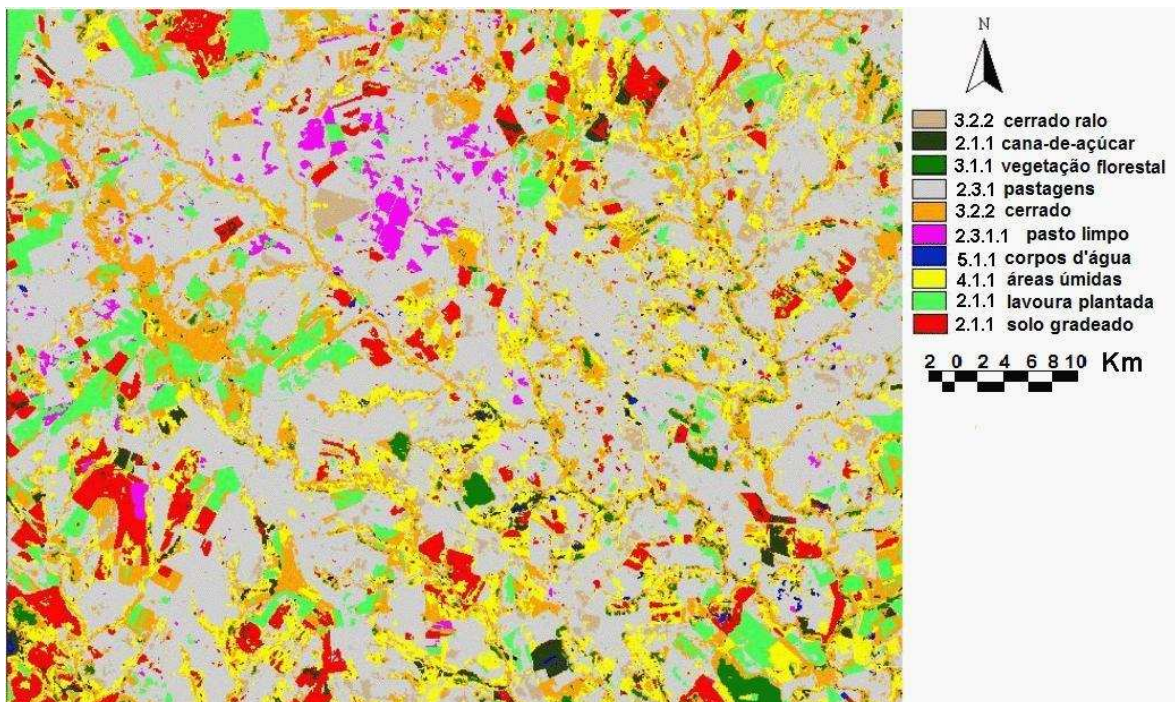


Figura 21 - Imagem temática, resultado da classificação automática supervisionada e orientada por controle de campo, através de fotografias panorâmicas e GPS.

## 5 Conclusões

Há semelhanças entre as imagens analisadas no que diz respeito às resoluções espacial, espectral e temporal, bem como da área de imageamento entre outras características. Isso contribuiu decisivamente para que a imagem do Landsat 7 tenha sido utilizada como referência para o estudo da potencialidade das imagens do CBERS-2.

A cena órbita 163 ponto 124 de 26 de julho de 2004, escolhida para este trabalho, apresentou ruídos significativos nas bandas 1 e 3 que foram descartadas promovendo desta forma uma diminuição da interferência dos ruídos. Assim as bandas 2, 4 e 5 foram de onde melhor se puderam extrair informações automáticas das feições da área estudada.

Na imagem CBERS-2/CCD é mais fácil separar áreas superiores a um hectare, ou seja, 10.000 m<sup>2</sup>. Isso fica fácil de observar em amostras aproximadamente quadradas, onde foram identificadas com segurança áreas de um hectare, que corresponde a 5x5 pixels. Além disso, poder-se-á separar com melhor eficácia áreas de APP mesmo que a área seja inferior a 10.000 m<sup>2</sup> em função da homogeneidade da resposta espectral dos conjuntos de pixels adjacentes. Neste aspecto, as imagens do CCD apresentam

vantagem em relação àquelas do Landsat 7 ETM+.

A imagem CBERS-2/CCD se mostrou apta para ser utilizada em diagnósticos, caracterizações, monitoramento e fiscalização ambiental, desde que se promova os ajustes espaciais, espectrais e radiométricos de cada cena e, por vezes, banda a banda. Por isso, as imagens do CBERS-2/CCD devem ser utilizadas com cautela e o método de tratamento deve ser analisado caso a caso.

A fusão das bandas CCD às do IRMSS possibilitou diferenciar um maior número de classes de cobertura do solo, recomendando-se, em consequência, outros estudos a respeito desta possibilidade. Cabe observar que as imagens CBERS-2 possibilitaram identificar ainda áreas com vegetação degradada.

A legenda de cobertura do solo do IBGE foi ajustada às classes obtidas a partir da imagem CBERS-2/CCD, principalmente às classes nível 4, evidenciando o caráter dinâmico da legenda, o que torna mais fácil os trabalhos em SIG e banco de dados relacional, tendo em vista que, a qualquer tempo, estes dados poderão ser atualizados utilizando-se sempre os mesmos critérios. A estrutura lógica dessa legenda permite uma fácil relação de um mapa temático e os dados de campo, o que pode contribuir para

**REA – Revista de *estudos ambientais* (Online)**  
**v.11, n. 2, p. 71-87, jul./dez. 2009**

o monitoramento e fiscalização da cobertura do solo.

Comparado às Landsat, as imagens do CBERS-2/CCD apresentam melhor resolução espacial e podem gerar mapas temáticos na escala de até 1:40.000, limite considerando a legislação em vigor (BRASIL, 2005), o que facilita e, muito, os trabalhos de fiscalização e monitoramento da qualidade e quantidade da cobertura do solo. Assim, o satélite CBERS-2/CCD, cujo pixel representa 20 metros, possibilita gerar informações na escala de até 1:40.000 e se apresenta, atualmente, como uma alternativa ao Landsat 7 Norte Americano que possibilita escala máxima de 1:60.000.

Nesse trabalho foram analisadas várias cenas, porém da mesma órbita ponto.

Comparando-se as imagens do Landsat 7, às do CBERS-2/CCD, constata-se que o uso dessas últimas deverá consumir mais tempo dos usuários que vierem a adotá-las como base de dados para mapeamento de cobertura de solo, tendo em vista que cada cena requer sempre uma análise individual para posterior ajuste.

É possível, a partir do modelo desenvolvido nesse trabalho, constituírem-se sistemas de informação geográficos e banco de dados relacional usando dados do CBERS-2/CCD em função de cada uma das demandas de licenciamento e fiscalização de empreendimentos sujeitos ao estabelecido nas normas ambientais vigentes.

---

**6 Contribution to the use of CCD SENSOR/CBERS-2 to the characterization of the land cover: a study case in the “Cerrado”.**

**Abstract:** *Potential use of the images was studied from the CCD (high resolution camera) sensor of the CBERS (China-Brazil earth resources satellite) to characterize the land cover, as well as to evaluate the permanent preservation areas - APP (which aim is to protect the water resources). The spectral signatures of this satellite were studied in order to characterize the land cover, and LANDSAT spectral signatures were analysed comparatively. The Erdas Image (ERDAS, 2002) and Arc View (ESRI, 1998) software programmes were used to process the images classification and the spatial analyses of the LANDSAT and CBERS 2/CCD images. The data was organized in a GIS (Geographic Information System) and it was essential to get the proposed objectives. It was possible to identify and nullify the adjustment problems, mainly the radiometric of the CBERS 2/CCD images. Thus, CBERS 2/CCD images showed to be a very good alternative to LANDSAT images and can be considerate an excellent instruments for land cover characterization and environmental analysis.*

**Keywords:** Remote sensing. CBERS 2/CCD. Spectral radiometric treatment. Land cover characterization.

---

**7 Referências**

BRASIL; **Decreto Federal Nº 5.334** de 6 de janeiro de 2005. Dá nova redação ao art. 21 e revoga o art. 22 do Decreto no 89.817, de 20 de junho de 1984, que estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional.

BRASIL; **Lei Federal nº 9.433**, de 08 de janeiro de 1997 - Instituí a Política Nacional de Recursos Hídricos e Cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

CORINE. **CORINE Land Cover** – CORINE – Coordination information environment 1992. Comm of Europeam Communities, Bruxelas 106 pp.

CBERS 2 CCD canais 2, 3 e 4; São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas

Espaciais. **Imagem de Satélite**. Órbita 163 ponto 124. Arquivo Digital 2004.

ERDAS Inc. **Erdas Imagine version 8.6**. Erdas Inc. Atlanta – Geórgia. 2002. 1 CD ROM.

ESRI Inc. **ARC VIEW version 3.2**. Environmental Systems Research Institute Inc. New York. 1998. 1 CD ROM.

GAMARRA, R. M. & PARANHOS F<sup>o</sup>, A.C. **Contribuição à Identificação das Fitofisionomias do Bioma Cerrado em Costa Rica (MS), com Uso de Sensoriamento Remoto**. Trabalho conclusão de curso. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul Campo Grande; MS, Brasil 2005. 28p.

HEYMANN Y., STEENMANS C., CROISILLE G. & BOSSARD M. **CORINE Land Cover Project – Tchnical Guide**. European Commission, Directorate General Environment, Nuclear Safety



REA – Revista de *estudos ambientais* (Online)  
v.11, n. 2, p. 71-87, jul./dez. 2009

and Civil Protection, ECSC- EEC-EAEC, Brussels-Luxembourg, 1994.

**IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 25 nov. 2005.

**INPE Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.** Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br>>. Acesso em: 25 nov. 2005.

LANDSAT 7 ETM+ Canais 1, 2, 3, 4, 5, e 7; São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Imagem de Satélite.** Órbita 225 ponto 075. CD ROM 2002.

PARANHOS FILHO, A. C. **Análise Geo-Ambiental Multitemporal:** O estudo de Caso da Região de Coxim e Bacia do Taquarizinho. Tese de doutoramento. Curso de Pós-Graduação em Geologia - UFPR. 2000. 213p.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. **Fitofisionomias do Bioma Cerrado.** In. SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. ed. Cerrado: ambiente e flora. Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, 1998. XII 556p.

SAUSEN, T. M. **Sensoriamento Remoto e suas Aplicações para Recursos Naturais.** São José dos Campos - SP INPE 2004. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br>>. Acesso em: 19 ago. de 2004.

SORIANI, R.R. **Gráfico Comparativo das respostas Espectrais do Landsat 5 e CBERS 2.** Unidade de Geoprocessamento - IMAP/SEMA-MS. Relatório interno. Campo Grande, 2004.

STEFANES, M. **Estudo de caso: Utilização do Satélite CBERS 2 para Caracterização da Cobertura do Solo na Bacia Hidrográfica do Rio Serrote, MS.** Dissertação de Mestrado. CCET/PGTA - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul Campo Grande; MS, Brasil 2005. 104p.