

# ESPAÇO RURAL DO OESTE BAIANO: IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS AGRÍCOLAS SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO POR MEIO DE DADOS OBTIDOS POR CÂMERA DIGITAL E SATÉLITE CBERS-2 CCD

*Edson Eyji SANO<sup>1</sup>*

*Filipe Sampaio Casulari PINHATI<sup>2</sup>*

## Resumo

O espaço rural do oeste baiano é uma das áreas mais significativas do Brasil em termos de alterações provocadas pelo homem para produção de grãos. Produtores desta região têm apresentado uma tendência em substituir sistemas de plantio convencional (SPC) por sistemas de plantio direto (SPD). Além de reduzir custos de produção, o plantio direto tende a diminuir perdas de solos por erosão eólica e por escoamento superficial e a aumentar produtividade. Este estudo objetivou analisar o potencial do sensoriamento remoto para identificar áreas com SPD na referida região. Dois tipos de dados foram considerados: fotografias verticais de campo, obtidas por meio de uma câmera digital convencional e uma imagem do satélite sino-brasileiro de recursos terrestres CBERS-2 CCD. A separação entre áreas com plantio direto e áreas com plantio convencional foi possível somente nas fotografias digitais. A dificuldade encontrada na imagem de satélite provavelmente foi decorrente da data de passagem inapropriada – uma defasagem de cerca de 2,5 meses em relação ao início da data de plantio na área de estudo.

**Palavras-chave:** Sensoriamento remoto. Oeste da Bahia. Fotografias digitais. Processamento digital de imagens.

## Abstract

### **The rural space of western Bahia: identifying agricultural areas under no-till planting system through the data gathered by digital camera and CBERS-2 CCD satellite**

The rural space in the western Bahia is one of the most significant areas in Brazil regarding human-induced changes for grain production. Producers in this region have presented a trend to use no-till system instead of conventional planting system. The no-till system reduces costs of production, losses of soil due to wind erosion and Runoff and increases the productivity. This study aimed to analyze the potential of remote sensing to identify areas with no-till system. Two types of data were considered: vertical, field photos obtained by a conventional digital camera and a China-Brazil Earth Resources Satellite CERS-2 CCD image. The discrimination between areas with no-till system and areas with conventional planting system was possible only in digital photos. The poor results showed by the satellite image were probably due to its inadequate overpass – a time lag of about 2.5 months in relation to the beginning of planting season in the study area.

**Key words:** Remote sensing. Western Bahia. Digital photos. Image processing.

<sup>1</sup> Pesquisador da Embrapa Cerrados BR-020 km 18 Cx. Postal 08223 CEP: 73301-970 Planaltina/DF E-mail: sano@cpac.embrapa.br

<sup>2</sup> Estudante de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Geografia, Departamento de Geografia, Universidade de Brasília – UnB Campus Universitário Darcy Ribeiro CEP: 70910-900 Brasília/DF. E-mail: filipe.pinhati@unb.br.

## INTRODUÇÃO

De acordo com Ab'Saber (2007), grande parte das paisagens brasileiras encontra-se sob uma situação complexa onde coexistem duas organizações opostas e intervenientes, uma natural e a outra, influenciada pelo homem. Na maioria dos países tropicais em vias de desenvolvimento, a produção de alimentos, de energia e de renda tem sido realizada por meio de acentuada remoção do revestimento vegetal primário. Esse é o caso do oeste da Bahia. Graças à topografia plana, à riqueza de recursos hídricos superficiais, ao regime de chuvas que permitem o cultivo extensivo de certos grãos como soja para exportação, à disponibilidade de fontes de calcário para correção da acidez de solos, e à construção de redes de armazenamento ao longo das principais rodovias que ligam Brasília a Salvador, essa região vem sofrendo, desde a década de 1980, uma intensa alteração na sua paisagem natural, por conta da expansão das lavouras de sequeiro e dos projetos de irrigação, especialmente no município de Luís Eduardo Magalhães. De acordo com os dados do Censo Agropecuário de 2006 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2008), dos seis municípios que apresentam as maiores extensões de lavoura na Bahia, cinco situam-se na mesorregião do Extremo Oeste da Bahia: Barreiras, Correntina, Formosa do Rio Preto, Luís Eduardo Magalhães e São Desidério. Mais recentemente, dois novos elementos têm sido adicionados à paisagem do oeste baiano: o café irrigado e o algodão.

Paralelamente a esta utilização intensiva de solos do oeste baiano para produção de alimentos para exportação, a adoção de uma nova técnica de manejo de solos tem contribuído para minimizar os efeitos nocivos de degradação ambiental na região: o plantio direto. Trata-se de uma forma de plantio em que a prática convencional de aragem e nivelamento do solo é abandonada, além de envolver manutenção de resíduos vegetais na superfície (DENARDIN; KOCHHANN, 1993; SATURNINO; LANDERS, 1997). As sementes são plantadas sobre o solo coberto pelos restos culturais da lavoura anterior ou de plantas de cobertura verde como a mamona. Os resíduos previnem a erosão do solo, pois protegem a superfície do terreno contra o impacto direto dos pingos das chuvas e da ação dos ventos, além de reduzir a taxa de evaporação, aumentar a capacidade de infiltração, aumentar o teor de matéria orgânica e reduzir a germinação de plantas daninhas (SATURNINO, 2001). Apesar da tendência de adoção cada vez maior do sistema de plantio direto (SPD) na região, não se sabe exatamente qual a sua área total ou qual é a sua taxa de incremento anual.

Uma das únicas formas viáveis de se mapear um determinado espaço geográfico, principalmente quando a sua organização envolve acentuada dinâmica devido a interferências humanas, é por meio de dados de sensoriamento remoto. Atualmente, existem centenas de sistemas sensores a bordo de satélites que operam com diferentes resoluções espectrais, espaciais e periodicidade (MOREIRA, 2005). Um dos que tem apresentado grande potencial para mapeamentos temáticos em países com grande extensão territorial é o satélite sino-brasileiro de recursos terrestres CBERS-2 (*China-Brazil Earth Resources Satellite*), cujos dados podem ser obtidos gratuitamente da rede mundial de computadores (<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>) (BEZERRA et al., 2007). No entanto, para a caracterização de paisagens com predomínio de culturas agrícolas anuais, o uso de imagens de satélite apresenta uma dificuldade adicional que é a obtenção de cenas sem cobertura de nuvens na época de plantio ou no início do período de crescimento vegetativo das plantas.

Alguns atributos biológicos de culturas agrícolas podem ser medidos por meio de equipamentos portáteis como câmeras digitais ou medidores de índices de área foliar. White et al. (2000) compararam o desempenho de diferentes instrumentos para medir índices de área foliar e porcentagem de cobertura de solos em ambiente semi-árido dos Estados Unidos e recomendaram o uso de câmeras digitais devido à sua eficiência e acurácia. Com as sucessivas melhorias na capacidade de armazenamento das fotografias digitais e na resolução espacial, a tendência é a de popularização do uso de fotografias verticais

obtidas por câmeras digitais portáteis na caracterização da superfície terrestre, especialmente para superfícies com cobertura vegetal de porte baixo. Assim, este trabalho propõe analisar os potenciais das fotografias verticais obtidas por uma câmera digital e pelo satélite CBERS-2 CCD para discriminar áreas agrícolas com SPD no oeste baiano.

## O OESTE BAIANO

A mesorregião do Extremo Oeste da Bahia é formada por três microrregiões e um total de 24 municípios: Baianópolis, Barreiras, Catolândia, Formosa do Rio Preto, Luis Eduardo Magalhães, Riachão das Neves e São Desidério (microrregião de Barreiras); Angical, Brejolândia, Cotegipe, Cristópolis, Mansidão, Santa Rita de Cássia, Tabocas do Brejo Velho e Wanderley (microrregião de Cotegipe); e Canápolis, Cocos, Coribe, Correntina, Jaborandi, Santa Maria da Vitória, Santana, São Félix do Coribe e Serra Dourada (microrregião de Santa Maria da Vitória). Com uma área aproximada de 117 mil km<sup>2</sup>, a referida mesorregião localiza-se na margem esquerda do rio São Francisco, tendo como afluentes principais, os rios Grande, Preto, Corrente e Carinhanha.

Nessa região, predominam os chapadões residuais de arenitos da margem esquerda do rio São Francisco, com topos planos e altos que se encontram circundados por extensas depressões do médio vale do rio São Francisco e depressão periférica do Paraná (IBGE, 1994). Os principais tipos de solos são os Latossolos e os Neossolos Quartzarênicos, com baixa quantidade de partículas na fração argila (RESENDE et al., 2002). Sob cultivo de soja no sistema de plantio convencional (SPC), a perda média de solos por erosão eólica e fluvial chega a atingir 25 toneladas.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. A densidade de drenagem é baixa, a maior parte orientada no sentido oeste-leste. De acordo com a série histórica de chuvas (período: 1972-1993) da estação agrometeorológica instalada na cidade de Barreiras/BA (latitude: 12° 10' S; longitude: 45° 02' S; altitude: 479 m), a precipitação média anual na região é de 1.090 mm, concentrados entre os meses de novembro e março (SOARES NETO; SILVA, 1996).

Até o início da década de 1980, esta região era tradicionalmente ocupada pela agricultura de subsistência, mas hoje vem sendo considerada como uma das áreas de expansão da cultura de grãos mais importantes do país. Práticas modernas de agricultura têm sido utilizadas na região. A expansão da soja no oeste baiano deve-se à troca, por parte dos produtores, de terras erodidas no sul do país por terras pouco utilizadas e nem sempre férteis do Cerrado (IBGE, 1994). Os estímulos governamentais e a entrada de capital japonês também foram fundamentais para a rápida expansão e descentralização da produção da soja no Brasil. Por exemplo, o governo brasileiro criou em 1975, o Programa para o Desenvolvimento do Cerrado (POLOCENTRO). Seus principais objetivos eram alocar fazendeiros em áreas favoráveis para práticas agrícolas, melhorar a infra-estrutura, principalmente a construção de estradas secundárias e redes de eletricidade e desenvolver pesquisa e tecnologia agrícola. Os produtores rurais recebiam empréstimos subsidiados e linhas de crédito com taxas de juros fixos baixos, sem correção monetária (KLINK; MOREIRA, 2002).

Segundo Ross (2005), a expansão da soja na região do Cerrado também está relacionada com os incentivos oriundos do Programa Nipo-Brasileiro de Cooperação para o Desenvolvimento do Cerrado (PRODECER), assinado na década de 1970 entre os governos brasileiro e japonês. Dentro deste acordo, destacava-se a atuação da Japan International Cooperation Agency (JICA), que era responsável pelo repasse dos investimentos japoneses no acordo. O PRODECER selecionava fazendeiros experientes no sul e no sudeste do Brasil para produzir grãos no Cerrado e, ao contrário do POLOCENTRO, os empréstimos eram feitos a taxas de juros reais, ao invés de serem fixas (OLIVEIRA; MARQUIS, 2002).

## MATERIAIS E MÉTODO

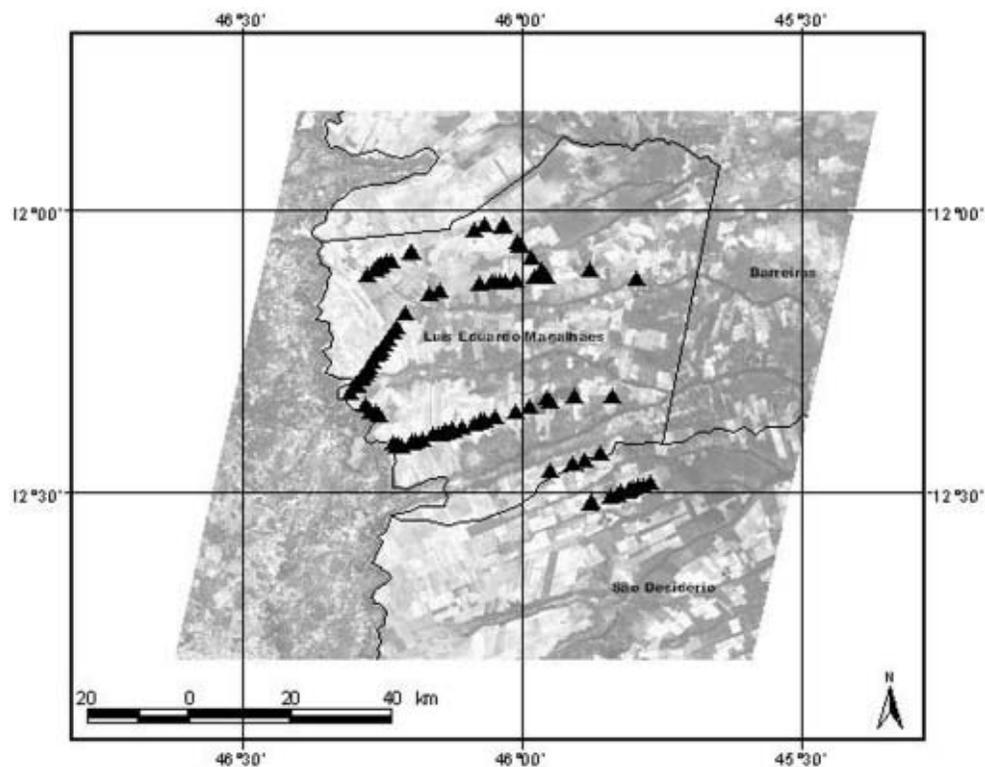
Duas cenas do CBERS-2 CCD (órbita: 156; pontos: 113 e 114; data de passagem: 9 de setembro de 2006) do município de Luís Eduardo Magalhães e regiões adjacentes foram selecionadas para o desenvolvimento deste estudo. Estas imagens foram georeferenciadas para o sistema de projeção UTM (*Universal Transverse de Mercator*) e *datum* horizontal SAD69. O registro imagem-imagem foi feito através de uma cena ortorretificada do Landsat ETM+, conhecida como *geocover* e disponível na página eletrônica da NASA (<http://glcfapp.umiacs.umd.edu:8080/esdi/index.jsp>). Especificações técnicas do CBERS-2 CCD encontram-se na tabela 1.

**Tabela 1 – Parâmetros de imageamento do satélite CBERS-2 CCD**

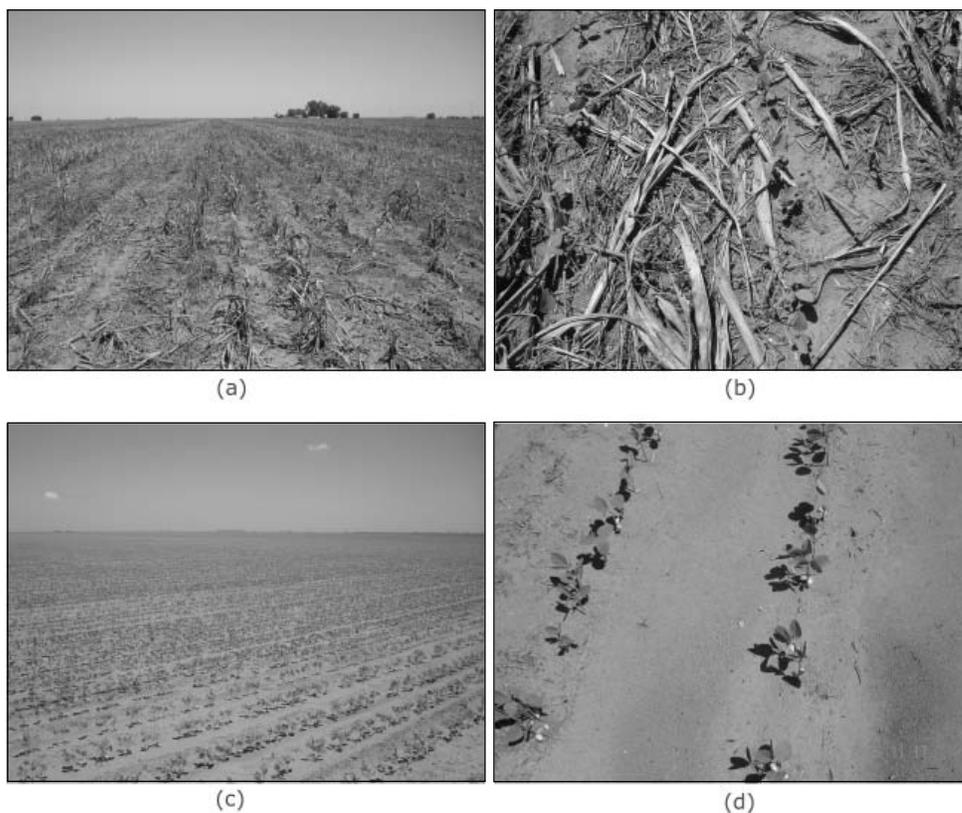
Parâmetro		Especificação
Bandas ( $\mu\text{m}$ )	1	0,45 – 0,52 $\mu\text{m}$ (azul)
	2	0,52 – 0,59 $\mu\text{m}$ (verde)
	3	0,63 – 0,69 $\mu\text{m}$ (vermelho)
	4	0,77 – 0,89 $\mu\text{m}$ (infravermelho próximo)
	5	0,51 – 0,73 $\mu\text{m}$ (pancromático)
Resolução espacial		20 metros
Resolução temporal		26 dias
Faixa de imageamento		113 km

Fonte: INPE (2008).

Nesse mosaico, foram identificadas as principais vias de acesso às grandes propriedades da área de estudo. Trabalho de campo ao longo destas vias de acesso foi realizado no período de 15 a 17 de novembro de 2006. Nesse período, as terras associadas ao plantio convencional já estavam aradas, enquanto que as associadas ao plantio direto estavam cobertas com resíduos vegetais do plantio anterior. Esse período é, então, o mais favorável para se diferenciar áreas plantadas sob sistema de plantio direto de áreas sob sistema de plantio convencional. Durante o reconhecimento de campo, foram selecionados 98 talhões (Figura 1). Para cada talhão, foram obtidas três fotografias digitais e aleatórias da superfície do terreno, a uma altura média de 1 metro do terreno e com visada a nadir. Cada foto cobriu uma área aproximada de 80 cm x 100 cm do terreno. Foi utilizada uma câmera digital RGB convencional da Sony Cybershot, com as seguintes características: resolução de 960 pixels x 1.280 pixels; lente com distância focal de 6,1 – 18,3 mm; e formato de gravação em jpg. A título de ilustração, na figura 2 são mostradas fotos verticais e panorâmicas de duas áreas típicas do oeste baiano, cultivadas com SPD e SPC.



**Figura 1 – Mosaico de imagens da banda 4 do CBERS-2 CCD da área de estudo, indicando a localização dos pontos visitados no campo nos municípios baianos de Luís Eduardo Magalhães e São Desidério**



**Figura 2 - Fotografias digitais de campo mostrando duas áreas típicas do oeste baiano ocupadas por culturas agrícolas sob sistema de plantio direto e convencional (a = plantio direto com palhada de milho, foto panorâmica; b = plantio direto com palhada de milho, foto vertical; c = plantio de soja no sistema convencional, foto panorâmica; e d = plantio de soja no sistema convencional, foto vertical)**

Porcentagens de cobertura de solos, representada em termos de vegetação verde, vegetação seca, solo exposto e sombreamento, foram calculadas para cada foto, por meio do uso da técnica de classificação supervisionada por máxima verossimilhança (MAXVER) (SCHOWENGERDT, 1997). Para cada fotografia, foram selecionadas, no monitor do computador, áreas de treinamento correspondentes a estas classes. Procurou-se englobar, no mínimo, 1.000 pixels para cada classe espectral, o que nem sempre foi possível, principalmente com relação à cobertura verde. Assumindo-se que o sombreamento ocorre de forma aleatória nas fotos digitais e que na realidade não se trata de uma classe específica de mapeamento, as suas porcentagens encontradas em cada foto foram, de forma ponderada, redistribuídas para a vegetação verde, vegetação seca e solo exposto, conforme equação abaixo:

$$\%Cf = \frac{\%Ci \times 100}{\%S} \quad (1)$$

onde % Cf = porcentagem final de cobertura do alvo (vegetação verde, vegetação seca ou solo exposto); % Ci = porcentagem inicial de cobertura do alvo; e % S = porcentagem de sombreamento.

Para a análise estatística das fotos digitais, foi considerada a média aritmética simples das porcentagens encontradas nas três fotos de cada talhão. Média dos valores digitais registrados pelas bandas 3 (vermelho) e 4 (infravermelho próximo) do CBERS-2 CCD em 51 talhões foram ainda calculados e analisados através de diagramas de dispersão. Para o cálculo das médias, foi utilizada toda a área do talhão, cujos limites foram visualmente identificados no monitor do computador. Não foi possível utilizar todos os 98 talhões verificados no campo por problemas de cobertura de nuvens no referido mosaico de imagens.

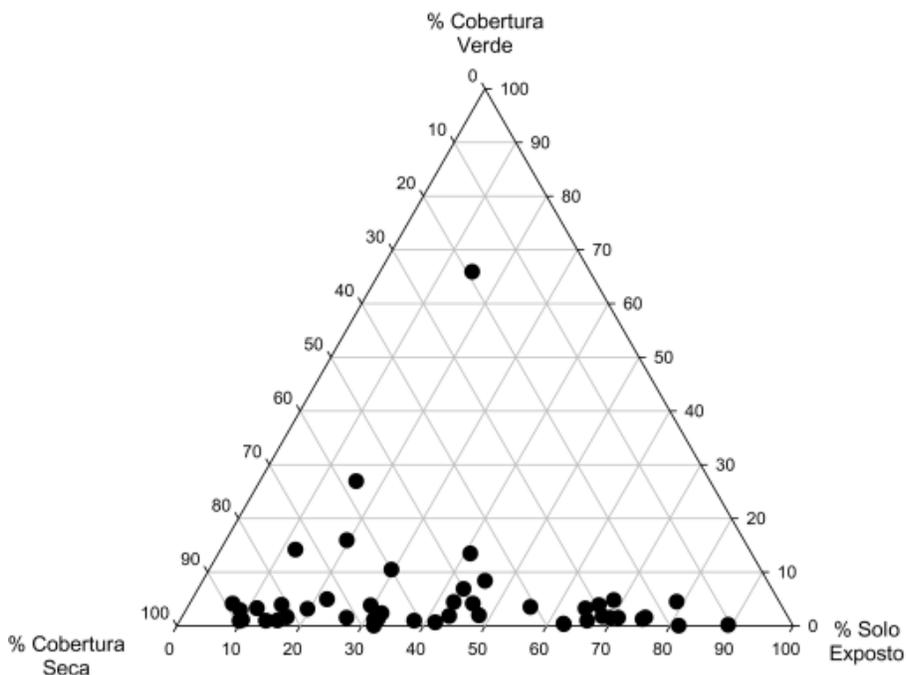
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 2, são identificados os sistemas de plantio e as condições de cobertura de solos encontrados em cada ponto amostrado na campanha de campo. Do total de 98 talhões visitados, 73 apresentaram sistema de plantio direto (74% dos pontos caracterizados em campo). Culturas de soja ou milho em fase inicial de emergência foram encontradas em 51 pontos.

**Tabela 2 – Sistema de plantio e tipo de cobertura de solos encontrados nos pontos visitados na campanha de campo**

Ponto	Sistema de Plantio	Cobertura do Solo	Ponto	Sistema de Plantio	Cobertura do Solo
1	Direto	Milho	50	Direto	Palhada seca + solo exposto
2	Convencional	Solo exposto	51	Direto	Palhada seca + solo exposto + soja emergente
3	Direto	Solo exposto (soja emergente)	52	Direto	Solo exposto + palhada de milho
4	Convencional	Solo exposto	53	Direto	Palhada seca + solo exposto
5	Direto	Solo exposto (soja emergente)	54	Direto	Soja + solo exposto + palhada seca
6	Convencional	Ervas daninhas	55	Direto	Milho + palhada seca + solo exposto
7	Convencional	Solo exposto	56	Direto	Palhada seca de milho + solo exposto
8	Direto	Palhada seca de algodão	57	Direto	Soja + solo exposto + palhada seca
9	Direto	Palhada de milho	58	Direto	Palhada vertical de milho + solo exposto
10	Direto	Palhada seca + solo exposto	59	Direto	Palhada seca de sorgo + solo exposto
11	Direto	Palhada seca + solo exposto	60	Direto	Solo exposto + palhada de milho
12	Convencional	Solo exposto + ervas daninhas	61	Direto	Soja emergente + solo exposto + palhada de soja
13	Convencional	Solo exposto	62	Direto	Soja emergente + solo exposto + palhada de soja
14	Convencional	Solo exposto + palhada seca de arroz	63	Direto	Solo exposto + palhada seca de soja
15	Direto	Milho + solo exposto + palhada seca	64	Convencional	Solo exposto
16	Convencional	Solo exposto	65	Direto	Soja + palhada seca + solo exposto
17	Direto	Milho + ervas daninhas + solo exposto + palhada seca	66	Direto	Milho + erva daninha + solo exposto + palhada seca
18	Direto	Solo exposto + palhada seca de milho + soja emergente	67	Direto	Pouca palha + solo exposto + milho
19	Direto	Soja + palhada de milho + solo exposto	68	Direto	Palhada seca + solo exposto
20	Convencional	Solo exposto	69	Direto	Palhada seca + solo exposto + milho emergente
21	Convencional	Solo exposto	70	Direto	Solo exposto
22	Convencional	Solo exposto + mata seco	71	Direto	Milho + solo exposto + palhada seca
23	Direto	Solo exposto + palhada seca de milho	72	Direto	Palhada seca de milho + solo exposto + soja emergente
24	Convencional	Solo exposto + feijão	73	Direto	Gramma seca + solo exposto
25	Direto	Solo exposto + palhada seca	74	Direto	Solo exposto + palhada seca
26	Convencional	Solo exposto + palhada seca de algodão	75	Direto	Solo exposto + palhada seca
27	Convencional	Solo exposto	76	Direto	Solo exposto + pouca palhada seca + milho
28	Convencional	Milho + solo exposto	77	Direto	Solo exposto + pouca palhada seca
29	Convencional	Solo exposto + mata amarela	78	Direto	Solo exposto + palhada de sorgo + soja
30	Convencional	Solo exposto + palhada seca de algodão	79	Direto	Palhada seca + solo exposto
31	Direto	Soja + palhada seca	80	Direto	Solo exposto + pouca palhada seca + soja
32	Direto	Milho + palhada seca + solo exposto	81	Direto	Soja + Solo exposto + pouca palhada seca + mata
33	Convencional	Solo exposto	82	Direto	Solo exposto + palhada seca + milho emergente
34	Direto	Solo exposto + palhada seca + soja emergente	83	Direto	Mato seco + solo exposto
35	Direto	Solo exposto + milho + palhada seca	84	Direto	Milho + solo exposto + palhada seca
36	Direto	Milho + solo exposto + palhada seca de soja	85	Direto	Mato verde + solo exposto
37	Direto	Soja + solo exposto + palhada seca	86	Direto	Palhada seca + solo exposto + soja
38	Convencional	Solo exposto + palhada de algodão	87	Direto	Solo exposto + palhada seca + soja
39	Direto	Solo exposto + palhada seca + soja emergente	88	Direto	Palhada de sorgo + solo exposto + soja
40	Convencional	Palhada de algodão + solo exposto	89	Direto	Solo exposto + palhada seca + soja
41	Direto	Palhada seca + solo exposto	90	Direto	Pasto seco + solo exposto + soja
42	Convencional	Solo exposto	91	Direto	Solo exposto + palhada de milho + soja
43	Direto	Milho + solo exposto + palhada seca	92	Direto	Solo exposto + mata seco + milho
44	Direto	Solo exposto + palhada seca + milho emergente	93	Direto	Solo exposto + palhada de sorgo + soja
45	Direto	Solo exposto + capim seco	94	Direto	Solo exposto + palhada seca de sorgo + soja
46	Convencional	Milho + Solo exposto	95	Direto	Palhada seca de sorgo + solo exposto + soja
47	Convencional	Solo exposto + palhada de milho + soja emergente	96	Direto	Mato amarelo e seco + solo exposto + soja
48	Direto	Milho + Solo exposto + palhada seca	97	Direto	Palhada seca de sorgo vertical, solo exposto + soja
49	Direto	Soja + palhada seca + solo exposto	98	Convencional	Solo exposto + soja

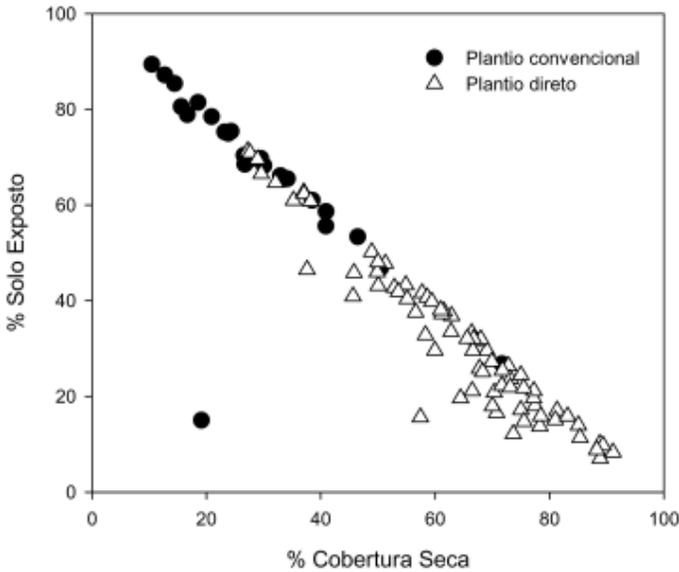
De um modo geral, a maioria dos pontos amostrados em campo apresentaram baixa % cobertura verde, inferior a 20% (Figura 3). Os produtores da região que ainda adotam o SPC costumam aplicar herbicidas dessecantes no final da estação seca como prática de controle de ervas daninhas. Assim, as folhas verdes encontradas em parte dos talhões visitados no campo corresponderam principalmente a culturas ou ervas daninhas recém-emergidas do solo (uma ou duas semanas), com baixo índice de área foliar. Somente três pontos apresentaram mais de 20% de cobertura vegetal verde: ponto 6 da tabela 1, ervas daninhas, 77% de cobertura vegetal verde nas fotos; ponto 11, milho e ervas daninhas, 45% de cobertura vegetal verde; e ponto 66, milho e ervas daninhas e 22% de cobertura verde. Com relação à proporção de solo exposto nas fotos, a referida figura mostra uma acentuada dispersão, variando aproximadamente de 10% a 90%.



**Figura 3 – Diagrama triangular mostrando as porcentagens de cobertura verde, cobertura seca e solo exposto dos talhões visitados no campo e estimados por meio de classificação supervisionada de fotografias digitais**

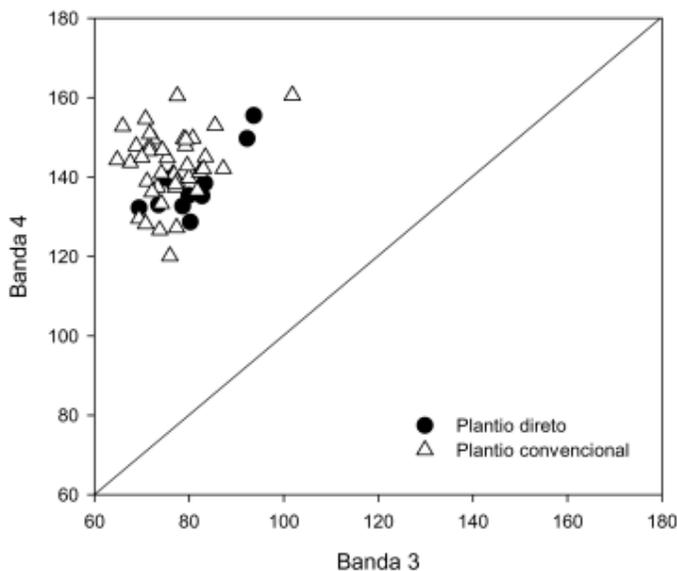
O diagrama de dispersão da figura 4 mostra uma nítida separação entre os dois sistemas de manejo. Isto ocorreu por causa das porcentagens maiores de cobertura vegetal seca para os talhões com SPD. Inversamente, as porcentagens de solo exposto foram maiores para os talhões com SPC. Os resultados mostrados nesta figura indicam que é possível diferenciar espectralmente, áreas com plantio direto de áreas com plantio convencional por meio de fotografias digitais RGB. Resultados igualmente animadores foram obtidos por South et al. (2004), os quais utilizaram diferentes técnicas de classificação digital de imagens do Landsat ETM+ dos estados norte-americanos de Michigan e Indiana.

Convém salientar que alguns autores como Daughtry et al. (2006) têm apontado dificuldades ou mesmo impossibilidade de separar, nas imagens de satélite, áreas com solo exposto de áreas com cobertura vegetal seca em comprimentos de onda do visível e do infravermelho próximo ( $0,4 \mu\text{m}$  a  $1,1 \mu\text{m}$ ). O motivo seria a ausência de feições características de absorção da radiação eletromagnética neste intervalo de comprimento de onda. No entanto, as fotografias verticais obtidas neste estudo sugerem que, para a área de estudo, diferenças nos albedos dos dois tipos de alvos (solo exposto: alto albedo; cobertura vegetal seca: baixo albedo) podem ser utilizados para discriminar áreas com os dois tipos de sistemas de plantio.



**Figura 4 – Relação entre % cobertura seca e % solo exposto encontrada nos talhões visitados no campo. As porcentagens foram estimadas com base na classificação supervisionada das fotografias digitais de campo**

Já a separação espectral de áreas com SPD e SPC com imagens do CBERS-2 CCD mostrou ser mais complexa. No diagrama de dispersão envolvendo as bandas 3 e 4 do referido sensor (Figura 5), os pontos correspondentes a áreas com plantio direto confundiram-se com os das áreas com plantio convencional. Outro fato marcante é o afastamento significativo dos pontos em relação à linha diagonal 1:1 e a concentração dos mesmos no canto superior esquerdo do diagrama – valores digitais relativamente baixos na banda 3 e relativamente altos na banda 4 –, indicando, segundo Huete et al. (1997), presença acentuada de cobertura vegetal verde durante a passagem do satélite. Baseado nas normas climatológicas analisadas por Steinke et al. (2007), o regime de chuvas na região de estudo, no ano de 2006, particularmente no mês de outubro, foi bem mais elevado que a média histórica, sugerindo que os talhões deveriam estar com biomassa verde relativamente alta, decorrente do crescimento acentuado de ervas daninhas.



**Figura 5 – Diagrama de dispersão de valores digitais médios correspondentes a áreas com plantios direto e convencional na região de Luís Eduardo Magalhães, Bahia, nas bandas 3 (vermelho) e 4 (infravermelho próximo) do CBERS-2 CCD**

A combinação de fatores relacionados com velocidade de degradação natural de matéria seca, resolução temporal do sistema sensor utilizado e presença constante de nuvens no horário de passagem do satélite dificultaram a utilização de imagens orbitais para o mapeamento de áreas com plantio direto no oeste baiano. O processo de degradação natural da biomassa seca presente na superfície dos solos do Cerrado é bastante acelerado, por exemplo, em relação à região sul do país. Bastos Filho et al. (2007) encontraram, para o Estado de Tocantins e parte dos estados da Bahia, Maranhão, Piauí e Goiás, 25% e 35% de resíduos vegetais em plantios de milho e soja, respectivamente, enquanto que para a região sul (Rio Grande do Sul, Santa Catarina e sul do Paraná), os índices foram de 42% e 57%, respectivamente (período de avaliação de resíduos no campo: fevereiro e março de 2007). De acordo com Carvalho et al. (2008), plantas leguminosas como a soja decompõem-se de forma acelerada, principalmente sob condições climáticas típicas do Cerrado, devido à baixa relação carbono/nitrogênio e a baixos teores de lignina e celulose.

Na região de estudo, o problema de obtenção de imagens ópticas no mês de novembro é bastante crítico. Das seis cenas do CBERS-2 CCD da região de Luís Eduardo Magalhães, disponíveis para *download* na página eletrônica do INPE (órbita: 156; ponto: 114; período: 2003-2005), apenas uma apresentou cobertura de nuvens inferior a 10%. Mesmo utilizando um outro sistema sensor com periodicidade menor, como é o caso do satélite norte-americano Landsat (resolução temporal de 16 dias), a probabilidade contínua baixa: inferior a 30%, conforme dados estatísticos apresentados por Sano et al. (2007). Espera-se que este problema de obtenção de imagens de satélite sem cobertura de nuvens durante a estação chuvosa possa ser diminuído com o lançamento do novo satélite europeu denominado Rapid Eye, composto por uma constelação de cinco satélites comerciais que transportam o mesmo sensor e que é capaz de atingir uma resolução temporal de um dia (maiores detalhes sobre este sistema sensor podem ser encontrados em <http://www.cdi.org/PDFS/Microsat%202006.pdf>).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A discriminação entre áreas agrícolas com sistema de plantio direto e com sistema de plantio convencional é possível de ser obtida com dados de sensoriamento óptico. No entanto, quando se pretende utilizar imagens de satélite, os resultados são fortemente dependentes da disponibilidade de cenas sem cobertura de nuvens no início da época de plantio.

## REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A.N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. 4ª ed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2007.
- BASTOS FILHO, G.B.; NAKAZONE, D.; BRUGGEMANN, G.; MELO, H. Uma avaliação do plantio direto no Brasil. **Revista Plantio Direto**, n. 101, 2007.
- BEZERRA, H.S.; SANO, E.E.; FERREIRA, L.G. Desempenho do satélite sino-brasileiro de recursos terrestres CBERS-2 no mapeamento da cobertura da terra no Distrito Federal, Brasil. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 25, n. 2, p. 171-185, 2007.
- CARVALHO, A.M.; BUSTAMANTE, M.M.C.; GERALDO JÚNIOR, J.; VIVALDI, L.J. Decomposição de resíduos vegetais em Latossolo sob cultivo de milho e plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 2008 (no prelo).
- DENARDIN, J.E.; KOCHHANN, R.A. Requisitos para implantação e a manutenção do sistema plantio direto. In : **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1993. p.19-27.
- DAUGHTRY, C.S.T.; DORAISWAMY, P.C.; HUNT Jr., E.R.; STERN, A.J.; McMURTREY III, J.E.; PRUEGER, J.H. Remote sensing of crop residue cover and soil tillage intensity. **Soil & Tillage Research**, v. 91, p. 101-108, 2006.
- HUETE, A.R.; LIU, H.Q.; BATCHILY, K.; VAN LEEUWEN, W. A comparison of vegetation indices over a global set of TM images for EOS-MODIS. **Remote Sensing of Environment**, v. 59, p. 440-451, 1997.
- IBGE. **Diagnóstico da qualidade ambiental da bacia do rio São Francisco**. Sub-bacias do oeste baiano e Sobradinho. Série Estudos e Pesquisas em Geociências, n. 2. Rio de Janeiro: IBGE, 1994.
- IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA**: censo agropecuário 2006: resultados preliminares: tabela 559 - número de estabelecimentos e área dos estabelecimentos agropecuários por utilização das terras. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=559&z=p&o=2&i=P>>. Acesso em: 25 jan. 2008.
- INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **CBERS – Satélite sinobrasileiro de recursos terrestres**. São José dos Campos: INPE. Disponível em: <<http://www.cbears.inpe.br/?content=cameras1e2e2b>>. Acesso em: 26 jan. 2008.
- KLINK, C.A.; MOREIRA, A.G. Past and current human occupation, and land use. In: OLIVEIRA, P.S.; MARQUIS, R.J. **The Cerrados of Brazil**. Nova Iorque: Columbia University Press, 2002.
- MOREIRA, M.A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. 3ª ed. Viçosa: Ed. UFV, 2005.

RESENDE M.; CURI, N.; REZENDE, S.B.; CORRÊA, G.F. **Pedologia**: base para distinção de ambientes. 4ª ed. Viçosa: NEPUT, 2002.

ROSS, J.L.S. **Geografia do Brasil**. 5ª ed. São Paulo: EDUSP, 2005.

SANO, E.E.; FERREIRA, L.G.; ASNER, G.P.; STEINKE, E.T. Spatial and temporal probabilities of obtaining cloud-free Landsat images over the Brazilian tropical savanna. **International Journal of Remote Sensing**, v. 28, n. 12, p. 2739-2752, 2007.

SATURNINO, H.M. Evolução do plantio direto e as perspectivas nos cerrados. **Informe Agropecuário**, v.22, p.5-12, 2001.

SATURNINO, H.M.; LANDERS, J.N. **O meio ambiente e o plantio direto**. Goiânia: APDC, 1997.

SCHOWENGERDT, R.A. **Remote sensing. Models and methods for image processing**. San Diego: Academic Press, 2ª ed., Cap.9, 1997.

SOARES NETO, J.P.; SILVA, M.A.V. Probabilidades mensais de chuva para a região de Barreiras-BA. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 4, n. 2, p. 91-94, 1996.

SOUTH S., QI J., LUSCH D. Optimal classification methods for mapping agricultural tillage practices. **Remote Sensing of Environment**, v. 91, p. 90-97, 2004.

STEINKE, E.T.; SOUZA, M.R.; CAVALCANTI, L. Sistemas atmosféricos geradores de eventos extremos de precipitação em outubro de 2006 no Distrito Federal: uma análise geográfica dos desastres. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 2, p. 23-34, 2007.

WHITE, M.A.; ASNER, G.P.; NEMANI, R.R.; PRIVETTE, J.L.; RUNNING, S.W. Running. 2000. Measuring fractional cover and leaf area index in arid ecosystems: digital camera, radiation transmittance, and laser altimetry methods. **Remote Sensing of Environment**, v. 74, p. 45-57, 2000.

Recebido em março de 2008

Aceito em junho de 2008