

## Uso de imagens CBERS 2B para classificação de áreas monodominadas por aroeira em uma região do médio rio Doce mineiro.

Felipe Pinho de Oliveira<sup>1</sup>  
Bruno de Carvalho Resck<sup>1</sup>  
Elpídio Inácio Fernandes Filho<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Viçosa - UFV  
Avenida Ph Rolfs s/número - Viçosa – MG- Brasil  
(pinhofelipe@hotmail.com;bruno\_resck@yahoo.com.br; elpidio@ufv.br)

**Abstract.** This study had as objective the use of geoprocessing and remote sensing techniques to assess the possibilities of identify areas of occurrence monodominance of aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) founded in the municipality of Governador Valadares, Minas Gerais state, through data obtained from the satellite CBERS-2B. The images were acquired by download, of gratuitous form, from the site <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>. The images were subjected to fusion techniques based on combine the colors of low resolution multispectral images with panchromatic band details which has better spatial resolution. The synthetic images generated by the fusion among the multispectral image with the panchromatic image were satisfactory. For the identification of classes of land use the employed methodology was to the unsupervised classification. The method was selected because no extensive priori knowledge of the region is required, the opportunity for human error is minimized and unique classes are recognized as distinct units. The unsupervised classification in molten image of CBERS 2B showed satisfactory and consistent with the values found in literature. The Kappa index showed a satisfactory validation rated as “good”. This research strengthens the importance of extend studies, in the search for an ambient characterization where is found with monodominance areas of aroeira. The images of CBERS-2 present a good visual and spectral reply for identification of classes of use of the land, and that the tests for the choice of an adequate classifier must continue, searching to improve the adjustment of the parameters of similarity.

**Palavras-chave:** automatic classification, monodominance, fusion, classificação automática, aroeira, monodominância, CBERS 2B, fusão.

### 1. Introdução

As limitações ambientais são visíveis na região do médio rio Doce mineiro em razão dos desmatamentos e da intensificação da pecuária extensiva que se deu a partir dos anos sessenta (Baruqui, 1982).

Diversos autores (Valente (2005), Faveiro (2001), Oliveira et al. (2009)) tem enfatizado em seus trabalhos que o estado avançado de degradação dos solos na região é reflexo de interações edáficas, climáticas e geomorfológicas, sendo que o processo se intensifica expressivamente, quanto mais inadequadas forem as práticas de uso e manejo dos solos.

Valente (2005), caracterizando a intensidade de degradação ambiental em uma região do médio Rio Doce, chama atenção para remanescentes florestais que resistiram à ação antropogênica, mas que, no entanto, apontam para um fenômeno agravante da degradação: a ocorrência de fragmentos monodominados por aroeira (*Myracrodruon urundeuva*).

Oliveira et al. (2009) em mapeamento realizado em um assentamento localizado no município de Tumiritinga de 2492 ha, estimaram que 590 ha, ou 24% da área estavam sob ocupação de fragmentos monodominados pela aroeira.

O termo “monodominante” foi utilizado e difundido por Hart et al. (1989), que enfatizaram o fato dessas florestas apresentarem mais de 50% do número de indivíduos da comunidade pertencentes a uma única espécie. No caso da aroeira a monodominância se expressa em mais de 99% dos indivíduos pertencentes à referida espécie. (Oliveira et al. 2009)

A monodominância de aroeira normalmente mitiga o surgimento de outras tipologias florestais (Figura 1), e está relacionada com processos erosivos do solo (Oliveira et al. 2009). Não obstante os entraves ambientais que a espécie por si só acarreta, as áreas de sua ocorrência deixam de ser cultivadas ou utilizadas para a criação de animais (Figura 1), fato que representa uma ameaça à sustentabilidade de empreendimentos agropecuários da região.

Junto à questão ambiental, há ainda questões sociais e econômicas ligadas à expansão das áreas monodominadas. Nos últimos anos, na região do Vale do Rio Doce, estas áreas vêm sendo intensamente exploradas de forma ilegal através do corte raso destes fragmentos.

Outro grande problema associado a aroeira está relacionado ao fato da mesma constar na lista de espécies da flora brasileira ameaçada de extinção (MMA, IN n° 6 de 23 de setembro de 2008), e ao mesmo tempo, manifestar um comportamento expansivo e monodominante por extensas áreas, na bacia do rio Doce (Oliveira et al. 2009). Em contrapartida a Portaria Normativa n° 83 de 26 de setembro de 1991 do IBAMA, permite a exploração da espécie em florestas secundárias, mediante plano de manejo florestal.

Contudo, cabe ressaltar, que se em monodominância a aroeira parece ser um problema, o conjunto de suas características faz dela uma espécie de riquíssimo valor genético e ecológico, dada as diferentes formas de utilização de seus componentes madeireiros e não madeireiros passíveis de aproveitamento a partir de plano de manejo sustentável.

Os conflitos no enquadramento jurídico da espécie e a ausência de informações sobre a distribuição e a dimensão dos fragmentos monodominados trazem aos técnicos ambientais e aos demais operadores do direito uma insegurança no que tange a autorização para elaboração e aplicação de técnicas de manejo florestal sustentável.

Para tanto, frente à necessidade de agilizar a obtenção e o processamento de informações atualizadas e detalhadas a respeito da distribuição espacial dos “aroeirais”, a utilização dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) aliados aos produtos do Sensoriamento Remoto em escala compatível com a dimensão do problema pode contribuir muito para a solução dos problemas relacionados às propostas de intervenção nessa realidade.



Figura 1. Monodominância de aroeira e sua expressão caducifólia em Governador Valadares MG

Informações precisas sobre a dimensão destes povoamentos e sobre a sua tendência de expansão são imprescindíveis não somente para o planejamento de ações que visem o monitoramento de uso e ocupação dos solos, mas são também fundamentais para elaboração de estratégias de desenvolvimento sustentável para a bacia do Rio Doce.

Neste sentido, o satélite CBERS (China-Brazil Earth Resources Satellite), apresenta um enorme potencial de aplicação na identificação, mapeamento e análise de evoluções temporais em escala dos povoamentos monodominados pela aroeira. (INPE, 2009)

A fusão dos sensores CCD (Câmera Imageadora de Média Resolução) e HRC (Câmera Pancromática de Alta Resolução) do satélite CBERS 2B, melhora sensivelmente a resolução espacial das imagens preservando boas características espectrais (Silva, 2009). Assim a

composição de imagens presta-se à observação de fenômenos cujo detalhamento seja importante. Suas bandas estão situadas na faixa espectral do visível e do infravermelho próximo, o que permite bom contraste entre vegetação e outras feições.

Neste contexto este trabalho se propõe a avaliar o potencial da classificação automática para mapeamento de áreas monodominadas por aroeira, através da fusão de imagens multiespectrais dos sensores CCD e HRC do satélite CBERS 2B.

## **2. Metodologia de Trabalho**

### **2.1 Base de dados**

Para a realização deste trabalho foram utilizadas imagens dos sensores CCD (Câmera Imageadora de Média Resolução) e HRC (Câmera Pancromática de Alta Resolução) do satélite CBERS 2B. A imagem multiespectral do sensor CCD, foi fundida à imagem pancromática de alta resolução do sensor HRC, combinando as cores da imagem multiespectral com os detalhes da banda pancromática, pelo método IHS (Matias, 2009) através do software ERDAS IMAGINE 9.2. O método transforma a imagem do sistema RGB para IHS, representado através dos componentes: intensidade (Intensity - I), matiz (Hue -H) e saturação (Saturation - S). A avaliação da qualidade da fusão foi realizada visualmente.

O método foi escolhido por ser o mais difundido na literatura especializada (Silva, 2009). Ainda de acordo com Silva (2009), foram tomados cuidados com as imagens de entrada, quais sejam, a escolha de imagens com a menor área encoberta por nuvens, aquisição de imagens com a mesma data de captura e georreferenciamento criterioso das imagens.

As imagens utilizadas foram adquiridas de forma gratuita no site do INPE (<http://www.dgi.inpe.br/CDSR>), ambas datadas em 08 de novembro de 2008. As imagens foram projetadas para o sistema de coordenadas UTM, WGS 84, 24 S. A região imageada pertence ao município de Governador Valadares, médio rio Doce Minas Gerais, orbita/ponto 150/121. Foram utilizados para a aplicação das diferentes técnicas propostas neste estudo os softwares ArcGIS 9.3 e ERDAS Imagine 9.2.

### **2.2 Caracterização regional da área de estudo**

De acordo informações do Projeto Leste (CPRM, 2000), na microrregião de Governador Valadares são encontradas as unidades geológicas Associação de Gnaisses e Granitos Diversos, Associação Charnockítica, Granitos Intrusivo e coberturas aluvionares, sendo que o predomínio é a Associação Charnockítica.

Em Governador Valadares a altitude máxima é de 1123 m e a mínima chega a 187 m. Quanto às unidades geomorfológicas presentes neste município, são caracterizados por dissecação fluvial atuante nas rochas predominante granito-gnaissicas do embasamento cristalino.

O clima de acordo com a classificação de Köppen é o Tropical Úmido mega-térmico, estação seca prolongada e verão chuvoso com veranico frequentes. Em Governador Valadares o índice Pluviométrico médio é de 950 mm/ano, temperatura máxima anual 39,6 °C, e mínima de 24,2 °C.

A vegetação original local era a Floresta Estacional Semidecidual, a qual está incluída no Bioma da Mata Atlântica. No entanto, com a exploração madeireira e avanço da atividade pecuária, essa foi substituída por pastagem (Baruqui, 1982).

A região está inserida no domínio dos Argissolos Vermelho Eutrófico (Baruqui, 1982), distribuídos desde o terço inferior até o topo dos morros. Entretanto, ocorrem Neossolos Flúvicos Eutrófico nas baixadas. Em alguns topos planos é comum a ocorrência de Latossolos

### 2.3 Pré processamento de dados

De posse das imagens dos sensores CCD e HRC selecionadas, foi necessário realizar um pré processamento das imagens antes da aplicação das técnicas de fusão e classificação propostas, quais sejam: georreferenciamento, composição de bandas e recorte (Silva, 2009).

O procedimento de georreferenciamento das imagens foi realizado com base numa carta topográfica planialtimétrica digital, em escala 1:50.000 como o objetivo de minimizar o erro residual causado pela correção de posicionamento dos sensores orbitais. Nas imagens multiespectrais do sensor CCD foi realizada uma composição colorida, utilizando as bandas 2 (0,52 - 0,59  $\mu\text{m}$ ), 3 (0,63 - 0,69) e 4 (0,77 - 0,89) INPE (2009). Como a imagem multiespectral utilizada tem resolução espacial de 20 metros e a faixa imageada no terreno corresponde a 113 km, enquanto a imagem pancromática apresenta resolução espacial de 2,5 metros e uma faixa de cobertura que corresponde a 27 km, foi realizado um recorte das cenas delimitando uma área comum das imagens.

Como forma de se obter uma melhor diferenciação de feições para uma análise de cobertura vegetal e explorar suas propriedades, foi utilizado o índice NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) – Índice de Vegetação de Diferença Normalizada. Para a geração do NDVI foram utilizadas as bandas 4 (Infravermelho próximo) e 3 (Vermelho).

### 2.4 Classificação e avaliação de imagens temáticas

O método utilizado para a identificação das classes de uso de solo e conseqüente identificação e separação das áreas sob ocupação dos fragmentos monodominados por aroeira, foi a classificação automática não supervisionada. O método é definido por Campbell (2002) como método de identificação natural de grupos ou estruturas utilizando dados multiespectrais.

Apesar das relações entre as informações de classes de uso de solo e classes espectrais não serem constantes, (já que as propriedades espectrais dos “aroeirais” mudam com o tempo), a classificação não supervisionada foi escolhida, pois apresenta a vantagem de não exigir o conhecimento prévio detalhado do interprete, minimiza a oportunidade de erro humano e possibilita que classes únicas sejam reconhecidas como unidades distintas, permitindo a sua reorganização. (Campbell 2002).

A classificação não supervisionada foi realizada através do algoritmo Iseseg, um classificador por região, executado software ERDAS Imagine 9.2. Segundo Liu (2006) o método agrupa ou ordena regiões a partir de atributos estatísticos de média, variância, matriz de covariância e área a partir de uma medida de similaridade entre elas. A distribuição das classes é dada por um limiar de aceitação de 95%, que define a distância de Mahalanobis para inclusão ou não de uma região à classe.

Foi atribuído um número de 60 classes iniciais para a classificação. Posteriormente foi realizada a união de classes de uso de solo e definido os temas a serem mapeados, quais sejam: mata ciliar, formação arbustiva, mata, rios e lagos, aroeira, pasto, área urbana/solo exposto. Para definição dos temas foi levado em consideração o conhecimento prévio da região, a tendência de expansão das aroeiras na toposequencia, características físicas da área de estudo, e a resolução das imagens utilizadas.

Para a análise da exatidão dos dados gerados no mapeamento temático, algumas medidas e coeficientes foram extraídos a partir de matrizes de confusão com os quais foi possível verificar os erros provenientes do processo de classificação, como a exatidão global, e o índice Kappa.

O índice de Kappa é o método estatístico mais utilizado na avaliação da concordância entre a condição real da área mapeada e os resultados encontrados no mapa temático, obtido a

partir da interpretação da imagem de satélite, e por tanto foi o método de avaliação da classificação utilizado neste estudo.

### 3. Resultados e Discussão

A técnica de fusão propiciou ganhos em relação à resolução espacial das imagens CCD e ganho de resolução espectral nas imagens HRC, o que resultou na possibilidade de se trabalhar com maior propriedade para reconhecimento dos fragmentos monodominados por aroeira nas imagens, tanto no uso de técnicas digitais como de interpretação visual.

Outra contribuição satisfatória para identificação e separação de áreas sob monodominância de aroeira foi a utilização do índice NDVI, que proporcionou destaque às feições vegetativas.

Os resultados encontrados para a classificação gerada foi analisada a partir da matriz de erros de exatidão global e índice Kappa (Tabela 1). O classificador *Isoseg* para sete classes de uso do solo obteve índice Kappa igual a 56% interpretado como “bom” na literatura. O erro de exatidão global foi igual a 65,38%.

A tabela 2 apresenta as áreas totais das classes de uso e cobertura do solo definidas neste trabalho. O resultado obtido pela classificação das áreas sob monodominância de aroeira está coerente com a classificação visual obtida por Oliveira et al. (2009) em uma região próxima à área do presente estudo, evidenciando o potencial da utilização do método de classificação não supervisionada aplicado à imagem CBERS 2B para a identificação desta feição na paisagem.

É importante salientar que a classe “aroeira” representa os fragmentos adensados de aroeira, fragmentos em consolidação e algumas áreas onde a ocorrência de aroeira se dá de forma esparsa e que representam áreas potenciais para a expansão dos “aroeirais” em curto período de tempo. Foi possível perceber que o treinamento de classificadores capazes de distinguir e separar copas de aroeiras individualizadas necessita de maior aprofundamento e/ou utilização de imagens com maior resolução espacial, a fim de acurar o conhecimento da resposta espectral da referida espécie.

Tabela 1. Valores do Índice Kappa para as classes de uso de solo definidas no presente estudo.

Classe	Kappa
Mata Ciliar	0,6232
Arbustivo	0,4567
Mata	0,4730
Água	1,0000
Aroeira	0,5094
Pasto	0,5439
Urbano/Solos Exposto	0,7292
<b>Kappa Global = 0,5645</b>	

A maior limitação encontrada na aplicação do método foi a confusão gerada na discriminação entre algumas áreas onde o dosel do “aroeiral” não estava totalmente fechado, e, portanto, houve uma mistura entre a resposta espectral do solo e vegetação, confundindo com a classificação das classes de solo e pastagem com a aroeira.

Tabela 2. Área total ocupada pelas classes de uso de solo na região de estudo.

Classe	Área (ha)	Porcentagem
Área Não Classificada (borda)	6.849,3	22,5
Mata Ciliar	2850,3	9,4
Formação Arbustiva	3.526,2	11,6
Mata	1.534,6	5,0
Rios/Lagos	325,00	1,0
Aroeira	6.262,5	20,6
Pastagem	6.152,0	20,2
Área Urbana/Solos Exposto	2.964,6	9,7
<b>Total</b>	<b>23.615,2</b>	<b>100</b>

A figura 2 apresenta o mapa temático da área de estudo gerado pelo método de classificação não supervisionada *Isoseg*.

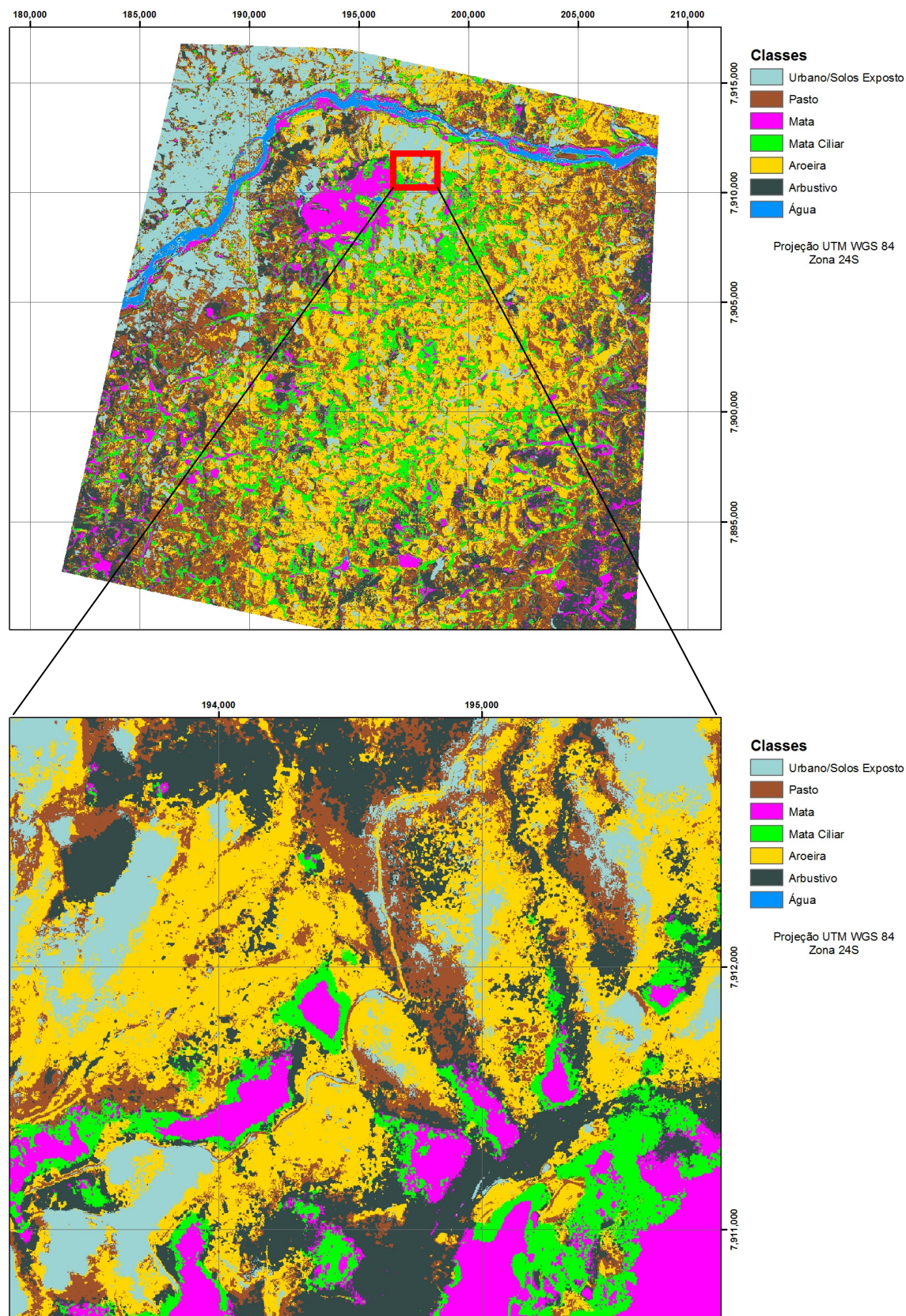


Figura 2. Mapa temático da região de estudo gerado pela classificação não supervisionada.

#### 4. Conclusões

A fusão das imagens dos sensores CCD e HRC do satélite CBERS 2B contribuiu para a identificação visual das áreas monodominadas por aroeira.

A classificação não supervisionada em imagem fundida do satélite CBERS 2B apresentou resultado satisfatório e condizente com os valores encontrados na literatura. No entanto, faz-se necessário o aprofundamento dos estudos que visem a identificação e mapeamento das áreas de monodominância de aroeira testando diferentes métodos de classificação aplicados à imagens com resolução espacial e espectral variadas.

Para iniciativas que tenha por objetivo mapear fragmentos monodominados por aroeira, é fundamental a atenção à época de aquisição das imagens visto que os estágios fitofisionômicos dos “aroeirais” sofrem profundas transformações sazonais e, portanto, apresentam características espectrais diferenciadas ao longo do ano.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem a FAPEMIG por meio do edital Universal 2010 e ao INPE pela concessão de livre acesso às imagens do satélite CBERS.

#### Referências Bibliográficas

Baruqui, F.M. Inter-relações solo-pastagem nas regiões Mata e Rio Doce do estado de Minas Gerais. 1982. 119p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 1982

Campbell, J.B. Image Classification. In: Campbell, J.B. **Introduction to remote sensing**. Guilford Press, 2002. cap.12, p.324-363.

CPRM, **Projeto Leste**. Belo Horizonte. 2000.

Favero, C. **Uso e degradação dos solos na microregião de Governador Valadares, Minas Gerais**. 2001. 68p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 1982

Hart, T.B., HART, J.A.; MURPHY, P.G. Monodominant and species-rich forests of the humid tropics: causes for their co-occurrence. **The American Naturalist**, v.5, n.133, p. 613-633, 1989.

Hoffer, R.M. Biological and physical considerations in applying computer-aided analysis techniques to remote sensor data. In: Swain, P.H.; Davis, S.M. (Org.). **Remote Sensing: The quantitative approach**. McGraw-Hill College, 1979. cap. 5, p.227-264

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **CBERS**. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/cbers/cbers.htm>. Acesso em: 5. nov. 2009.

Liu, W.T.H. **Aplicações de sensoriamento remoto**. Campo Grande: UNIDERP, 2006. 908 p.

Matias, L. F.; Caporusso, D.; Cruz, J. R.; Carvalho, J. C. B. Análise comparativa de técnicas de fusão de imagens CBERS-2B (CCD e HRC) utilizando o software ArcGIS. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 14. 2009, Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. Artigos, p. 2071-2077. CD-ROM, On-line. ISBN 978-85-17- 00044-7. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.17.19.05/doc/2071-2077.pdf>> Acesso em: 02 nov. 2009.

Oliveira, F.P.; FREITAS, H.R.; COELHO, F.M. Monodominância de aroeira: distribuição espacial e relações pedológicas na região leste de Minas Gerais. In: Simpósio da Pós Graduação (SIMPÓS), 5. 2009, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2009. CD-ROM.

Silva, F.C. Implementação e avaliação de métodos de fusão para geração de imagens coloridas de alta resolução. 2009. 89p. (INPE-15730-TDI/1476) Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2009.

Valente. E.L. Caracterização da intensidade de degradação do solo e da cobertura vegetal de uma área no médio Rio Doce, utilizando imagens IKONOS II. 2005. 89p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 1982