

DIFERENCIAÇÃO DA SILVICULTURA DE EUCALIPTO E PINUS, NA REGIÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO TIBAGI

Differentiating Forestry of Eucalyptus and Pinus in Region of Tibagi River Basin

José Hilário Delconte Ferreira^{1,2}
Márcia Aparecida de Oliveira²
Guilherme Pedro Viero²
Rebeca Janina Delconte Ferreira²
Paulo Sérgio Pereira³
Edvard Elias de Souza Filho⁴

¹**Universidade Estadual de Maringá – UEM**
PEA – Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais
Av. Colombo, 5790 - PEA - Bloco G90 CEP 87.020-900 – Maringá - PR – Brasil
jferreira@utfpr.edu.br

²**Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR**
Campus Campo Mourão - COAMB
Br 369 Km 0,5 CEP 87301-003 Campo Mourão - PR – Brasil
marcia.o.a@gmail.com
gpviero@gmail.com
redelferrer@gmail.com

³**Companhia Paranaense de Energia – COPEL**
Departamento de Meio Ambiente da DGT – DAGT
Divisão de Estudos Ambientais – VEAM - tel: (041) 3310 – 5671
paulo.pereira@copel.com

⁴**Universidade Estadual de Maringá – UEM**
Departamento de Geografia - GEMA
Centro de Ciências Humanas Letras e Artes, Departamento de Geografia.
Avenida Colombo 5790 Zona 07 87020-900 - Maringá, PR - Brasil
edvardmarilia@wnet.com.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar a eficácia do método de Crippen e Blom subjacente à ferramenta *Vegetation Suppressing Tool*, presente no aplicativo ENVI 4.4, aplicada a imagens orbitais Landsat TM, para identificar diferentes agrupamentos arbóreos homogêneos, associados à silvicultura. A ferramenta foi aplicada a quatro agrupamentos de imagens Landsat TM, que cobrem a região da Bacia Hidrográfica do Tibagi (órbita/ponto 221/77, 221/78, 222/76, 222/77), todas de 2007. As imagens foram classificadas utilizando o método de máxima verossimilhança (MAXVER). Os diferentes agrupamentos identificados na imagem foram aferidos em atividade de campo, em 20 pontos na região de Telêmaco Borba, predeterminados em laboratório. Esse resultado demonstra que imagens pós aplicação da rotina de supressão de vegetação mostraram-se eficazes na identificação de florestamento, apresentando realce de alvos silviculturais, viabilizando também a diferenciação entre os dois gêneros *Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp. A ferramenta utilizada também se mostrou eficaz na identificação de pequenos talhões de silvicultura em meio a áreas com floresta nativa.

Palavras chaves: Supressão de Vegetação, Landsat, Silvicultura.

ABSTRACT

The main objective of this work was to analyze the efficiency of Vegetation Suppressing Tool, present in software ENVI 4.4. Vegetation Suppressing was applied to Landsat TM orbital images in order to identify different homogeneous arboreal groups associated to forestry. This tool was applied to four groups of Landsat TM images of 2007 that cover the region of Tibagi river basin (orbit/point 221/77, 221/78, 222/76, 222/77). Images were classified using the method of maximum verisimilitude (MAXVER). The different groups identified in the image were verified in field survey, in 20 points of Telêmaco Borba region that were predetermined in laboratory. This result indicates that the images resulting from the application of Vegetation Suppressing Tool were efficient in the identification of forestry, presenting enhancement of forestry targets and making possible the differentiation between the two genera *Pinus* sp. and *Eucalyptus* sp. The tool used was also effective in identification of small stands of forestry in areas with native forest.

Keywords: Vegetation Suppressing, Landsat, Forestry.

1. INTODUÇÃO

Atualmente, a forte expansão econômica brasileira provoca aumento na demanda por produtos provenientes de essências florestais. Historicamente a principal fonte de tais essências é o cultivo comercial e a retirada de madeira nativa, normalmente ilegal. Se for fiscalizada e corretamente aplicada a legislação ambiental, a prática de retirada de madeira nativa se torna pouco compensatória e com tendência de ser extinta. Os plantios comerciais geralmente são formados por essências exóticas ofertam de forma rápida e menos agressiva ao meio ambiente matérias primas como celulose, carvão, madeira, auxiliando na redução da retirada de essências nativas.

Hoje, no Brasil, existem apenas estimativas das áreas cobertas por silvicultura. Instituições estaduais, federais, ambientais e as indústrias de base florestal normalmente estimam os dados. Estes podem ser sub ou superestimados, ocasionando excessos ou déficits de matéria prima no mercado, que se refletem na demanda e custo final dos produtos.

Segundo Cunha e Brito (2007), o reflorestamento pode ser entendido como a implantação de essências nativas em áreas devastadas com intenção de recuperação ou de plantio comercial, com implantação de essências normalmente exóticas e de uma única espécie, chamadas de silvicultura, que ocorrem em áreas previamente destinadas a futura extração de madeira e derivados. As áreas de silvicultura consistem em formações florestais artificiais, disciplinadas e homogêneas, destinadas principalmente à produção de madeira, carvão e celulose. Normalmente, constituídas de espécies exóticas gênero *Pinus* e *Eucalyptus*. Essas áreas são ordenadas em grandes talhões, influenciando o microclima, o regime hídrico e também a fauna.

Segundo Carvalho *et al.*, (2003), a utilização de um SIG pode fornecer orientações para o Comitê de Gestão de Bacia, auxiliando na definição de prioridades de investimento para recuperação e manutenção dos recursos hídricos. A utilização de sensoriamento remoto possibilita realizar levantamentos das áreas ocupadas

pela vegetação natural, atividades agropecuárias e áreas urbanas, e conseqüentemente obter a caracterização dos tipos e categorias de vegetação que revestem determinado espaço (CUNHA e BRITO, 2007).

O conhecimento atualizado e o histórico das formas de uso e ocupação do solo são preponderantes ao estudo das atividades que se desenvolvem em determinada região. Um estudo de caso pode ser viabilizado por uma série histórica de imagens de sensoriamento remoto, não somente em áreas onde há deterioração do ambiente causada pelo mau uso dos recursos naturais, mas também para acompanhar locais onde haja regeneração do mesmo (ROSA, 1990). Segundo Sérgio *et al.*, (2005), o levantamento do uso e ocupação do solo consiste em um detalhado mapeamento das condições edafoclimáticas, avaliação da cobertura vegetal e outros elementos presentes na região.

Com relação à cobertura vegetal, observa-se que uma área de vegetação nativa é mais heterogênea sendo representada em uma fotografia aérea e em imagens de satélite por uma textura mais rugosa do que uma área de silvicultura, que é mais homogênea ou uniforme, e esta é mais rugosa em relação a uma área de cultura (FLORENZANO, 2002). O trabalho de campo é praticamente indispensável ao estudo e mapeamento do ambiente por meio de imagens de sensores remotos. O trabalho de campo faz parte do processo de interpretação de imagens, pois é por meio dele que o resultado torna-se mais confiável.

Florenzano (2002) cita que imagens com resolução espacial de 30 metros, quando utilizadas na classificação de uso do solo, mostram-se às vezes confusas no que tange à diferenciação visual entre florestas nativas e de silvicultura. Durante a identificação, por mais que florestas nativas diferenciem-se pela sua textura rugosa e outras particularidades, pequenos talhões de silvicultura podem não ser identificados.

Diversos estudos de vegetação foram realizados utilizando o sensoriamento remoto e imagens orbitais Landsat TM, nos mais variados países, Nova Zelândia (MARR e BACON, 1996), Brasil (XAVIER e

VEITORAZZI, 1998), Polônia (HEJMANOWSKA e MULARZ, 2000), Filipinas (TOKUNAGA e VU, 2002), Malásia (SULONG *et al.*, 2002), República do Congo (LAPORTE e LIN, 2003), EUA (GARONO *et al.*, 2003; COKE *et al.*, 2005), Argentina (GEAIZQUIERDO *et al.*, 2004), Austrália (BAYNES, 2004), Grécia (SARRIS, *et al.*, 2005), Irã (LATIFI e OLADI, 2006), Coréia do Sul (LEE *et al.*, 2008). Como as bandas Landsat TM apresentam uma grande quantidade de informações, muitas das quais não são úteis para o levantamento da silvicultura e acabam dificultando a fotointerpretação. Por isso, são realizadas operações entre as bandas das imagens criando visualizações diferentes. O valor resultante de uma operação entre imagens geralmente é chamado de índice. Um índice bastante conhecido e utilizado é o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (IVDN) que é calculado utilizando-se as bandas correspondentes às faixas do vermelho visível e do infravermelho próximo.

No Canadá, foi realizado um estudo para investigar a aplicabilidade do IVDN como um indicador da biodiversidade. Esse estudo foi desenvolvido a sudeste de Ontário, onde foi encontrada correlação positiva entre os valores de IVDN e a diversidade da vegetação (ADSAVAKULCHAI *et al.*, 2004). Epting *et al.*, (2005) avaliaram 13 índices de sensoriamento remoto que utilizam as bandas TM do Landsat. Os autores aplicaram os índices em áreas no interior do Alasca, onde ocorreram queimadas naturais, e os correlacionaram com dados de campo. Também Tokunaga e Vu (2002), Joy *et al.*, (2003), Xavier *et al.*, (2004), Healey *et al.*, (2006), entre outros, realizaram estudos utilizando índices compostos a partir das diversas bandas do Landsat TM.

Foi proposto por Crippen e Blom (2001) um método com o objetivo de reduzir a expressão de vegetação e de reforçar a expressão da litologia subjacente em imagens de sensoriamento remoto. Essa metodologia foi proposta para estudos cujo objeto fosse o solo ou a geologia. Provavelmente por essa razão não foi encontrado, na literatura técnica disponível, estudo de vegetação natural ou cultivada que utilizasse tal metodologia.

Nesse contexto, o objetivo desse trabalho é utilizar a rotina *Vegetation Suppressing Tool* disponível no aplicativo ENVI 4.4 aplicada sobre imagens do sensor TM (*Thematic Mapper*) do satélite Landsat-5 a fim de identificar áreas de silvicultura na bacia do Rio Tibagi, no estado do Paraná.

2. MATERIAL E MÉTODO

2.1 Área de estudo

A área de estudo é a Bacia Hidrográfica do Tibagi – BHT, localizada na porção leste do estado do Paraná (Fig. 1), que ocupa principalmente áreas do Segundo Planalto Paranaense. O rio Tibagi, principal afluente do rio Paranapanema, nasce no sul do estado do Paraná, na Região Sul do Brasil, a cerca de 1060 m de altitude, na região dos Campos Gerais, e tem sua foz na

usina hidrelétrica de Capivara, no rio Paranapanema a 298 metros de altitude (MEDRI *et al.*, 2002; MAACK, 2002).

A BHT corta o estado do Paraná no sentido sudeste-norte, está compreendida entre os paralelos 22°46' a 25°40' S e 49°38' a 51°28' W, limitando-se ao sul com a bacia do rio Iguaçu, ao norte com a bacia do rio Paranapanema, a oeste com a bacia do rio Ivaí e a leste com as bacias dos rios Ribeira, Jaguariaíva e Cinzas (MEDRI *et al.*, 2002).

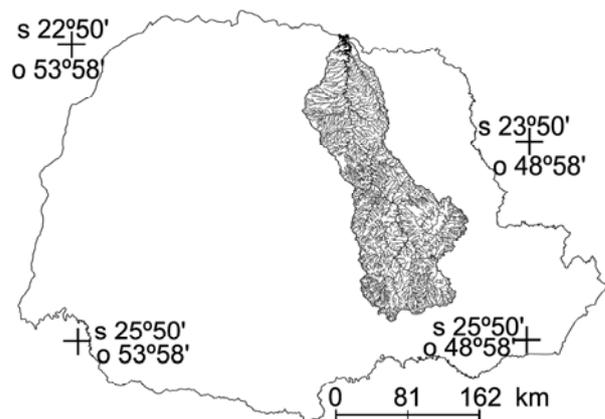


Fig1 – Localização da bacia hidrográfica do Tibagi no estado do Paraná

2.1 Material

2.2.1 Dados Orbitais e Cartográficos

Os dados de sensoriamento remoto (SR) utilizados foram as cenas Landsat 5 TM 221-76, 221-77, 222-77 e 222-78, adquiridas pela FUNTEF (Fundação de Apoio à Educação, Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico da UTFPR) através de convênio de Pesquisa e Desenvolvimento com a COPEL Geração LTDA.

2.2.2 Aplicativos e equipamentos

Foi utilizado o aplicativo ENVI versão 4.4. Também foram utilizados um GPS de precisão, da marca Trimble, modelo GeoExplorer XM 2005, uma máquina fotográfica semi-profissional Sony H7 e um computador portátil.

2.3 Método

2.3.1 Georreferenciamento das Imagens de Satélite

As cenas LandSat foram georreferenciadas no aplicativo ENVI utilizando-se o *mosaico ortorretificado de imagens TM Landsat (Orthorectified Landsat Enhanced Thematic Mapper - Compressed Mosaics 2000)* como base (NASA, 2008)..

2.3.2 Vegetation Suppressing Tool for ENVI 4.4

Após o georreferenciamento das imagens, foi utilizada, no ENVI, a ferramenta de supressão de vegetação (*Vegetation Suppressing Tool*). O aplicativo ENVI versão 4.4 apresenta um algoritmo de supressão de vegetação, que consiste na utilização das bandas 3 e 4 do sensor TM, vermelho e infravermelho próximo, respectivamente. Na aplicação de IVDN, o aplicativo suprime a assinatura espectral correspondente à vegetação nativa na imagem, recompondo a imagem com suas feições originais, ausente de florestas nativas. Essa ferramenta é a implementação do método desenvolvido por Crippen e Blom (2001).

2.3.3 Classificação das imagens de satélite

Após a supressão de vegetação no aplicativo ENVI, foi realizada a classificação supervisionada de Máxima Verossimilhança (Maxver). Regiões de interesse foram criadas a partir da extração de um conjunto de pixels, que, juntos, formaram a base para o algoritmo de classificação, derivando em 3 diferentes classes, nomeadas como *Pinus*, Eucalipto e Outros.

A classificação automatizada, pode, gerar pequenos erros, sendo alguns possíveis de serem reparados com filtragem. Esse método consiste na retirada dos pixels indesejados, desde que esparsos. Porém, quando ocorrem erros maiores, com maior número de pixels agrupados, é necessária a realização de correção manual.

2.3.4 Identificação de campo

A partir da fotointerpretação e da classificação das imagens tratadas com a ferramenta de supressão de vegetação, em laboratório, um trabalho de campo foi realizado em 20 pontos pré-estabelecidos nas imagens. Assim esses pontos foram visitados *in loco*. O critério para determinação da localização desses pontos foi baseado em áreas onde houvesse ocorrência de floresta nativa e dos dois tons de coloração verde: o verde escuro e o verde claro, representando as duas espécies de florestamento ocorridas na região: gênero *Pinus* e *Eucalyptus*.

Os pontos pré-determinados, juntamente com o mapa de classificação e as imagens em formato Jpeg, foram inseridos no GPS de precisão, Trimble GeoExplorer XM 2005,. Um computador portátil contendo as imagens e a classificação também orientou na identificação.

Em campo, uma máquina fotográfica semi-profissional Sony H-7, com lente grande-ocular, foi utilizada para o registro das imagens, considerando a orientação da qual foi capturada a fotografia. Todos os pontos pré-determinados foram visitados, fotografando-

os de forma panorâmica e, em alguns casos, fotos direcionais, visando retratar o que fora observado nas imagens de satélite.

2.3.5 Chave de interpretação

Para facilitar a interpretação das imagens, foi elaborada uma chave de fotointerpretação (Tab. 1) para as cenas Landsat 5/TM composição (5-R,4-G,3-B) após aplicar a ferramenta de supressão de vegetação. Com base nas informações coletadas em campo e comparando as fotografias obtidas *in loco* e as imagens de satélite.

Assim foi possível definir duas classes de silvicultura, sendo eucalipto - representado pela cor verde claro e pinus - representado pela cor verde escura.

A chave de fotointerpretação considerou as áreas com ocorrência de florestas nativas e áreas de silvicultura, desde que essas áreas fossem homogêneas.

TABELA 1: CHAVE DE FOTOINTERPRETAÇÃO DA IMAGEM LANDSAT 5/TM (5-R,4-G,3-B) PÓS SUPRESSÃO, ÓRBITA/PONTO 221/077 E 221/078 DE 07/03/07 E IMAGENS 222/77 E 222/76

Classes de uso	Cor	Textura	Formato
<i>Eucalyptus</i>	Verde claro	Lisa	Regular
<i>Araucária</i>	Verde escuro	Lisa	Regular
<i>Pinus</i>	Verde escuro	Lisa	Regular
Florestas	Marrom	Rugosa	Irregular
Agropecuárias	Marrom Vermelho Bordô	Lisa	Irregular Regular
Área urbana	-	Rugosa	Irregular Regular

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A metodologia de supressão de vegetação, descrita por Crippen e Blom (2001) determina que todas as áreas com vegetação sejam suprimidas, ao contrário disso, foi observado que somente áreas com florestas nativas são identificadas e suprimidas, permanecendo na imagem as feições de silvicultura.

Os resultados obtidos a partir das imagens Landsat TM, após o tratamento da supressão de vegetação, foram analisados a fim extrair as informações sobre a silvicultura. A figura 2 (A) representa uma imagem Landsat TM R5,G4,B3, com ajuste de contraste linear (Fig. 2A). A figura 2(B) representa a mesma imagem com composição idêntica, na qual foi realizada a supressão da vegetação e também ajuste de contraste (Fig. 2B).

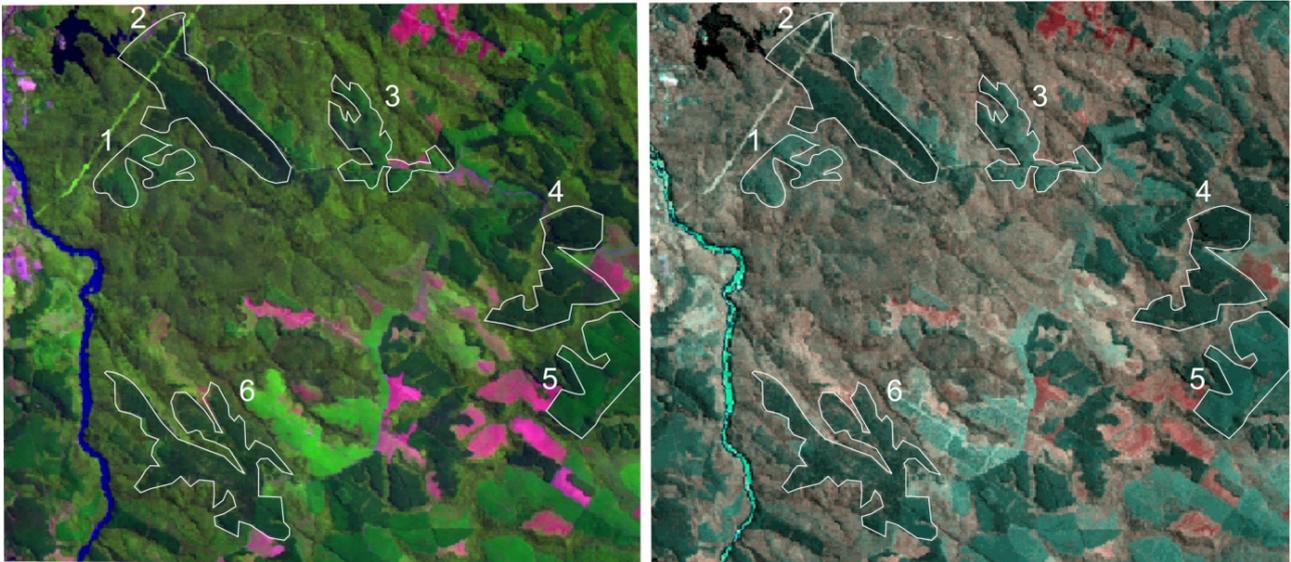


Fig. 2 - Recorte de cena Landsat TM (5R, 4G, 3B) com ajuste de contraste linear: A) Cena sem tratamento de supressão de vegetação. B) Cena após o tratamento de supressão de vegetação. Polígonos 1,3 e 5: eucalipto. Polígonos 2,4 e 6: *Pinus* ou *Araucaria*.

Pode ser percebida na figura 2(B), após a supressão de vegetação, a presença clara de duas tonalidades de verde. Para facilitar a identificação, neste artigo, foram destacadas, por linhas de cor branca, nas duas cenas, algumas áreas de silvicultura. Nos polígonos 1, 3 e 5, com coloração verde claro e textura lisa, foram identificadas áreas de plantio do gênero *Eucalyptus* e nos polígonos 2, 4 e 6, com um verde mais acentuado, as áreas do gênero *Pinus* ou *Araucaria*. Mesmo as variações de tonalidades de verde claro, puderam ser comprovadas como eucalipto, variando apenas a idade da planta (plantas mais jovens tonalidade mais clara).

Observando a imagem resultante do tratamento de supressão de vegetação (Fig. 2B), percebe-se que as áreas de florestas naturais ficaram indistintas, quase confundidas com a agricultura. Já as manchas de silvicultura sofreram um grande realce em relação aos outros alvos. O destaque foi principalmente em relação à cor, ficando as manchas de silvicultura bastante evidentes em dois tons, verde claro e verde escuro. Também a textura, lisa, ao contrário da vegetação natural que é rugosa, serviu para corroborar a identificação das manchas de silvicultura.

As áreas de silvicultura, quando distribuídas juntamente com florestas heterogêneas (normalmente nativas), são de identificação mais confusa, e quando se trata de pequenos talhões a dificuldade é ainda maior. Percebe-se claramente que os polígonos 1 e 3 (Fig. 2B) na imagem pós tratamento são muito mais distintos, em relação à área do entorno, que os mesmos polígonos na imagem sem o tratamento (Fig. 2A).

O trabalho realizado em campo objetivou a validação da identificação das diferentes tonalidades de cor apresentadas nas imagens, principalmente no que se refere à distinção entre os alvos que apresentassem as duas tonalidades de verde, grandes talhões e textura lisa.

A figura 3, corresponde a fotografia de 09 de outubro de 2008, posicionada em S 24°23'26.42" W 50°37'24.66" rumo W 270° apresenta dois tipos de formações (Fig. 3).



Fig 3 - Fotografia tirada em 09/10/2008 localizada em S 24°23'26.42" W 50°37'24.66" rumo W 270°, apresentando o gênero *Pinus* a esquerda e *Eucalyptus* a direita

É possível observar, ao lado esquerdo da foto, a presença de agrupamento arbóreo homogêneo de pinus e do lado direito a presença de agrupamentos de eucalipto. Nesse ponto, quando observado na imagem de pós supressão de vegetação (Fig 2B 5), percebe-se que no rumo indicado pela foto os dois tons de verde são observados, verde claro (*Eucalyptus* sp.) e outro verde mais escuro (*Pinus* sp.).

A figura 4, corresponde a fotografia de 09 de outubro de 2008, localizada em S 24°19'2.50" W 50°33'48.03", apresentando a espécie *Araucária angustifolia* (Fig. 4).



Fig.4 - Fotografia tirada em 09/10/2008 localizada em S 24°19'2.50" W 50°33'48.03", apresentando a espécie *Araucária angustifolia*. A- rumo W 230°. B - rumo E 70°

Dos pontos visitados, pode se constatar, em alguns, (Fig. 2B 2) a presença de florestamento com *Araucaria angustifolia* (Fig 2), árvore proibida de corte no estado do Paraná. Os talhões contendo essas formações foram confundidos nas cenas com o gênero *Pinus* sp. No entanto, por ser uma espécie protegida por lei, essas áreas são proibidas de corte, não havendo o estabelecimento de novos florestamentos contendo essa espécie, a não ser os já implantados.

Nesse mesmo ponto, onde foi constatada a presença de Araucárias, ao lado oposto (figura 4b), fora constatado a presença do gênero *Eucalyptus*, onde na imagem era representado por uma tonalidade de verde claro, o eucalipto de todos os pontos visitados coincidiu a tonalidade exibida na imagem com as formações identificadas em campo.

Na execução do trabalho de campo, observou-se que as evidências apresentadas nas imagens foram comprovadas, pois áreas que apresentaram tonalidade verde escura, na composição e tratamento utilizado, apresentam geralmente uma única composição florestal, formada pelo gênero *Pinus*, exceto em locais onde há ocorrência de formação com a espécie *Araucaria angustifolia*. Já nas áreas da imagem onde havia a tonalidade verde clara constatou-se plantios silviculturais, do gênero *Eucalyptus*.

4. CONCLUSÕES

No presente trabalho, as características observadas nas imagens pós supressão de vegetação mostraram que a ferramenta de supressão de vegetação é eficaz na identificação de alvos silviculturais, alvos esses encontrados em todo território nacional, onde dois gêneros, o *Pinus* e *Eucalyptus*, são comumente implantados. Sendo assim, possibilitam uma classificação em grandes áreas como regiões, estados e mesmo países, viabilizando a diferenciação entre os dois gêneros citados.

Um fator importante observado na classificação e comparação entre as imagens Landsat TM, com e sem aplicação da ferramenta de remoção de

vegetação, foi o reconhecimento de pequenos talhões de silvicultura em meio de florestas nativas nas imagens pós supressão, tornando possível a identificação de pequenas áreas muitas vezes ignoradas na fotointerpretação (classificação).

Áreas silviculturais de *Pinus* sp., comumente cultivadas na bacia hidrográfica do Tibagi, em alguns casos foram identificadas e confundidas com áreas onde há presença de *Araucaria angustifolia*. No entanto, amparado pela legislação federal, estadual, e, em alguns casos, municipal, áreas com presença dessa espécie, mesmo que silvicultural, estão proibidas de corte..

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à COPEL Geração e Transmissão S.A. (Companhia Paranaense de Energia), através do projeto de Pesquisa, do programa de P&D ANEEL, código 6491-036/2007, pelo apoio financeiro, e à Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) pelo apoio administrativo e de infra-estrutura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADSAVAKULCHAI, S; MINNS, D; CHAN, A. Assessing the Interaction of Vegetation Diversity and Landuse using remote sensing: An Example in Southeastern Ontario, Canada. **Environmental Informatics Archives**, Volume 2, 499-508, 2004.

BAYNES, J. Assessing forest canopy density in a highly variable landscape using Landsat data and FCD Mapper aplicativo. **Australian Forestry**, v 67, n 4 p. 247-253, Austrália, 2004.

CARVALHO, R.J; GONÇALVES, M.L; ZANOTELLI, C.T; Voltz, R.R. . **The use of geoprocessing technologies for the management of water resources**. In: Conferência Internacional Usos Múltiplos del Agua: Para la Vida y el Desarrollo Sostenible, 2003, Cartagena de Indias. Conferência Internacional Usos Múltiplos del Agua: Para la Vida y el Desarrollo Sostenible.

- Cartagena de Indias : Universidad del Valle/Instituto Cinara, 2003. p. 191-196.
- COCKE, A.E; FULE, P.Z; CROUSE, J.E. Comparison of burn severity assessments using Differenced Normalized Burn Ratio and ground data. **International Journal of Wildland Fire** v 14, n 2, pp. 189-198, 2005.
- CRIPPEN, R.E, BLOM, R.G. Unveiling the Lithology of Vegetated Terrains in Remotely Sensed Imagery. **Photogrammetric Engineering e Remote Sensing** 67(8) 2001.
- CUNHA, D.J.A.I.; BRITO, Jorge Luís Silva . Mapeamento das áreas de silvicultura do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, utilizando imagens de satélite CCD/CBERS2. **Horizonte Científico**, v. 1, n 7, p. 1-24, 2007.
- EPTING, J; VERBYLA, D; SORBEL, B. Evaluation of remotely sensed indices for assessing burn severity in interior Alaska using Landsat TM and ETM+. **Remote Sensing of Environment** v 96, n 3-4 p. 328 – 339, Junho de 2005.
- FLORENZANO, T. G. **Imagens de Satélite para Estudos Ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 97 p.
- GARONO, R; ANDERSON, B.D; ROBINSON, R. SIMENSTAD, C. **Change in Land Cover along the Lower Columbia River Estuary as Determined from Landsat Thematic Mapper (TM) Imagery**. Project No. 2002-01200, 42 electronic pages, (BPA Report DOE/BP-00008768-4), Novembro de 2003.
- GEA-IZQUIERDO, G; PASTUR, G.M; CELLINI, J.M; ENCINAS, M.C. Forty years of silvicultural management in southern *Nothofagus pumilio* primary forests. **Forest Ecology and Management** v201, n 2-3, p. 335–347, novembro de 2004.
- HEALEY, S.P; YANG, Z; COHEN, W.B; PIERCE, D.J. Application of two regression-based methods to estimate the effects of partial harvest on forest structure using Landsat data. **Remote Sensing of Environment**, v 101 n 1, pp. 115-126, Março de 2006.
- HEJMANOWSKA, B. MULARZ, S. Integration of multitemporal ers SAR and landsat tm data for soil moisture assessment. **IAPRS**, v 33, Amsterdam, 2000.
- JOY, S.M; REICH, R.M; REYNOLDS, R.T. A non-parametric, supervised classification of vegetation types on the Kaibab National Forest using decision trees. **International Journal of Remote Sensing**, v 24, n 9, p. 1835 – 1852, May 2003.
- LAPORTE, N.T; LIN, T.S. **Monitoring Logging in the Tropical Forest of Republic of Congo with Landsat Imagery**. Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2003. IGARSS '03. Proceedings. 2003 IEEE International. v 4, p 2565- 2567, Julho de 2003.
- LATIFI, H., OLADI, D. Evaluating Landsat ETM+ Data Capability to Produce Forest Cover Type Maps in the Timberline of Northern Forests of Iran. **Taiwan Journal of Forest Science** v 21 n 3 p 363-75, 2006.
- LEE, B; KIM, S.Y; CHNG, J; PARK, P.S. Estimation of fire severity by use of Landsat TM images and its relevance to vegetation and topography in the 2000 Samcheok forest fire. **Journal of Forest Research** v13, n 4, p 197–204, 2008.
- MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. Livraria José Olympio Editora, 2^a ed., Rio de Janeiro-RJ, 2002.
- MARR, A. J.; BACON, C.J. **Remote sensing and GIS for Forestry Assessment in the Otago Region**. 8th Colloquium of the Spatial Information Research Centre. University of Otago, p 195-199. New Zealand, 1996.
- MEDRI, M. E.; BIANCHINI, E.; SHIBATTA, O. A. ; PIMENTA, J. A. **A bacia do rio Tibagi**. Londrina, Pr: M. E. Medri, 2002.
- NASA. **GEOCOVER-Circa 2000: Mosaico de imagens Landsat Georreferenciadas**. Disponível em <<https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/>>. Acesso em 2008.
- ROSA, R. . **A utilização de imagens TM/Landsat em Levantamentos de uso do solo**. In: VI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 1990, Manaus. Anais do VI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 1990. v. 2. p. 419-425.
- SARRIS, A; MANIADAKIS, M; LAZARIDOU, O; KALOGRIAS, V; BARIOTAKIS, M; PIRINTSOS, S.A. **Studying Land Use Patterns in Crete Island, Greece, Through a Time Sequence of Landsat Images and Mapping Vegetation Patterns**. 2005 WSEAS International Conference on ENVIRONMENT, ECOSYSTEMS and DEVELOPMENT, Venice, Italy, November 2005 (pp112-119).
- SILVA, J.C. Eucalipto – A Madeira do Futuro. **Revista da Madeira** 114p.il. Curitiba, set. 2001.
- SULONG, I; MOHD-LOKMAN, H; MOHD-TARMIZI , K; ISMAIL, A. Mangrove Mapping Using Landsat Imagery and Aerial Photographs: Kemaman District, Terengganu, Malaysia. **Environment, Development and Sustainability**, v 4, n 2 p. 135 – 152, junho de 2002.
- TOKUNAGA, M; VU, T.T. **Finding the relationship between vegetation index and coherence signature to utilize the product of radar interferometry in land**

cover application. Asian Conference on Remote Sensing, 2002.

XAVIER, A.C; SOARES, J.V; ALMEIDA, A.C; FREITAS, C.C. **Estimativa de IAF em plantações de eucaliptos a partir de dados TM/Landsat.** In: IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 1998, Santos. São José dos Campos : INPE, 1998.

XAVIER, A.C; VETTORAZZI, C.A. Monitoring leaf area index at watershed level through NDVI from Landsat-7/ETM+ data. **Scientia Agricola**, v. 61, n. 3, p. 243-252, 2004.