

Mapeamento do desmatamento através da técnica detecção de mudanças no Pantanal da Nhecolândia-MS.

Jarisson Lucas da Costa Silva¹
Emerson Figueiredo Leite²

12Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Rua Oscar Trindade de Barros, 740, Serraria
79.200-000, Aquidauana-MS
1jarissonlucas@hotmail.com
2emerson.leite@ufms.br

Resumo. A remoção da vegetação nativa para a implantação de pastagens exóticas há muito é realizada na planície pantaneira; e na sub-região da Nhecolândia não seria diferente, uma vez que a intensificação das práticas de pecuária bovina extensiva tem modificado a paisagem local. Esta pesquisa objetiva identificar, mapear e quantificar as áreas de mudanças da cobertura da terra, através da subtração de imagens NDVI com foco na vegetação arbórea. Assim, foram utilizadas imagens multitemporais do sensor óptico ETM+ do satélite Landsat 8. Determinaram-se as imagens do mês de setembro de 2016 como referência às mudanças analisadas no período de maio a outubro de 2017. Aplicou-se a Uniformização das Médias e Variâncias às imagens analisadas, por se tratar de um estudo temporal. Os resultados demonstraram a eficiência da técnica de subtração de pares de NDVI em detectar alterações na cobertura vegetal.

Palavras-chave: Nhecolândia, cobertura da terra, sensoriamento remoto.

Abstract. The removal of native vegetation for implantation of exotic pastures has been carried out for a long time in Pantanal plain; and in Nhecolândia subregion it would not be different, since the intensification of extensive cattle breeding practices has changed the local landscape. This research aims at identifying, mapping, and quantifying the change areas of land cover, through NDVI image subtraction, focused on arboreal vegetation. Thus, the ETM+ optical sensor multitemporal images from Landsat 8 satellite were used. The images from September 2016 were determined as reference to the changes analyzed in the period from May to October 2017. It was applied the Standardization of Averages and Variances to the analyzed images, because it is a temporal study. The results show the efficiency of NDVI pair-wise subtraction technique to detect land cover changes.

Key-words: Nhecolândia, land cover, remote sensing.

1. Introdução

O pantanal configura-se como uma extensa planície periodicamente inundável, considerada uma das maiores do planeta e oficialmente declarado como patrimônio da humanidade. Sua porção brasileira situa-se no Centro-Oeste do país, sua área territorial corresponde a 138.183 km², onde 48.865 km² pertencem ao Estado de Mato Grosso (MT), e 89.318 km² ao Estado de Mato Grosso do Sul (MS), estando inserida no interior da Bacia do Alto Paraguai (Abdon, 2007).

De acordo com Silva e Abdon (1998), o pantanal brasileiro divide-se em onze sub-regiões, em sua delimitação foram considerados aspectos relacionados às diferenças de material de origem, tais como o tipo de solo, drenagem, altimetria e vegetação.

A sub-região denominada Nhecolândia destaca-se por ser a segunda maior entre as onze sub-regiões, possuindo cerca de 26.921 km² totalizando 19,48% da planície pantaneira brasileira, sua delimitação se dá ao norte pelo Rio Taquari, ao sul pelo Rio Negro, a leste pelo Planalto de Maracaju, e a oeste pelo Rio Paraguai, sua área territorial abrange áreas parciais dos municípios de Aquidauana, Corumbá e Rio Verde de Mato Grosso.

De acordo com Pott&Pott (2004) o monitoramento dessas regiões com vastas porções de terra, como é o caso do Pantanal da Nhecolândia, se torna uma difícil tarefa por apresentar extensas regiões e estradas com acessibilidade dificultosa.

Padovani, Cruz e Padovani (2004) salientam que apesar do pantanal ser considerado uma área nacional e internacionalmente como uma região especial, tem se observado uma rápida alteração de sua cobertura vegetal original.

Portanto, visando o acompanhamento dessas mudanças, o sensoriamento remoto apresenta-se como uma alternativa viável para o monitoramento ambiental em escalas regionais, pela sua capacidade de possibilitar uma periodicidade, eficiência e visão sinóptica do conjunto dos fenômenos terrestres (Crósta, 1992).

Segundo Florenzano (2011), as imagens orbitais possibilitam o estudo e monitoramento dos diversos fenômenos naturais e antrópicos, devido esses fenômenos deixarem marcas de suas transformações na paisagem que são devidamente registradas em imagens de sensores remotos orbitais.

Desta maneira o sensoriamento remoto tem sido uma alternativa adequada para o monitoramento de mudanças na superfície terrestre, bem como de sua dinâmica, gerando produtos e informações, facilitando a gestão ambiental, a elaboração de planos e ações que visem o uso dos recursos naturais de maneira sustentável.

Uma das possibilidades de se detectar mudanças na superfície terrestre, de uso consolidado na comunidade científica, são as operações entre bandas. Estas operações, conforme Paranhos Filho et. al. (2016) são técnicas que permitem efetuar operações entre

imagens ou bandas de uma mesma imagem, e são amplamente empregadas na criação dos mais diversos índices encontrados na literatura de sensoriamento remoto.

2. Objetivo

Identificar, mapear e quantificar as áreas de desmatamento no ano de 2017 na sub-região do Pantanal da Nhecolândia.

3. Materiais e Métodos

A área de estudo está inserida na Bacia do Alto Paraguai (BAP) na porção Oeste do Estado de Mato Grosso do Sul, abrange parcialmente áreas dos municípios de Aquidauana, Corumbá e Rio Verde de Mato Grosso, com extensão total de 26.921km² (**Figura 1**).

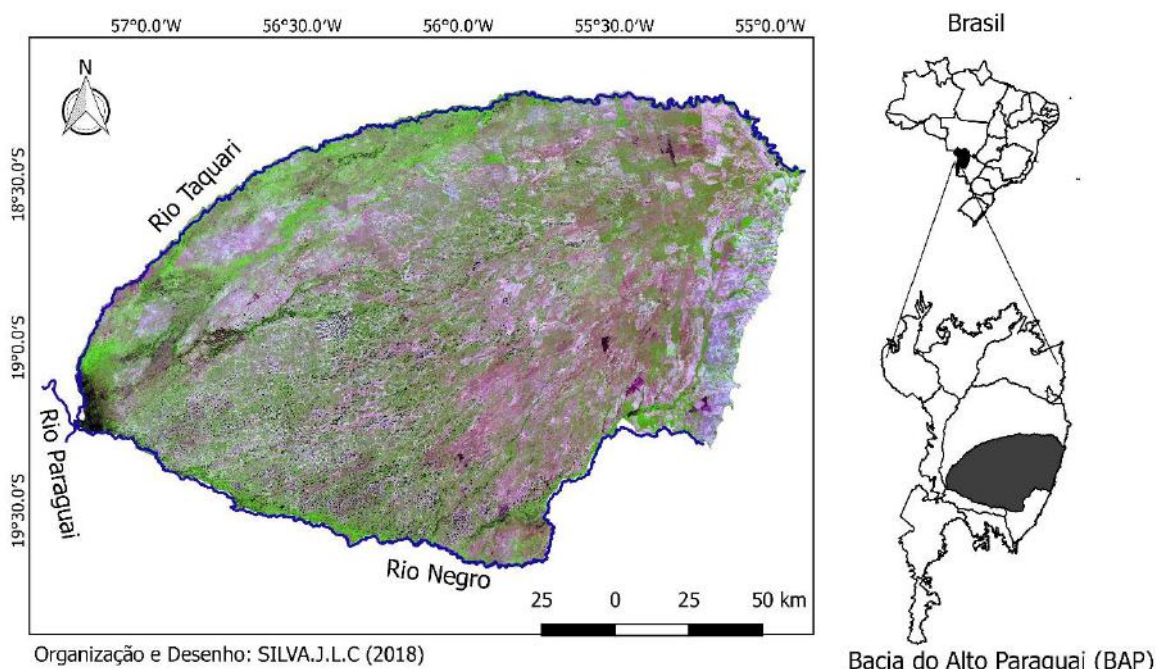


Figura 1.Localização da área da pesquisa, Pantanal da Nhecolândia-MS.

Na realização deste trabalho foram utilizadas imagens do sensor óptico OLI do Satélite Landsat 8 obtido no site da ESPA/USGS (<https://espa.cr.usgs.gov/>). Foram utilizadas cenas das órbitas/ponto 225/73 e 226/73, disponibilizadas em reflectância de superfície para cada período analisado, sendo nos meses de setembro de 2016(imagem referência) e os meses compreendidos entre maio e outubro de 2017. A essas imagens aplicou-se a técnica de subtração de imagens NDVI, onde foram gerados para cada bimestre analisado um índice de vegetação, conforme ilustrado na **Figura 2**.

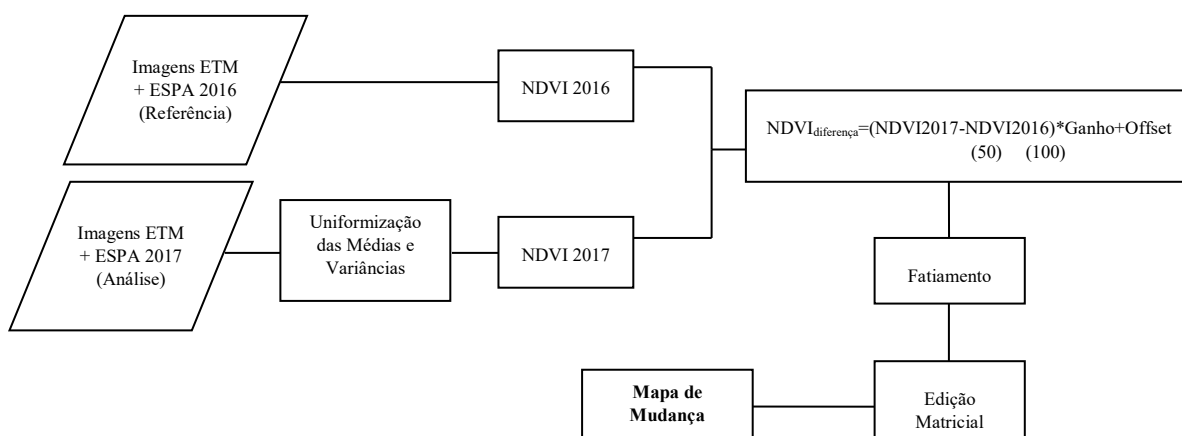


Figura 2. Fluxograma dos processos para geração do Mapa de Mudança.

O *software* utilizado foi o Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas SPRING 5.3 (Câmara et. al., 1996) onde realizou-se o banco de dados geográfico e os procedimentos de processamento digital das imagens.

O processamento digital de imagem é entendido como a análise e a manipulação de imagens realizada por computador, cuja finalidade é transformar a imagem de modo que seja mais fácil a extração das informações ao analista humano (Crósta, 1992), de modo que melhoram consideravelmente a qualidade e favorecem as classificações e interpretações (Formaggio & Sanches 2017).

Por se tratar de uma análise multitemporal foi empregado o método da Uniformização das Médias e Variâncias – UMV com o objetivo de compatibilizar os níveis de cinza dos elementos contidos na cena para cada banda espectral. A utilização deste método tem como objetivo tornar uniforme as diferenças estatísticas de um conjunto de imagens multitemporais, onde é aplicada uma função de transformação linear de modo que na imagem resultante a média e a variância sejam mais semelhantes da imagem usada como referência, tornando desta forma passível de utilização.

Graça (2004) afirma que as técnicas mais utilizadas para a detecção de mudanças são subtração de imagem, razão entre bandas, e componentes principais. Ainda segundo a autora esses métodos tornam possível a identificação de alterações na resposta espectral em função do tempo tomado em um conjunto de imagens, tornando desta forma possível a análise dos padrões de ocupação antrópica.

Diversas são as técnicas de realce de imagem existentes, tais técnicas facilitam a interpretação visual e computacional dos elementos contidos nas imagens, dentre elas os chamados índices de vegetação.

Epiphanyo et al. (1996) e Paranhos Filho et. al. (2016) explicam o índice de vegetação, de aplicação comum, consistem em transformações lineares de bandas espectrais, geralmente nas faixas do vermelho (V) e infravermelho próximo (IVP) do espectro eletromagnético.

A utilização de tais índices possibilita o realce da condição vegetativa, além de correlacionarem-se com os parâmetros biofísicos da vegetação, como biomassa, índice de área foliar e percentagem de cobertura vegetal, tornando perceptível a detecção de mudanças na paisagem se analisadas temporalmente.

Rouse et al. (1973) propuseram o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), sua formulação pode ser explicitada pela seguinte equação:

$$NDVI = \frac{IVP - Ver}{IVP + Ver}$$

Onde: IVP = Valores de reflectância correspondente a faixa do infravermelho próximo; V = Valores de reflectância correspondente a faixa do vermelho.

Após a geração das imagens diferença provenientes das subtrações dos NDVI's dos períodos da análise, foi realizado o fatiamento dos mesmos. Nesta etapa, para a definição das classes foram utilizados os valores estatísticos das imagens diferenças como a média (μ) e variância (σ), conforme é apresentado na **Tabela 1**.

Tabela 1. Classes e valores para o fatiamento do NDVI Diferença.

Classes	Fatiamento
Mudança	($0, \mu - \sigma$)
Não Mudança	($\mu - \sigma$ a $\mu + \sigma$)
Regeneração	($\mu + \sigma$ a 255)

Após o fatiamento o resultado, um plano de informação temático, foi editado para a delimitação dos polígonos referentes aos desmatamentos da área, onde o reconhecimento dessas áreas se deu através das técnicas de interpretação visual aliado a sobreposição de imagens dos períodos distintos. Conforme ilustra a **Figura 03**, uma porção de área com floresta densa (A) e sua supressão caracterizada pela forma retangular, textura lisa com contornos bem definidos, típicos de ação antrópica (B).

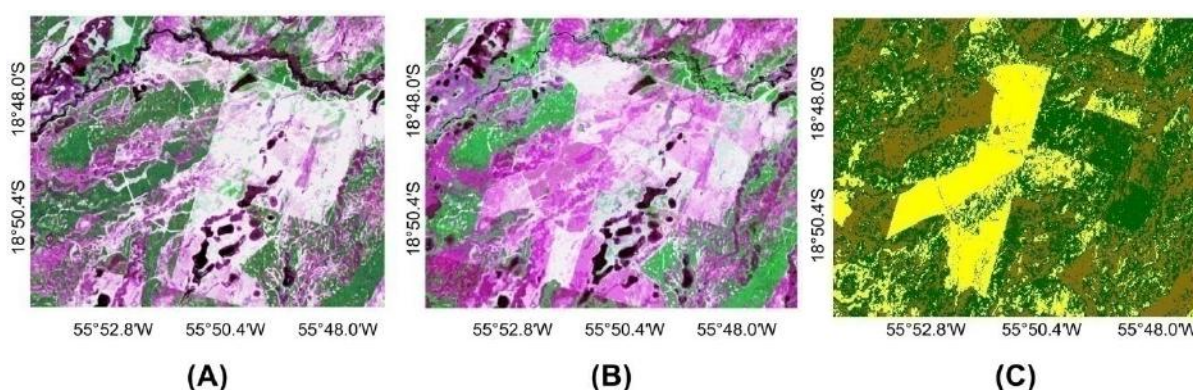


Figura 3. Imagem representativa de julho/agosto (A), outubro/setembro (B), e em amarelo evidenciando os locais de mudança entre os períodos (C).

Novo (2010) ressalta a vantagem das imagens digitais por permitirem a extração de informações específicas após o seu processamento, tornando possível a geração de uma nova imagem com o realce dos objetos de interesse.

Tendo o conhecimento da assinatura espectral dos alvos de interesse, as bandas espectrais são selecionadas visando os valores máximos e mínimos de reflectância afim de que sejam

expressos os gradientes da curva espectral dos objetos de interesse, de maneira que seja proporcionado o realce destes alvos (Sestini, 1999).

Com a utilização desse método, diferentes fenômenos são possíveis de serem identificados, delimitados e mensurados tais como, desmatamentos, queimadas, mudanças do uso da terra etc.

Graça (2006) salienta que técnicas digitais de detecção de mudanças permitem a identificação das alterações no padrão de resposta espectral da vegetação em função do tempo, ou por alterações fenológicas da própria cobertura vegetal ou então ocasionada pela intervenção humana.

Essas mudanças são possíveis de serem detectadas a partir das alterações nos valores de radiância dos pixels contido em um conjunto de imagens tomadas em períodos distintos (Silva, E. 2004).

Crósta (1992) afirma que a subtração de imagens é uma técnica bastante útil na identificação de diferenças no comportamento espectral dos alvos em imagens multi-espectrais. Ainda segundo o autor, a aplicação da técnica mostra-se eficaz na detecção de padrões de mudança na cobertura terrestre, evidenciando os diversos fenômenos ocorridos na paisagem.

A vantagem de utilizar imagens de sensoriamento remoto orbital consiste na geração de novas imagens através de transformações radiométricas em determinadas faixas espectrais de interesse (Ponzoni; Shimabukuro, 2007). Ainda segundo os autores, essas transformações permitem realçar o conteúdo de informação nas imagens com um número reduzido de bandas.

Para o monitoramento ambiental, alguns critérios são considerados relevantes para a compreensão do ritmo de tais mudanças como, a origem da alteração da paisagem, a intensidade de suas transformações no tempo e espaço, a direção em que ocorre a transformação do uso e cobertura da terra.

Segundo Pantoja et al., (2009 p, 6037) “existem muitos estudos sobre detecção de mudanças que se fundamentam em técnicas de Sensoriamento Remoto aplicados ao monitoramento da cobertura da superfície terrestre”. Através dos avanços nas técnicas de processamento digital de imagens, é possível a detecção das alterações no ambiente, permitindo então sua delimitação e mensuração.

Portanto, a detecção de mudanças foi realizada a partir da técnica subtração de imagem, pixel a pixel resultando em uma terceira imagem que representa as mudanças ocorridas onde os Índices de Vegetação dos distintos períodos foram submetidos a uma operação matemática no intervalo entre os mesmos.

4. Resultados e Discussão

A análise possibilitou à mensuração do desmatamento na sub-região da Nhecolândia no ano de 2017. A **Tabela 2** apresenta o resultado do desmatamento detectado. Verificou-se no total um desmatamento de 3.521,16 hectares. Sendo que, entre maio e junho observa-se uma área desmatada de 1.643,67 ha, constituindo 46,69% do total no período analisado. Estas áreas encontram-se na borda sudoeste do Pantanal da Nhecolândia, área essa que compreende a parte alta do pantanal, cuja característica é a consolidação do uso por pastagens.

Tabela 2. Área dos desmatamentos na sub-região da Nhecolândia em 2017.

Períodos 2017	Área (ha)	Representativo no ano (%)
Maio/Junho	1643,67	46,69%
Julho/Agosto	285,84	8,11%
Setembro/Outubro	1591,65	45,20%
Total	3.521,16	100%

Nos meses de julho e agosto foi observada uma área de desmatamento de 285,84 ha representando 8,11%, sendo a menor área desmatada em relação aos meses analisados. São fragmentos distribuídos na porção leste do alto pantanal da Nhecolândia, de acordo com a **Figura 4**.

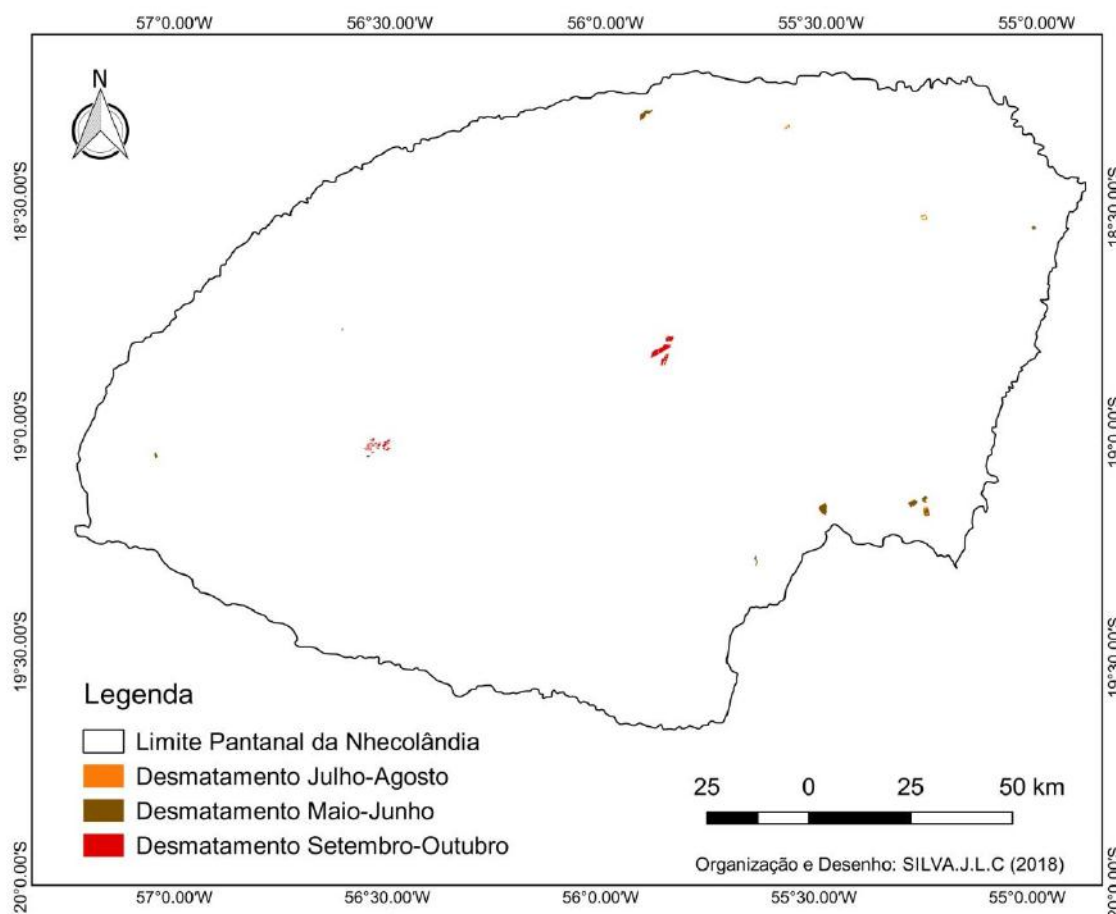


Figura 4. Localização dos desmatamentos no Pantanal da Nhecolândia em 2017

No último período da análise, entre os meses de setembro e outubro foi identificado 1.581,65 ha, totalizando 45,20% do total de áreas desmatadas, tem sua localização na porção centro-oeste da Nhecolândia.

De um modo geral, o desmatamento no Pantanal é constituído predominantemente de áreas muito pequenas, o que outrora foi observado por Gavlak et. al. (2013), que associa o aumento do desmatamento no Pantanal, predominantemente para a implantação de pastagens

cultivadas, à disponibilidade marcadamente sazonal das pastagens nativas, tanto em termos de quantidade de áreas quanto de qualidade das pastagens.

A perda de áreas naturais do Pantanal, além de todo o impacto ambiental gerado, também compromete a atividade turística e transforma a pecuária tradicional em uma tentativa de reproduzir equivocadamente o modelo de pecuária que se pratica no planalto e em outras regiões do país, onde as características ambientais são totalmente diferentes das existentes no Pantanal (Padovani et. al., 2004).

A obtenção de informações detalhadas e precisas sobre o espaço geográfico é uma condição necessária para as atividades de planejamento e tomada de decisões. Os mapas de uso da terra e de cobertura da terra são instrumentos que auxiliam a cumprir essa função, constituindo-se em mecanismos bastante adequados para promoverem o desenvolvimento sustentável do ponto de vista ambiental, e são imprescindíveis para o planejamento regional ou local do terreno (Araújo Filho, 2007).

5. Conclusão e Sugestões

A pecuária extensiva é a atividade predominante na sub-região da Nhecolândia, e a substituição da vegetação mais densa, sobretudo que ocupam as cordilheiras tem sido observada. O resultado da pesquisa apontou a inserção de 3.521,16 há em área de pasto no ano de 2017, correspondendo em pouco mais que 0,1% da área total desta sub-região. Considerando a importância do Pantanal no contexto social, econômico e ambiental, o monitoramento dessa região é importante para a manutenção desse.

A metodologia, de ampla aplicação, mostrou-se eficaz quanto à identificação de áreas de desmatamentos, apresentando resultados que indicam, localizam e mensuram estas áreas.

Neste sentido a utilização de produtos oriundos do sensoriamento remoto orbital apresenta-se em ferramentas de fundamental importância no auxílio do monitoramento de extensas regiões de difícil acesso como é o caso do Pantanal, por proporcionarem uma redução no tempo de deslocamento bem como nos custos de equipamentos e pessoal.

6. Referências

Abdon, Myrian. de Moura. **Fisionomias da vegetação nas sub-regiões do Pantanal brasileiro**. 2007. ISBN 85-17-00028-5, 85-60424-00-8. (INPE--/). Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/MTC-m13@80/2007/06.28.19.31>>.

Araújo Filho, Milton da Costa Araújo Filho; Meneses, Paulo Roberto; Sano, Edson Eyji; Sistema de classificação de uso e cobertura da terra com base na análise de imagens de satélite. **Revista Brasileira de Cartografia** N°. 59/02, Agosto 2007.

Câmara, Gilberto; Souza, Ricardo Cartaxo Modesto; Freitas, Ubirajara Moura; IiFernando Mitsuo; Spring: Integratingremotesensingand GIS byobject-oriented datamodeling. **Computers&Graphics**, v.20, n.3, p. 395-403, may-jun .1996.

Crósta, Alvaro Penteado. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Ed. Rev. - Campinas, SP: IGUNICAMP, 1992.

Epiphânio, José Carlos Nunes.; Gleriani, José Maria.; Formaggio, Antonio Roberto.; Rudorff, Bernardo Friedrich Theodor. Índices de vegetação no sensoriamento remoto da cultura do feijão. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 31, n. 6, p. 445-454, 1996.

Florenzano, Teresa Gallotti. **Iniciação em sensoriamento remoto**. 3. ed. ampl. e atual. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

Fomaggio, Antonio Roberto; Sanches, Ieda Del'Arco. **Sensoriamento remoto em agricultura**. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

Gavlak, André Augusto; Prado, Bruno Rodrigues do; Barros, Marco Aurélio. Padrões de ocupação no Pantanal brasileiro e sua dinâmica entre os anos de 2002 e 2008: sensoriamento remoto e mineração de dados espaciais aplicados à análise espaço temporal do desmatamento. **Anais** do XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de Abril de 2013, INPE.

Graça, Paulo Maurício Lima de Alencastro.; Santos, João Roberto dos.; Soares, João Vianei.; Souza, Paulo Eduardo Ubaldino de. Desenvolvimento metodológico para detecção e mapeamento de áreas florestais sob exploração madeireira: estudo de caso, região norte do Mato Grosso. In: **Anais...** XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Goiânia, GO, 16-21 abr, 2005. Anais...São José dos Campos: INPE, 2005, p.1555-1562. [INPE-12649-PRE/7941].

Moraes, Evlyn Márcia Leão de. **Sensoriamento remoto princípios e aplicações**. 4. ed. São Paulo: Blucher, 2010.

Padovani, Carlos Roberto.; Cruz, Mariane Letícia Leite da.; Padovani, Silvia Letícia Arthur Guien. Desmatamento do Pantanal Brasileiro para o ano 2000. **Anais...** IV Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-Econômicos do Pantanal. Corumbá/MS, 23-26 Nov 2004.

Pantoja, Nara Vidal.; Saito, Érika Akemi.; Fonseca, Leila.; Anderson, Liana Oliveira.; Soares, João Vianei.; Valeriano, Dalton de Morisson. Detecção de Mudanças a partir de imagens TM/Landsat na Amazônia Sul Ocidental. **Anais...** XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abr, 2009, INPE, p. 6037-6044.

Paranhos Filho, Antônio Conceição; Mioto, Camila Leonardo; Junior, José Marcato; Catalani, Thais Gisele Torres. **Geotecnologias em aplicações ambientais**. Ed. UFMS, Campo Grande, 2016. 383 pag.

Ponzoni, Flávio Jorge.; Shimabukuro, Yosio Edemir. **Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação**. São José dos Campos: A. Silva Vieira Ed., 2007. 127p.

Pott, Arnildo.; Pott, Vali Joana. Features and conservation of the Brazilian Pantanal wetland. **Wetlands Ecology and Management**, v. 12, p. 547-552, 2004.

Rosendo, Jussara dos Santos.; Rosa, Roberto. Análise da detecção de mudanças no uso da terra e cobertura vegetal utilizando a diferença de índices de vegetação. **Anais...** XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 Abr, 2007, INPE, p. 4209-4216.

Rouse, J.W.; Haas, R.H.; Chell, J.A.; DeFering, D.W. Monitoring vegetation system in the Great Plains with ERTS. In : Earth Resources Technology Satellite Symposium, 3. **Proceedings...** Washington: NASA, 1973. vol. 1, p.300-317.

Santos, João Roberto dos.; Krug, Thelma.; Araújo, Luciana Spinelli de.; Meira Filho, Gylvan.; Almeida, Cláudio Aparecido de. Dados multitemporais TM/Landsat aplicados ao estudo da dinâmica de exploração madeireira na Amazônia. **Anais...** X Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Foz do Iguaçu, PR, 21-26 abr, 2001. Anais... São José dos Campos: INPE, 2001, p. 1751-1755. [INPE-8219-PR/4008].

Sestini, Marcelo Francisco. **Variáveis geomorfológicas no estudo de deslizamentos em Caraguatuba – SP utilizando imagens TM-LANDSAT e SIG**. São José dos Campos, 1999. 140 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE.

Silva, Eristelma Teixeira de Jesus Barbosa. **Utilização dos índices de Vegetação do Sensor MODIS para Detecção de Desmatamentos no Cerrado: Investigação de Parâmetros e Estratégias**. 2004, 146 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2004.