

Eixo Temático: Inovação e Sustentabilidade

USO DAS TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO NO MONITORAMENTO DE ÁREAS VISANDO SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

USE TECHNIQUES IN REMOTE SENSING IN MONITORING AREAS AIMING ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY

Lorimar Francisco Munaretto, Jéssica Thalheimer de Aguiar, Fernanda Luiza Haumpenthal, Luis Paulo Baldissera Schorr e Lucas Ferreira Dias Nogueira

RESUMO

A utilização das técnicas e ferramentas de sensoriamento remoto contribuem significativamente na caracterização e análise de áreas ocupadas por recursos naturais, sendo esta uma maneira efetiva de coletar dados necessários para monitorar esses recursos que estão em mudanças contínuas em resposta à evolução natural e às atividades humanas. Com isso o presente trabalho teve como objetivo mostrar a importância do uso das técnicas do sensoriamento remoto para monitorar uma área com diferentes coberturas de solo visando sustentabilidade ambiental. A metodologia segue como base a utilização de uma imagem que foi obtida pelo satélite Landsat 4-5 TM, bem como o *software* chamado *Erdas Imagine* versão 2014, analisando as características de cobertura vegetal e os limites do lago existente na Unidade de Conservação Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, localizado na cidade de Alto Paraíso de Goiás. Nos resultados obtidos, a imagem supervisionada apresentou uma melhor diferenciação da área em estudo de acordo com os diferentes uso do solo. A partir dessa imagem pode-se observar com maior facilidade a delimitação do Lago da Serra da Mesa, córregos secundários e diferentes tipos vegetação do Parque, diferenciados agora por 11 classes de cobertura de solo com tonalidades diferentes de uma imagem comum.

Palavras-chave: Área de Preservação Permanente, cobertura vegetal, Unidade de Conservação, análise de imagens, *Erdas Imagine*.

ABSTRACT

The use of techniques and remote sensing tools contribute significantly in the characterization and analysis of areas occupied by natural resources, which is an effective way to collect data needed to monitor these resources are in continuous changes in response to natural evolution and human activities. Thus the present study aimed to show the importance of using the techniques of remote sensing to monitor an area with different soil covers aiming environmental sustainability. The methodology is based on an image obtained by the Landsat 4-5 TM satellite, as well the classification of the features by the *Erdas Imagine* software's 2014 version sensing tools use to differentiate vegetation coverage characteristics and the lake boundaries situated in the Chapada dos Veadeiros National Conservation Unity, located in Alto Paraíso de Goiás. On the obtained results, the supervised image presented a better study area differentiation, regarding the soil use. In spite of this image was possible to observe easily the Serra da Mesa lake delimitation, secondary steams and different vegetation types in the park, differentiated for 11 coverage classes, with distinct shades of a common image.

Keywords: Area of permanent preservation, Vegetation coverage, Protected Area, image analysis, *Erdas Imagine*.

1. Introdução

O sensoriamento remoto contribui significativamente em avanços no processo de planejamento e gestão ambiental possibilitando assim uma visão ampla do espaço, sendo possível visualizar mudanças na dinâmica da paisagem e demais informações do objeto que se quer analisar.

Dentre suas principais contribuições as temáticas voltadas ao meio ambiente e ao ordenamento territorial, o sensoriamento remoto e suas ferramentas de análise possibilitam avaliar a dinâmica da paisagem a partir da delimitação, controle do uso e ocupação do solo, diagnóstico de desmatamento, gestão dos recursos naturais, entre outras possibilidades indispensáveis ao bom desempenho do planejamento e gestão, auxiliando ainda no desenvolvimento dos planos de manejo ainda inexistentes em muitas unidades de conservação (Fernandes et al., 2013).

Segundo MOTA (1981) o uso inadequado do solo pelo homem é um fator agravante da degradação ambiental e desequilíbrio ecológico. É necessário que a atuação do homem no meio ambiente seja planejada e ações mitigadoras sejam implementadas, daí faz-se de grande valia a construção de mapas de uso do solo, dentre outros, através do uso das imagens de satélite e ferramentas de sensoriamento remoto que portam-se como fonte de dados espaço temporais permitindo a avaliação da forma como tem se dado o uso do solo em determinada região. Para isso a escolha da imagem e da metodologia de classificação do uso do solo deve ocorrer de acordo com as necessidades do usuário e com as características da região.

O diagnóstico ambiental do uso e ocupação do solo, através de ferramentas do sensoriamento remoto e da correlação entre os recursos naturais, possibilita a distinção de áreas o que contribui para se obter uma visão mais significativa daquelas destinadas à preservação e recuperação ambiental, subsidiando a indicação de formas viáveis de exploração racional das terras, capazes de garantir a sustentabilidade ambiental.

Nesse contexto, o objetivo do trabalho consiste em demonstrar a aplicação das técnicas do sensoriamento remoto no monitoramento de áreas a fim de contribuir para a sustentabilidade ambiental. O estudo está dividido pelos seguintes capítulos, além da introdução, o segundo capítulo apresenta a revisão da literatura, após o terceiro capítulo apresenta o procedimento metodológico, o quarto capítulo apresenta os resultados e por fim as conclusões.

2. Revisão da literatura

O sensoriamento remoto pode ser definido como sendo o conjunto de atividades relacionadas com a aquisição e a análise de dados coletados por sistemas óptico-eletrônico (sensores) capazes de detectar e registrar o fluxo de energia radiante refletido ou emitido pelos alvos. Geralmente esses alvos são objetos localizados sobre a superfície terrestre, mas podem estar sobre outros astros (SWAIN & DAVIS, 1978).

MATHER apud PEREIRA (1995), explicam que as imagens de sensoriamento remoto não são mapas e que, frequentemente, há necessidade que sejam extraídas informações das imagens para posterior integração com dados de mapas, em um sistema de informações geográficas. A agregação a uma imagem de sensoriamento remoto de escala e projeção conhecida é definida como correção geométrica.

Moreira (2003) explica que o Sensoriamento Remoto assume um papel importante no monitoramento e na estimativa de diversos fenômenos, servindo de suporte para a tomada de decisões e análises relacionadas aos objetos em estudo, pois os sensores a bordo dos satélites apresentam recursos que permitem obter informações que proporciona a facilidade no estudo dos fenômenos analisados. A utilização das imagens obtidas por meio do Sensoriamento Remoto é feita através da técnica do Processamento Digital de Imagens (PDI),

este por sua vez, tem a finalidade de facilitar a análise e interpretação das imagens para um melhor entendimento do usuário.

Segundo ROSA (1994), os dados fornecidos pelos levantamentos de uso da terra contribuem para previsões de safras e sua comercialização, avaliar cobertura florestal e suas alterações, ou determinar novas áreas de expansão agrícola e florestal, bem como na definição de áreas a serem preservadas.

ANDERSON (1979) explica que o conhecimento concernente ao uso da terra torna-se cada vez mais importante na medida em que a nação planeja superar os problemas de desenvolvimento ao acaso, de forma descontrolada, provocando a deterioração da qualidade ambiental, perda das primitivas terras agrícolas, destruição de importantes terras úmidas, perda do *habitat* dos peixes e da fauna silvestre. Ressaltam ainda que o mapeamento de uso da terra torna-se muito importante devido a uma diversidade de casos que necessitam dessas informações como: inventário de recursos hídricos, controle de inundações, planejamento do abastecimento de água e tratamento de esgotos, a avaliação do impacto ambiental resultante do desenvolvimento de recursos energéticos, o manejo dos recursos da vida silvestre, a minimização dos conflitos do ecossistema homem/vida silvestre.

O desenvolvimento de um sistema para classificar dados sobre uso da terra, obtidos a partir da utilização de técnicas de sensoriamento remoto, tem sido muito discutido. O tipo e a quantidade de informações sobre uso da terra dependem da resolução espacial, radiométrica, espectral e temporal dos diferentes sistemas sensores. O tamanho da área mínima capaz de ser descrita como pertencente a uma determinada categoria (classe) de uso da terra depende da escala e resolução dos dados originais, além da escala de compilação e da escala final de apresentação (ROSA, 1995).

Em termos silviculturais, desde o início do século, o conceito de sustentabilidade significa assegurar e, em certos casos, até aumentar a produtividade da floresta. Este conceito tem como princípio básico que a colheita não pode exceder à capacidade produtiva do sítio, sendo a floresta considerada como uma unidade individual de manejo (Schlich, 1925).

Em planejamento florestal, é comum que a base de informações seja oriunda de dados remotos, obtidos por imagens de satélites, fotografias aéreas e imagens de radar. Moreira (1984) explica que os satélites da série Landsat aparecem em destaque, quando se objetiva o monitoramento dos recursos florestais no Brasil, uma vez que eles fornecem dados com características multiespectrais e repetitividade a cada dezesseis dias a um custo irrisório quando comparados aos métodos alternativos. Essas características viabilizam o uso de dados do *Landsat*, principalmente em estudos regionais, envolvendo grandes áreas.

As imagens obtidas por sensores a bordo de satélites orbitais têm demonstrado um grande potencial para monitorar ou detectar mudanças na cobertura florestal sobre grandes áreas geográficas multidisciplinar entre diversas Ciências (NOVO, 1992).

As Áreas de Preservação ambiental fazem parte do desenvolvimento sustentável do país. Essa necessidade de preservação junto ao desenvolvimento veio à tona quando a humanidade percebeu a importância de incluir o meio ambiente na sua modernização e no seu crescimento econômico. (MUCHONEY e HAACK, 1994). As APPs em torno dos cursos d'água exercem importância fundamental para os recursos hídricos, servindo de filtro para evitar a sua contaminação por fertilizantes e agrotóxicos, para a retenção hídrica no solo e subsolo, para a contenção dos processos erosivos e assoreamento dos rios, bem como favorecendo a manutenção da biodiversidade (RESENDE, 1996).

Já é comum o uso das imagens de satélite na Biologia, para controle de áreas degradadas, proteção ambiental, monitoramento da qualidade da água e do ar de diversos locais, assim como para determinar áreas de ocorrência de espécies. Além dessas, o sensoriamento remoto pode ter outras aplicações em vários campos do conhecimento, pois resulta de um trabalho o lugar da natureza na teoria econômica e nas práticas do

desenvolvimento, internalizando condições ecológicas da produção que assegurem a sobrevivência e um futuro para a humanidade (LEFF, 2001).

A manutenção, estudo e preservação das áreas restantes de florestas tropicais e outros sistemas ecológicos tornou-se prioridade em diversos países e cada vez mais se cria e investe em áreas de proteção ambiental. No Brasil, a maneira de se manejar e manter áreas de proteção e conservação ainda é precária e alvo de muitas discussões. O controle de impactos e monitoramento dessas áreas é importante para a conservação dos remanescentes, além de um desafio para as instituições encarregadas de tal tarefa. Há preocupações também em relação à conservação do bioma Pampa, no Sul do país (BRASIL, 2015).

A degradação do meio ambiente, o uso não sustentável dos recursos naturais e as mudanças climáticas têm sido algumas das preocupações recorrentes de vários cientistas no mundo inteiro (IPCC, 2007a). Os temas acima, de grande abrangência e complexidade, necessitam cada vez mais da adoção de metodologias de monitoramento sistemático e sinóptico. Destaca-se, assim, o sensoriamento remoto como uma importante ferramenta à análise e controle das questões ambientais.

Um dos biomas que mais tem sofrido pela falta de observância da legislação ambiental é o Cerrado, que corre sério risco de extinção. De fato, o Cerrado é considerado pela *Conservation International* como uma das 34 áreas prioritárias para conservação da biodiversidade mundial (*hotspots*), com estimativa de perda anual de cobertura vegetal nativa de 1,5%, ou seja, aproximadamente três milhões de hectares/ano, em virtude dos altos índices de desmatamento (MACHADO et al., 2004).

Frente a essa situação, o sensoriamento remoto tem se mostrado um instrumento de grande utilidade para o monitoramento de grandes áreas, a fim de verificar a observância à legislação ambiental. As imagens geradas por meio de satélites estão cada vez mais em voga e se popularizam a cada dia, mormente após a divulgação gratuita pela internet, por meio de iniciativas como o Google Earth, já acessado por milhões de pessoas no mundo todo (FERREIRA e FERREIRA, 2008).

3. Metodologia

O estudo possui abordagem metodologia qualitativa. Os dados foram coletados no Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, localizado no nordeste do estado de Goiás, pertencendo aos municípios de Alto Paraíso de Goiás, Cavalcante e Colinas. O parque é uma unidade de conservação brasileira de proteção integral à natureza, possui cerca de 65.510 ha de vegetação típica de cerrado de altitude, centenas de nascentes e cursos d'água, rochas antigas e outras inúmeras belezas, com feições que se alteram conforme a época do ano.

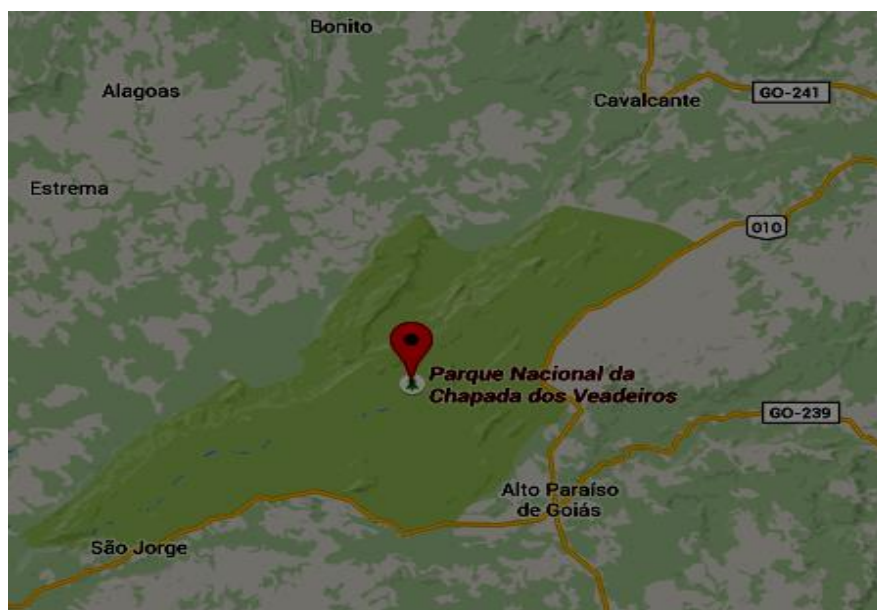


Figura 1. Localização geográfica do Parque Nacional Chapada dos Veadeiros.

Fonte: Google maps (2015).

Para a realização deste monitoramento, foi utilizada a técnica de avaliação de imagens de satélite pelo programa *Erdas Imagine 2014*. Na primeira etapa, utilizou-se uma imagem do *Landsat 4-5 TM* que foi recortada nas coordenadas que condizem com a localização do parque. Após isso, foi realizada a máscara de água a partir da seleção de um valor de pixel que diferencia a porção de terra da porção água do local. Este valor de pixel foi encontrado a partir da média de 3 valores de cada porção utilizando a ferramenta de análise *Inquire tool*. O valor da média utilizado foi 25.

A classificação de imagens de satélites tem como objetivo distinguir e identificar as características dos diferentes alvos em uma imagem de satélite, a exemplo das classes de vegetação, usos do solo, tipos de rochas, entre outros. Contudo, a técnica de classificação de imagens apresenta limitações no que se refere a simplificação das informações contidas em uma imagem, pois na verdade existe grande complexidade em uma cena de satélite (CRÓSTA, 1999).

Nesse contexto foi realizada a classificação supervisionada da imagem local. Para isto, foram selecionados 11 polígonos que representassem diferentes classes da cobertura ou uso do solo. Após a seleção dos polígonos, diferentes cores foram selecionadas para cada classe buscando a melhor representação do local e a diferenciação entre essas. Foram realizadas correções das colorações até os autores concluírem que a final representa-se a área corretamente.

4. Apresentação e Análise dos Resultados

Na sequência apresentam-se os resultados do estudo. O programa *Erdas Imagine 2014* possibilitou a redução da área da imagem normal para as coordenadas que delimitam o Parque. Esta Imagem é apresentada na Figura 2.

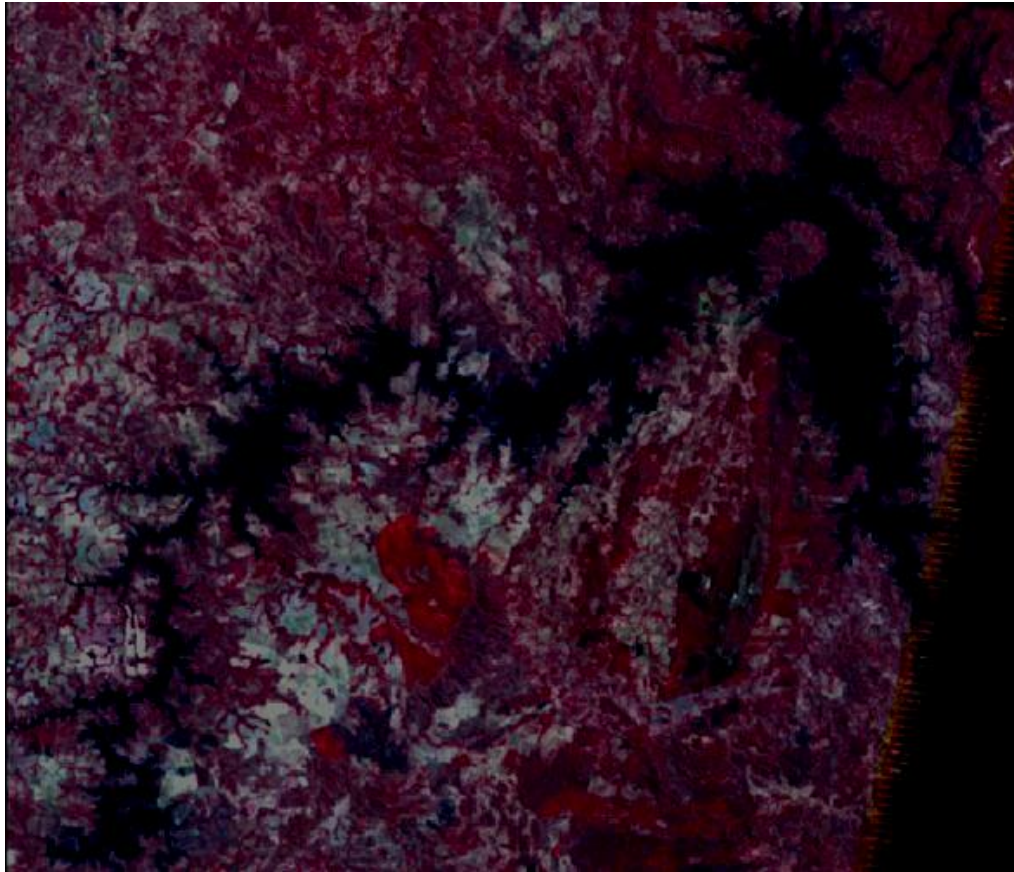


Figura 2. Landsat 4-5TM, imagem do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros.

Fonte: Dados da pesquisa.

A partir da construção de uma máscara de água (Figura 3) percebe-se as fronteiras entre água e terra, em vista da alta variância devido à grande diferença espectral entre os dois segmentos. Por isso, após a construção da máscara, o resultado da Imagem gerada apresentou um padrão preto e branco. A parte de coloração branca indicando a água presente no Lago da Serra da Mesa e outros corpos d'água, fator que representa todos o regime hídrico do local, e a parte de coloração preta indicando a solo em diferentes usos, fator que representa toda área que não pertence ao regime hídrico, como vegetações, áreas urbanas, solos expostos. Alguns pontos brancos também podem ser considerados ruídos, já que foram evidenciados poucos pontos de nuvens na imagem.

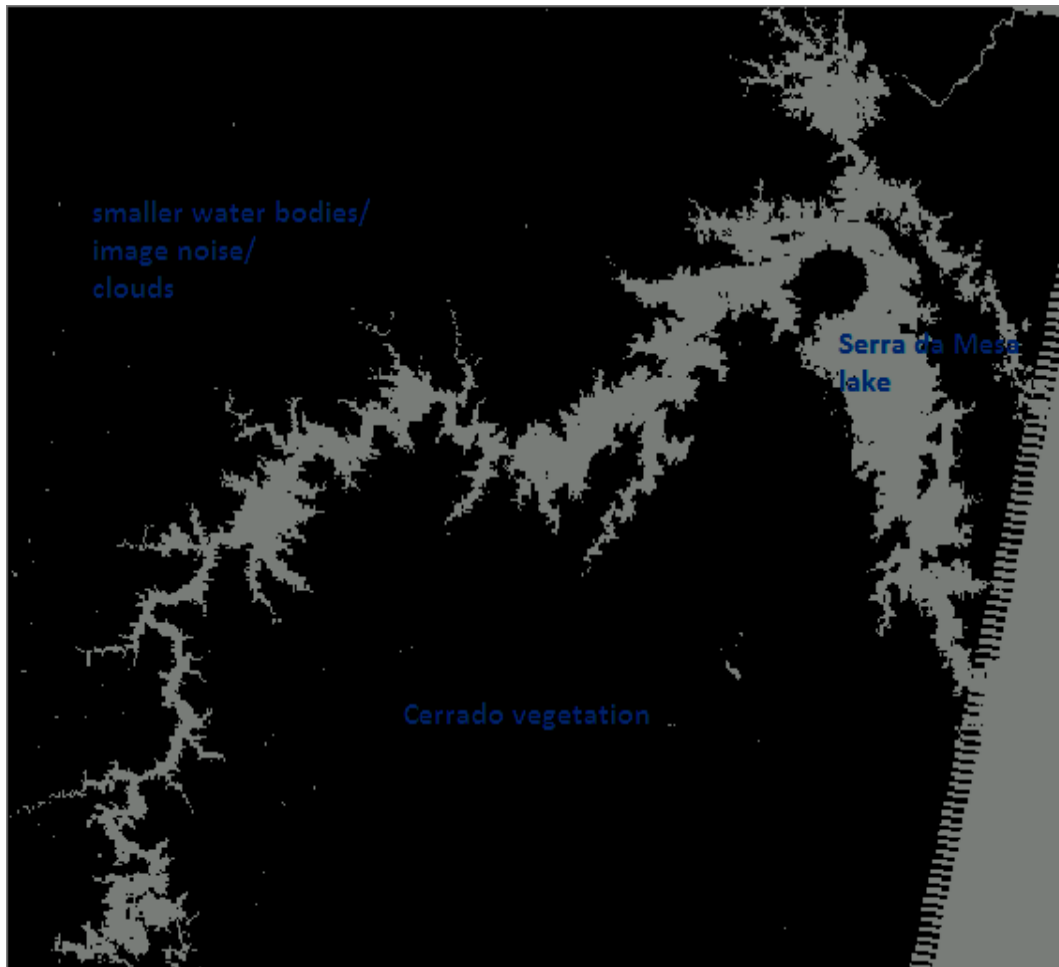


Figura 3: Imagem com o pixel caracterização da máscara d'água
Fonte: Dados da pesquisa.

A figura 3 tem grande importância e demonstra a facilidade da utilização das técnicas do sensoriamento remoto no monitoramento e controle de áreas com recursos naturais. Esta máscara de água é útil por distinguir os corpos d'água da porção terra, e com isso fornecer informações para diversas áreas, como a gestão hidrológica, regimes hídricos, legislação ambiental e navegabilidade. Analisando a questão ambiental onde buscamos a sustentabilidade e manutenção dos recursos naturais, pode-se perceber que devemos analisar a porção em torno a esses corpos d'água que devem ser de Áreas de Preservação Permanente. Ou seja, nestas áreas devem ser localizadas vegetação nativa do bioma cerrado.

Após a aplicação das técnicas de sensoriamento remoto e a *Landsat 4-5TM*, foi desenvolvida também a imagem supervisionada com 11 classes de diferenciação da cobertura ou ocupação de solo. As características de formação do parque nacional das Chapada dos Veadeiros foram destacadas através da utilização de diferentes cores e tonalidades que ajudam na percepção das diferentes áreas. A nova imagem facilita o entendimento do uso do solo conforme sua finalidade. Na figura 4 se apresentada imagem supervisionada gerada pelo programa *Erdas Imagine 2014*.

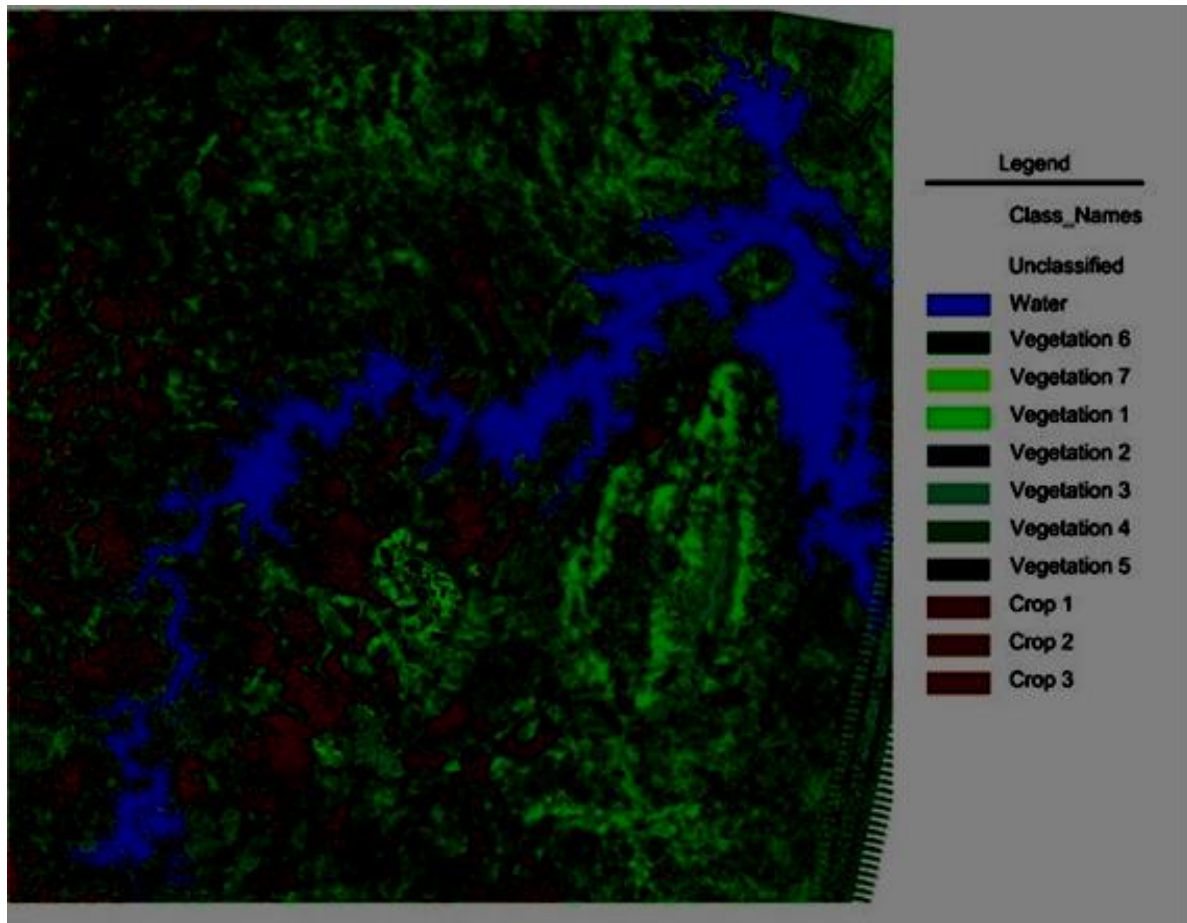


Figura 4. Imagem supervisionada do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros.
Fonte: Autor, 2014

A figura 4 é uma imagem de classificação supervisionada que tem potencial de diferir a condição de cobertura do solo do Parque. As classes de coloração verde escuro denominadas *Vegetation 6, 7 e 1* representam respectivamente vegetações densas ou florestas. Por outro lado, as demais tonalidades de verde, denominadas *Vegetation 2, 3, 4 e 5*, são áreas onde a vegetação é predominantemente composta por vegetação rasteiras ou áreas de vegetações esparsas.

A classe denominada *water*, na tonalidade azul representa a porção de água no terreno. Esta coloração diferenciou de maneira satisfatória todo o limite do Lago. Também foi possível a verificação de canais secundários ligados ao lago com esta classe de diferenciação. A coloração azul destacou a boa diferenciação da porção de terra e a porção de água no terreno.

Os tons de vermelho, pertencentes as classes *Crop 1, 2 e 3* são as áreas que apresentam na imagem de satélite uma padronização semelhante aquela encontrada em áreas de plantação. Isto pode ser percebido através do formato das mesmas. Outro motivo que exalta este resultado foi o conhecimento de que a área do parque já foi usada como plantação antes da sua implementação. Com isso tornou-se possível o monitoramento dessa área para recuperação da mesma garantindo que se realize o replantio de árvores quando necessário, contribuindo para a sustentabilidade ambiental.

Portanto, a utilização desta análise, juntamente com a máscara d'água facilita a diferenciação de certos pontos hídricos que não vistos com imagens normais, demonstrando onde devemos recompor a APP por meio do reflorestamento.

O uso de ferramentas de sensoriamento remoto no ordenamento territorial tem sido frequente devido a várias vantagens proporcionadas, principalmente no que diz respeito à elaboração de mapas de uso da terra e para visualizar práticas que causam deterioração ao meio

ambiente. Mediante as análises, foi possível diferenciar a área e sendo assim a classificação mostrou se útil para a inclusão de uma legenda pertinente às características da área, proporcionando um monitoramento ambiental adequado e de fácil aplicação, voltado para a busca da sustentabilidade do parque, bem como de todo bioma cerrado.

5. Conclusões

O monitoramento das áreas do Parque Nacional Chapada dos Veadeiros se mostra importante em vista de sua importância para as atividades turísticas regionais e para a manutenção da sustentabilidade do bioma do cerrado. Essa unidade de conservação é um importante centro dispersor de drenagem, com a maioria de seus rios escavando vales em forma de "V". Entre as espécies da fauna que habitam o parque, cerca de cinquenta são classificadas como raras, endêmicas ou sob risco de extinção na área, sendo assim, é essencial que se faça um controle para a manutenção dos recursos naturais. Para esta manutenção, o uso de técnicas de sensoriamento remoto se mostra eficiente para distinguir a cobertura de solo para a recuperação de áreas de solo desnudo ou degradado, bem como para a recomposição de APP em torno dos recursos hídricos locais.

Conclui-se que a análise da imagem demonstrou eficiência na representação sobre as diferentes características de cobertura vegetal e os limites do lago, pois se obteve uma imagem com uma visão significativa em que consta uma boa diferenciação das partes observadas.

Sendo assim verifica-se a funcionalidade das ferramentas do sensoriamento remoto nas áreas de estudo ligadas com o meio ambiente, onde estas ferramentas proporcionaram rapidez de trabalho, grande eficiência e um resultado satisfatório que nos auxilia no entendimento das diferentes áreas, como vegetações, lagos e cidades e isso fez com que fosse possível a visão da necessidade de ser feita uma recomposição da Área de Preservação Permanente nas áreas onde se encontram plantações agrícolas em torno do rio.

6. Referências bibliográficas

ANDERSON, Jr. **Sistema de Classificação do uso da terra e do revestimento do solo para utilização com dados de sensores remotos**. Rio de Janeiro, IBGE, 1979.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Marluza Mattos. Grupo de trabalho terá agenda para conservação do bioma Pampa. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/noticias/ultimas_noticias/bioma_pampa/view?searchterm=biomas>. Acesso em: 20 mai. 2015.

CRÓSTA, Á. P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Campinas: IG/UNICAMP, 1999. 170 p.

FERNANDES, W. A. A. ; RODRIGUES, W. L. J. ; GONCALVES, A. C. O. ; SANTOS, V. C. ; PIMENTEL, M. A. S. **Geoprocessamento Aplicado à Gestão de Unidades de Conservação de uso Sustentável: O Caso da RESEX Marinha de São João da Ponta PA**. In: **XV Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**, 2013, Vitória. Anais do Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, v. 15. p. 851-859, 2013.

FERREIRA, N.C.; FERREIRA, M.E. **Sensoriamento remoto da vegetação: Evolução e estado da arte**. Acta Scientiarum, 2008 (no prelo).

IPCC. *Painel Intergovernamental sobre mudança do clima. Mudança do clima 2007: Impactos, adaptação e vulnerabilidade*. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/50400.html>. Acesso em 10/05/2015.

LEFF, Enrique. **Epistemologia Ambiental**. Trad. Sandra Valenzuela. São Paulo: Cortez, 2001.

MACHADO, R.B.; NETO, M.B.R.; PEREIRA, P.G.; CALDAS E.F.; GONÇALVES D.A.; SANTOS N.S.; TABOR K.; STEININGER, M. *Estimativas de perda do cerrado brasileiro. Conservação Internacional*. Brasília, 2004.

MOREIRA, M. **Identificação de reflorestamentos por meio da análise quantitativa de imagens orbitais Landsat**.1984. 65 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1984.

MOREIRA, M.A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 2.ed. Viçosa-MG: UFV, 2003. 307 p.

MOTA, S. **Planejamento Urbano e Preservação Ambiental**. Fortaleza, Edições UFC, 1981.

MUCHONEY, D. M.; HAACK, B. N. Change detection for monitoring forest defoliation. **International Journal of Remote Sensing**, London, v.60, n.10, p.1243-51, 1994.

NOVO, E. M. L. de M. **Sensoriamento Remoto - Princípios e Aplicações**. 2ª ed. , São Paulo, Editora Edgard Blücher, 1992. 308 p.

PEREIRA, R. S. **Sistema de tratamento de imagens multiespectrais digitais**. Curitiba: UFPR, 1995. 267 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, 1995.

RESENDE, M.; KER FILHO, J.C.; BAHIA FILHO, A.F.C. Desenvolvimento sustentado do cerrado. In: ALVAREZ, V; FONTES L.E.F.; FONTES M.P.F. (Org.). *O solo nos grandes domínios do Brasil e o desenvolvimento sustentado*. p. 169-197. Viçosa: UFV, 1996.

ROSA, O. **Mapa de Uso da terra do município de Santa Maria - RS**, adaptado à criança de 4º série do 1º grau. Santa Maria. 1994. 72 p. (monografia).

ROSA, R.. **Introdução ao Sensoriamento Remoto** - EDUFU- 1995.

SCHLICH, W. **Manual of forestry: forest managment**. 5.ed. London: Bradbury, 1925. v.3, 383p.

SWAIN, P. H. ; DAVIS, S. M. **Remote Sensing: The Quantitative Approach**. McGraw - Hill, 1978. 396 p.