

Uso e ocupação da Terra na Bacia Hidrográfica do Ribeirão São João, Porto Nacional-TO: uma análise espaço-temporal

Emerson Figueiredo Leite^{1,2}
Roberto Rosa²

¹ Universidade Federal do Tocantins - UFT
Rua 07 Qd. 15 s/nº - Jardim dos Ipês, CEP 77.500-000/Porto Nacional, TO
figueiredo_geo@uft.edu.br

² Universidade Federal de Uberlândia-UFU
Instituto de Geografia-IG – Programa de Pós-Graduação em Geografia-PPGEO
Av. João Naves de Ávila, 2160 - Campus Santa Mônica - CEP 38.408-100 Uberlândia - MG

Abstract. The use, occupancy and coverage of the Earth present nowadays an accelerated dynamics. Earth's monitoring is essential and subsidizes the planning and management of natural and anthropogenic spaces. The watershed of Ribeirão São João is the subject of this paper and it's located in the State of Tocantins, Brazil with an area of about 8.882,1968 hectares. The remote sensing of the dynamics of use and occupancy of the Earth and the consequent removal of dense vegetation in the studied watershed is the objective of this article. It was possible to check through remote sensing images analysis, that in the period of time from the years of 1980 to 2010 a significant reduction in the area occupied by dense vegetation, the increase in the urban area of Porto Nacional in the state of Tocantins, which has been reflected in the environmental quality of the basin. Due to the importance of trees maintenance, the riparian forests of this watershed for its ecological functions, there is a need to check the possibilities of adopting conservationist practices that minimize the deforestation effects, and maintain the current remains and recover relevant areas of environmental interest.

Keywords: use, occupancy and coverage of the Earth; images classification; hydrographic basin.

1. Introdução

O estudo do uso e ocupação da Terra, explica Rosa (2007, pag. 163), “consiste em buscar conhecimento de toda a sua utilização por parte do homem ou, quando não utilizado pelo homem, a caracterização dos tipos de categorias de vegetação natural que reveste o solo, como também suas respectivas localizações”.

A constante abertura de novas áreas para o aproveitamento agropecuário bem como a expansão de áreas urbanas tem deixado marcas na superfície terrestre, determinadas pelo uso e ocupação da Terra, com uma consequente supressão e fragmentação da vegetação primária.

Costa *et all.* (2003, pag. 16) explica que a “fragmentação é o fenômeno de redução da unidade de vegetação anterior, assim como o isolamento das áreas remanescentes em consequência do desmatamento”. Dentre os principais efeitos que repercutem da fragmentação, os autores colocam o efeito de borda, o isolamento de espécimes animais e vegetais, cessão de fluxos genéticos e consequente extinção de espécies.

Inclui-se, também, a erosão, conforme explicam Araujo *et. all.* (2005, pag. 34), “embora [...] possa ocorrer sem a intervenção humana, na prática ela geralmente é iniciada e/ou acelerada por atividades antrópicas que causam o desaparecimento da cobertura protetora da vegetação natural ou danificam a estrutura do solo”.

Preservar os fragmentos de vegetação que ainda existem é de fundamental importância. Pott & Pott (2003, pag. 50) coloca que “os remanescentes florestais deveriam ser estudados e valorizados, para conservação e para sua utilização como recurso renovável”. O autor é enfático em colocar como principal função destes remanescentes a possibilidade de, através das matrizes de sementes, promover a reposição florestal e recuperação de áreas degradadas.

Nesse mesmo sentido, o “conhecimento atualizado da distribuição e da área ocupada” pelas classes temáticas de uso e ocupação da Terra, “bem como seu histórico”, que nos possibilita “informações sobre as proporções de suas mudanças”, são cada vez mais necessários em processos de tomada de decisão pelos planejadores quanto ao uso e ocupação (ROSA, 2007).

No atual estado da arte o Sensoriamento Remoto nos traz a possibilidade de uma análise espaço-tempo da supressão e conseqüente fragmentação da vegetação a partir da interpretação de imagens multiespectrais e multitemporais amplamente difundidas no Brasil. Exemplo disso são as imagens produzidas pelos satélites da série Cbers e Landsat, que são distribuídas no Brasil desde a década de 70 pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE. Esses produtos, submetidos a metodologias de interpretação de imagens e associadas a procedimentos de classificação supervisionada no *software* Spring-INPE, subsidiam fundamentalmente a detecção do desmatamento, possibilitando uma análise temporal, a gestão e o planejamento destas áreas.

A área de estudo deste artigo é a Bacia Hidrográfica do Ribeirão São João, Porto Nacional-TO. Esta bacia possui uma área de aproximadamente 8.882,1968 hectares e está situada no retângulo envolvido pelas seguintes coordenadas geográficas: canto inferior esquerdo com longitude (φ) O 48°28'00" e latitude (λ) S 10°50'00"; canto superior direito com longitude (φ) O 48°11'00" e latitude (λ) S 10°40'00" conforme articulação apresentada pela **Figura 01**.

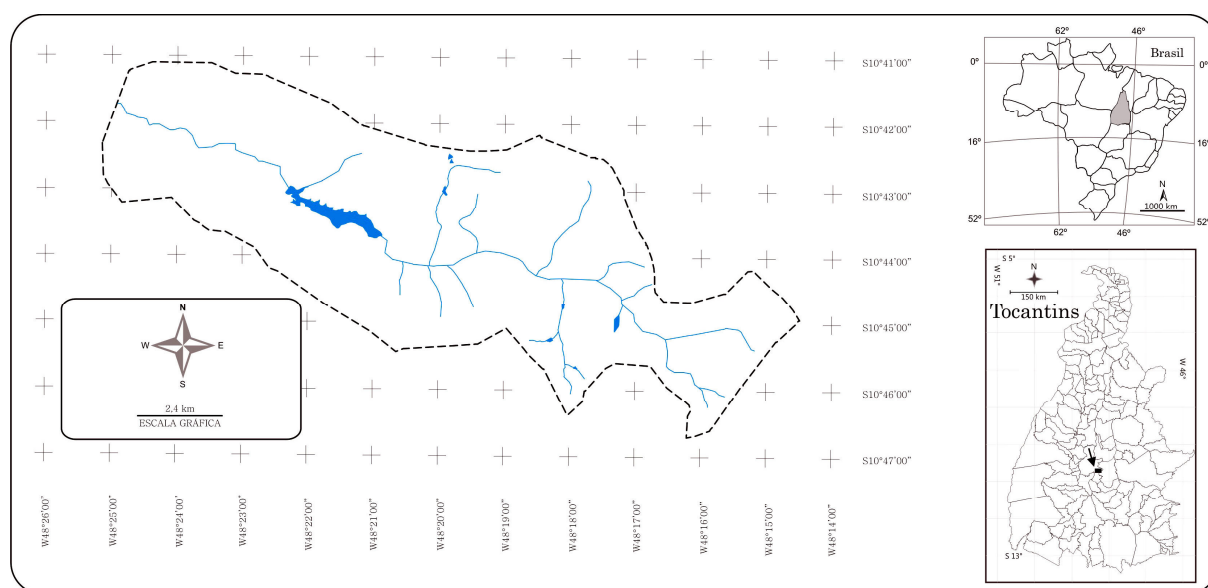


Figura 01: Articulação da Bacia Hidrográfica do Ribeirão São João, Porto Nacional/TO.

Conforme caracterizado pela Seplan-TO (2008) a bacia hidrográfica situa-se na regionalização climática C2wA'a' (*Thorntwaite*), apresentando um clima úmido subúmido com moderada deficiência hídrica no inverno, evapotranspiração potencial média anual de 1.500 mm, distribuindo-se no verão em torno de 420 mm ao longo dos três meses consecutivos com temperatura mais elevada. O curso principal que dá nome a bacia hidrográfica, Ribeirão São João, possui aproximadamente 20 km de extensão. Suas nascentes situam-se na Depressão do Alto Tocantins (Domínio dos complexos metamórficos e sequência Vulcano-sedimentar do arqueano e do proterozóico inferior) e a maior parte de seu curso percorre as Depressões Longitudinais do Tocantins (Domínio das bacias sedimentares páleo-mesozóicas e meso-cenozóicas). Há a predominância de formas de dissecação suaves e

colinas com altitude variando entre 200 e 300m, além de outras áreas com elevações que chegam a 600 metros de altitude, cujos topônimos são Morro do Lajeado (São João) e Serra Manoel do Carmo, esta última na porção leste da bacia. Os solos são caracterizados por Latossolos e Litossolos, sendo que os primeiros predominam. A vegetação original é o Cerrado com presença de matas de galeria.

Objetiva-se com este trabalho verificar com técnicas do sensoriamento remoto, o uso, ocupação e cobertura da Terra no período de 1980 a 2010 e diagnosticar o desmatamento da vegetação mais densa na Bacia Hidrográfica do Ribeirão São João-Porto Nacional/TO.

2. Metodologia do trabalho

Foram solicitadas e obtidas através de *download* no *site* do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE as seguintes imagens de satélite: Landsat 3 (238/67) de 08 de junho de 1980; Landsat 5 (222/67) de 16 abril de 1990; Landsat 5 de 30 de junho de 2000 e uma cena do IRS6 (RessourceSat-327/084) do dia 04 de agosto de 2010.

Após, passou-se ao pré-processamento digital destas imagens. Estas cenas foram registradas (correção geométrica) no *software* Spring/INPE tendo como referencia uma cena Geocover 2000 (S-22-10_2000), e incorporadas a um banco de dados geográfico. Depois, para melhor reconhecimento dos alvos imageados, realizou-se um realce de contraste. Elaborou-se uma chave de interpretação das principais classes a serem imageadas, levando em conta a composição colorida para Landsat 3 (4B5R7G), Landsat 5 (3R4G5B) e RessourceSat-1 (3R4G5B). Estes procedimentos são amplamente discutidos em Novo (1992), Crósta (1992), Rosa (2007), Jensen (2009),...

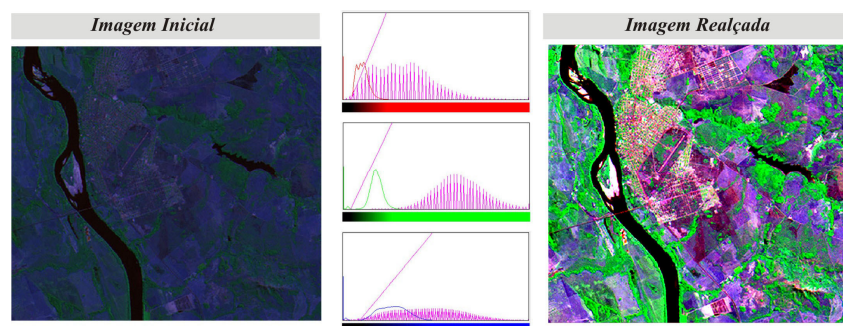


Figura 02 – Realce de imagem para melhor interpretação

Preparada a imagem, passou-se ao procedimento de classificação. Esta operação consiste na extração de informações das imagens supracitadas no intuito de reconhecer padrões e objetos homogêneos. A informação espectral de uma cena pode ser representada por uma imagem espectral, onde cada “*pixel*” tem as coordenadas espaciais x , y e a coordenada espectral L , que representa a radiância de um alvo no intervalo de comprimento de onda de uma banda espectral. Utilizamos neste trabalho os Classificadores “*pixel-a-pixel*” do Spring® que utilizam apenas a informação espectral, isoladamente, de cada *pixel* para achar regiões homogêneas, agrupando-os de acordo com Classes Temáticas determinadas (CÂMARA *et al*, 1996).

No processo de classificação qualifica-se cada *pixel* disposto na imagem, adotando os mesmos procedimentos da análise visual de imagens. Assim, resgatamos aspectos como padrão, tonalidade e cor, forma e tamanho, textura e sombra, qualidade do produto, somadas a experiência do interprete acerca da área de estudo e dos processos de interpretação. O alvo

estudado ganha, assim, denominações genéricas de classes ou classes temáticas, conforme explica Moreira (2007).

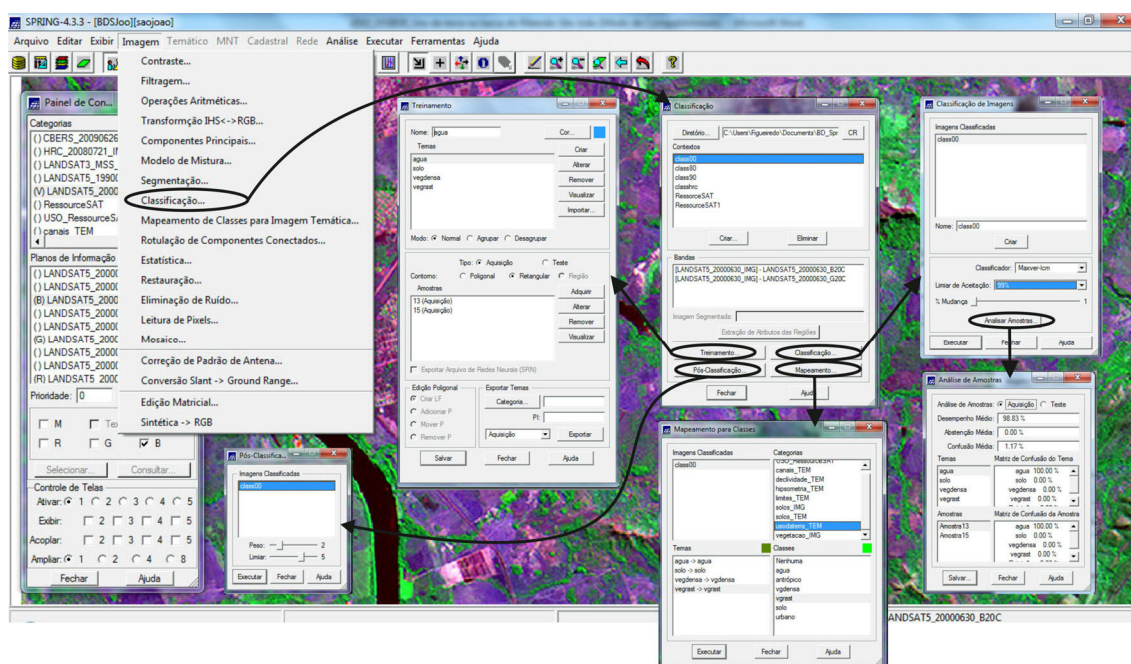


Figura 03 – Esquema para classificação de imagens no Spring 4.3.3

No Spring, optou-se pela classificação MAX-VER ICM. Aqui, enquanto o classificador MAXVER associa classes considerando pontos individuais da imagem, o classificador MAXVER-ICM (*Iterated Conditional Modes*) considera também a dependência espacial na classificação. Inicialmente a imagem é classificada conforme propõe o algoritmo MAXVER atribuindo classes aos “*pixels*”, considerando os valores de níveis digitais. Na sequência, leva-se em conta a informação contextual da imagem, ou seja, a classe atribuída depende tanto do valor observado nesse “*pixel*”, quanto das classes atribuídas aos seus vizinhos. O algoritmo atribui classes a um determinado “*pixel*”, considerando a vizinhança interativamente. Este processo é finalizado quando a % de mudança (porcentagem de “*pixels*” reclassificados), definida pelo usuário é satisfeita, como explica Câmara *et. all.* (1996).

Cabe aqui ressaltarmos que “não existe classificação de revestimento e uso da Terra que seja única e ideal. Cada classificação é feita de forma a atender as necessidades do usuário e adaptadas à região” (Rosa, 2007, pag. 164), bem como é inerente aos materiais utilizados, às metodologias empregadas e a experiência do profissional que a faz, ainda está intrínseca ao conhecimento da área estudada.

3. Resultados e Discussão

As Classes Temáticas estudadas aqui são discriminadas a seguir como sendo: Vegetação Arbórea Densa; Vegetação rala e/ou pastagem; Corpo D’água, Solos exposto, Área Urbana, Área com queimada recente.

A Área urbana, explica Rosa (2007), “fazem parte desta categoria as áreas de uso intensivo, ocupadas por edificações, especialmente as cidades, vilas, distritos chácaras etc.” Os Corpos d’água são “todos os reservatórios de água, quer sejam naturais ou artificiais”. A categoria Solo Exposto considera áreas que apresentem supressão total da vegetação bem como de qualquer outra cobertura, *p. ex.*, áreas preparadas para o plantio de lavouras. Quanto

a classe temática Vegetação Arbórea Densa “compreende a classe de cobertura vegetal natural [...] (aqui considerada a de porte arbóreo mais denso, com textura mais rugosa nas imagens analisadas) ocupando os vales dos canais de drenagem bem marcados, ou cabeceiras de nascentes, sempre associados a solos bastante úmidos”. Vegetação Rasa e/ou pastagem levou em consideração as terras na qual a vegetação natural é predominantemente de gramíneas, plantas graminóides, ervas, arbustos e árvores dispersas,[...]”, bem como as pastagens de introdução antrópica. Especificamente com a cena do ano de 2010 acrescentamos a Classe Temática “Áreas com queimada recente”, definidas como áreas em que houve a ação de fogo para a renovação de pastagens ou incêndios de origem desconhecida. Os resultados alcançados estão tabulados a seguir (Tabela 01) e mapeados conforme Figura 04.

Tabela 01 – Tabulação dos dados de uso e ocupação da Terra na Bacia Hidrográfica do Ribeirão São João, Porto Nacional-TO no período de 1980 a 2010 (intervalos de 10 anos)

Classes Temáticas	08/06/1980		16/04/1990		30/06/2000		04/08/2010	
	ha.	%	ha.	%	ha.	%	ha.	%
Area Urbana	374,53	4,22	648,20	7,30	983,98	11,08	1257,75	14,16
Veg. Arb. Densa	4123,16	46,42	2437,50	27,44	3152,30	35,50	2381,70	26,81
Veg. R./ Pastagem	3808,28	42,88	5713,88	64,33	3354,54	37,78	4436,30	49,95
Solo Exposto	576,03	6,48	77,62	0,87	1312,68	14,78	81,27	0,92
Corpo D'água	---	---	4,80	0,06	78,56	0,88	64,74	0,73
Queimada Recente	---	---	---	---	---	---	660,22	18,99
TOTAL	8882,00	100	8882,00	100	8882,00	100	8882,00	100

Conforme analisando os dados obtidos e tabulados, a área urbana da cidade de Porto Nacional ocupa atualmente 14,16% do total da Bacia Hidrográfica do Ribeirão São João. Correspondendo a 1257,74 ha de áreas próximas ao baixo curso. Araújo & Barbosa (2010) realizaram nesta área um diagnóstico visual por meio de protocolo de avaliação rápida *in situ*. As autores destacaram que, embora “haja inquestionáveis modificações ambientais (resíduos sólidos, remoção da mata ciliar, erosão, assoreamento, espécies exóticas, aporte de esgoto), o trecho urbano do Córrego São João ainda apresenta relevância ecológica e social”. Fato interessante diagnosticado pelas autoras, uma vez que a área urbana da cidade atual, quando comparada com a área ocupada na década de 80 (período estudado), tem um acréscimo de 336% com novos espaços urbanizados.

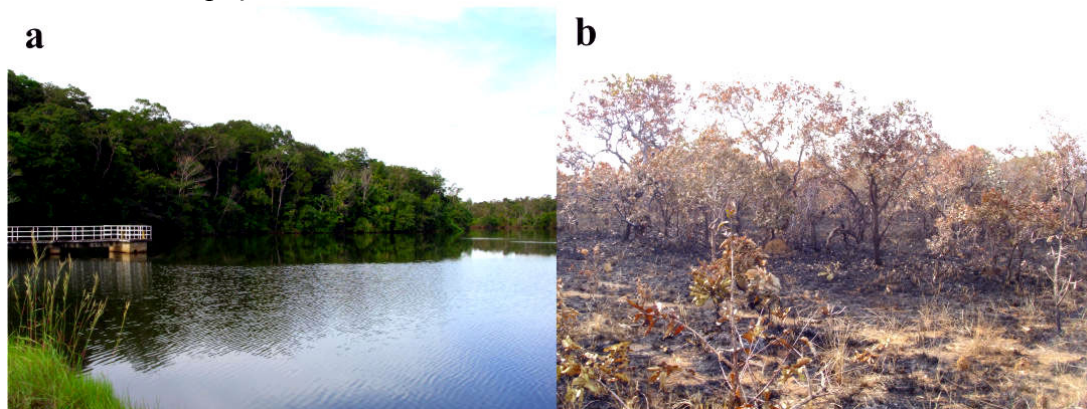


Figura 04 – Registros em campo: (a) represamento do Ribeirão São João para captação de água para abastecimento da cidade de Porto Nacional; (b) área com queimada recente.

A vegetação mais densa que caracterizava a área da bacia, e ocupava em 1980 uma proporção de 46,42%, sendo 4123,16 ha, tem próximo de 57,73% de redução em área, quando comparamos com os apenas 26,81% atuais, ou ainda, 2381,70 ha. Estas áreas são basicamente

remanescentes de encostas e áreas de mata ciliar e alguns fragmentos isolados detectados na área de estudo.

Por ser uma bacia hidrográfica com predomínio de agricultura e pecuária desde a década de 80, a classe temática denominada Vegetação Rala e/ou pastagem apresentou pouca alteração durante os anos estudados. No ano de 1980 era responsável por 42,88% da área da bacia, o que correspondia a 3.808,28 ha. Em 1980 teve um acréscimo considerável, passando a responder por 64,33%, ou 5713,88 ha. Atualmente com proporções de 49,95%, perfaz uma área de 4436,30 ha.

A classe temática água, não detectada em grandes extensões nos anos de 1980 e 1990, passa a ser estudada a partir da criação do lago e represamento do Ribeirão São João para fins de abastecimento de água pela Empresa Saneatins. Esta área ocupa aproximados 78 ha.

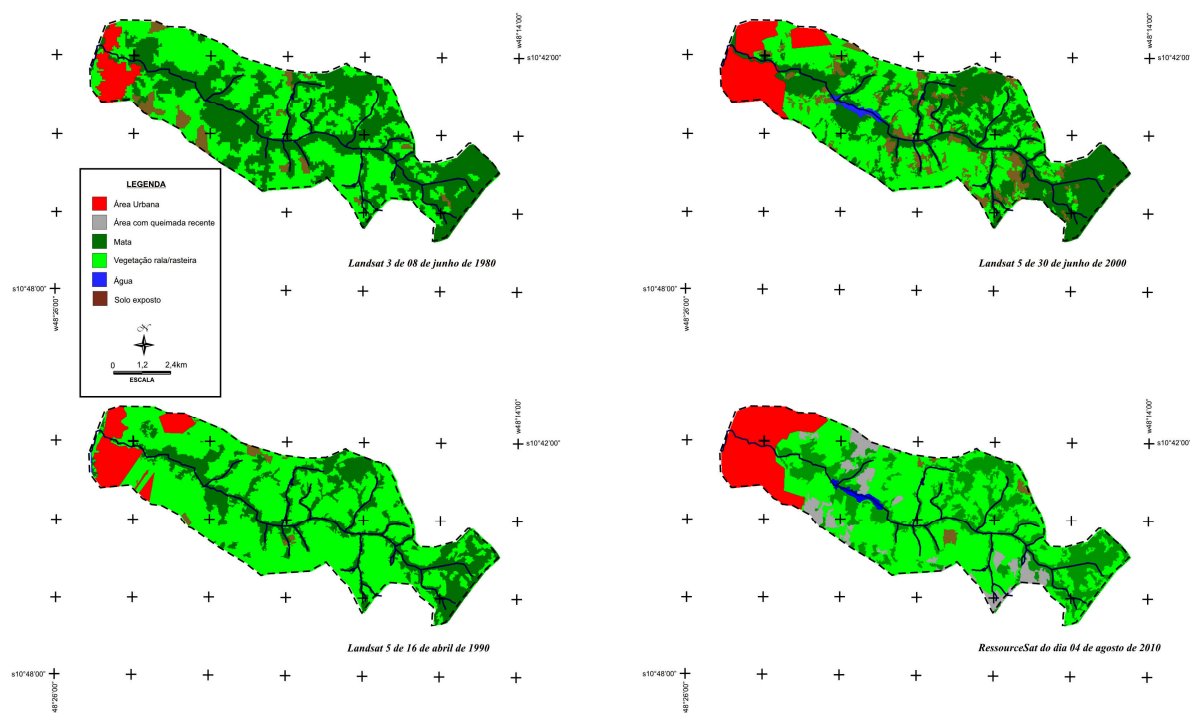


Figura 05 – Mapas temáticos de uso e ocupação da Terra na Bacia Hidrográfica do Ribeirão São João, TO, no período de 1980-2010 (intervalos 10 anos)

Outra classe temática acrescentada ao estudo durante a realização deste trabalho foram áreas com queimadas recentes, que no ano de 2010, caracterizaram uma área de 660,22 ha (18,99% da área da bacia). Conforme a Lei Federal nº 9.605/98, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, estabelece em seu Art. 41 que “Provocar incêndio em mata ou floresta” pode acarretar “Pena – reclusão, de dois a quatro anos, e multa”. Ainda a Lei deixa claro em seu “Parágrafo único: Se o crime é culposo, a pena é de detenção de seis meses a um ano, e multa” (BRASIL, 1998).

4. Conclusões

Alcançamos nosso objetivo proposto neste trabalho, onde o foco foi a detecção tempo-espacial do uso e ocupação da Terra na Bacia Hidrográfica do Ribeirão São João. Verifica-se que, com a evolução da malha urbana e a implantação de pastagens e de áreas agrícolas, a supressão e a fragmentação da vegetação é inevitável. É fato que a Legislação Brasileira neste

aspecto é rígida, porém o seu cumprimento nem sempre é praticado. A qualidade ambiental da bacia em questão está intrinsecamente ligada a proporção da mata mais densa, bem como as possíveis ligações entre os remanescentes de vegetação primária.

Com a disponibilização gratuita de imagens de satélites pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, os planejadores e fiscalizadores ambientais têm disponível excelente material para uma análise temporo-espacial das ocupações locais, podendo em curto prazo detectar mudanças nessa dinâmica e encaminhar diretrizes para um melhor ordenamento dos espaços ocupados.

6. Referências

Araújo, Gustavo Henrique de Souza; Almeida, Josimar Ribeiro de; Guerra, Antônio Teixeira. Gestão Ambiental de áreas degradadas. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

Brasil, Código Florestal - Lei nº 4.771 de 15.09.1965 - DOU 16.09.1965.

Brasil, Crimes Ambientais - Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.

Brasil. Projeto RADAMBRASIL. Folha SF21 Campo Grande. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia, 1982. 412p.

Câmara, G; Souza, R.C.M.; Freitas, U.M.; Garrido, J. *"Spring: Integrating remote sensing and GIS by object oriented data modelling"*. Computers & Graphics, 20: (3) 395-403, May-Jun 1996.

Costa, Reginaldo Brito da. (org.). Fragmentação Florestal e alternativas de desenvolvimento rural na Região Centro-Oeste. Campo Grande: UCDB, 2003.

Crósta, Alvaro Penteadó. Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto. Campinas-SP: IG-Unicamp, 1992.

Florenzano, T. G. Imagens de satélites para estudos ambientais. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

Jensen, J. R. Sensoriamento Remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres. São José dos Campos, SP: Parênteses, 2009.

Novo, Evlyn Márcia L. de Moraes. Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações. 2ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1989.

Moreira, Mauricio Alves. Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação. Viçosa : Ed. UFV, 2005.

Pott, Arnildo; Pott, Vali Joana. Espécies de Fragmentos Florestais em Mato Grosso do Sul. In.: Costa, Reginaldo Brito da. (org.). Fragmentação Florestal e alternativas de desenvolvimento rural na Região Centro-Oeste. Campo Grande: UCDB, 2003.

Rosa, R. Introdução ao sensoriamento remoto. Uberlândia: Editora UFU, 2007.

Seplan-TO, Secretaria de Planejamento do Estado do Tocantins. Atlas do Tocantins, 2008.