

# Avaliação do grau de transformação antrópica da paisagem da bacia do rio Queima-Pé, Mato Grosso, Brasil

## Evaluation of landscape anthropic transformation degree of the Queima-Pé river basin, Mato Grosso, Brazil

### RESUMO

Objetivou-se realizar uma análise multitemporal do uso da terra e da cobertura vegetal, avaliando os desdobramentos das ações antrópicas na vegetação ciliar dos cursos hídricos da bacia do Rio Queima-Pé/Mato Grosso. Utilizou-se imagens dos anos de 1991, 2001 e 2011 do Satélite Landsat 5. Para a quantificação do grau de antropização da bacia foi calculado o ITA. Os resultados mostraram a intensificação da agricultura (cana-de-açúcar e soja), que expandiram a cada data investigada. A pecuária decresceu, principalmente nos anos de 1991 a 2001; Houve aumento das classes influência urbana e reflorestamento. Enquanto na Floresta ocorreu decréscimo e as massas d'águas nos dois primeiros anos investigados mostraram aumento de área, mas não houve avanço no ano de 2011. O ITA da bacia apresentou duas classificações: 1991 e 2011 Regular e em 2011 Degradada, resultados que podem ser devido a pastagem e ao cultivo em larga escala da cana-de-açúcar.

**PALAVRAS-CHAVE:** sensoriamento Remoto, ecologia da paisagem, Bacia do Alto Paraguai – Mato Grosso.

### ABSTRACT

This paper describes the analysis multiyear of land use and land cover of consequences of human actions on the riparian vegetation in the water resources in the Queima-Pé/Mato Grosso river basin. Landsat images from 1991, 2001 and 2011 were used. To quantify the anthropic alteration degree was calculated the Anthropic Transformation Index. The results indicated an intensification of agriculture (sugarcane and soybeans). Livestock had a decrease, especially in the years 1991-2001; the urban influence had an increase as well as reforestation; there were an increase in class Forest and urban influence. Quantities of water masses in the first two years investigated has an increase, but there was no increase in the year 2011. The Anthropic Transformation Index presented of basin described two classifications: 1991 e 2011 as a regular class and 2011 as a degraded class, results can be attributed to the intensive cultivation of sugarcane and pasture.

**KEYWORDS:** *remote sensing, landscape ecology, Upper Paraguay River Basin - Mato Grosso*

#### Luciene da Costa Rodrigues

Mestre em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola - UNEMAT Mato Grosso, MT, Brasil  
lucyrodriques\_bio@hotmail.com

#### Sandra Mara Alves da Silva Neves

Professora do Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola - UNEMAT Mato Grosso, MT, Brasil  
ssneves@unemat.br

#### Ronaldo José Neves

Professor do Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola - UNEMAT Mato Grosso, MT, Brasil  
rjneves@unemat.br

#### Edinéia Aparecida dos Santos Galvanin

Professora do Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola - UNEMAT Mato Grosso, MT, Brasil  
galvaninbbg@unemat.br

#### João dos Santos Vila da Silva

Professor do Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola - UNEMAT Mato Grosso, MT, Brasil  
joao.vila@embrapa.br

## INTRODUÇÃO

Com a crescente urbanização as alterações ambientais e, conseqüentemente, as modificações da paisagem, vem sendo evidenciadas, indicando que não basta apenas tomar medidas tecnológicas para controlar as degradações, mas, se faz necessárias medidas adequadas para tentar solucioná-las. Nesse sentido, uma possibilidade é o aproveitamento dos mecanismos da natureza, como a autorregeneração, para na seqüência estudar quais devem ser as tecnologias mais compatíveis a serem utilizadas (CAVALHEIRO, 1991).

Segundo Sukopp e Kunick (1973) o ambiente do ser humano e seus riscos de sobrevivência concentram-se em considerações tecnológicas. A natureza e a paisagem como sistemas complexos raramente são incluídas nessas reflexões. Para melhor compreensão do ambiente tem-se que estudar a paisagem para buscar uma interpretação holística e prognosticar as degradações e os impactos.

Nessa ótica, a paisagem de acordo com Bertrand (1972) não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É, em uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução.

Os elementos que a compõe segundo Turner *et al.* (2001) influenciam de forma expressiva os processos ecológicos. Assim, a ecologia de paisagem é o estudo da estrutura, função e dinâmica de áreas heterogêneas compostas por ecossistemas interativos, sendo na atualidade, básica para o desenvolvimento, manejo, conservação e planejamento.

De acordo com Santos (2004) o planejamento ambiental é um conjunto de informações regionais referenciadas no espaço e apreendidas de maneira holística, assim como sugerida para a apreensão da paisagem. Em função de focalizar os ecossistemas e os geossistemas (sistema físico), os seus objetivos podem sublinhar perspectivas ecológicas e geográficas (CHRISTOFOLETTI, 1999). Nessa linha de raciocínio, há necessidade da definição de uma unidade espacial de trabalho, a partir da compreensão da área que contenha as interações e pressões sobre os sistemas naturais ou criados pelo homem.

A bacia hidrográfica como unidade de planejamento é de aceitação universal, sendo comumente usada porque constitui um sistema natural bem delimitado no espaço, composto por um conjunto de terras topograficamente drenadas por um curso d'água e seus afluentes, onde as interações físicas são integradas e, assim, mais facilmente interpretadas (SANTOS, 2004).

No Brasil, desde 1986, foi aprovada a Resolução 001 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, que criou a obrigatoriedade de estudos de impacto ambiental no País para uma vasta gama de atividades humanas. Foram estabelecidas diretrizes de avaliação de impactos, planejamento e gerenciamento e o instrumento do zoneamento ambiental, baseado nas bacias hidrográficas como unidade de planejamento. No artigo 5º, item III, é assim conceituado: "definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominados da área de influência do projeto, considerando em todos os casos, a bacia hidrográfica, na qual se localiza". Isso se deve ao fato da bacia hidrográfica ser a unidade ecossistêmica e morfológica que melhor reflete os impactos das

interferências antrópicas (PÉRICO *et al.*, 2012).

A investigação do uso e a ocupação da terra e a cobertura vegetal tem se tornado fundamental para o entendimento dos padrões de organização dos elementos da paisagem, sendo importante para a observação das conseqüências que seu manejo inadequado provoca em termos ambientais. Nesse aspecto o seu estudo, utilizando as técnicas espaciais como o sensoriamento remoto aliadas aos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), contribui para o monitoramento ambiental, principalmente em regiões de grande extensão territorial, onde há carência de informações e a necessidade de se estudar o processo de gerenciamento dos recursos naturais.

O sensoriamento remoto desponta como um importante instrumento na análise ambiental, seja para o monitoramento e detecção de mudanças, seja para o mapeamento do espaço geográfico, auxiliando nos processos de decisão que envolvam a gestão e o planejamento (ROSA, 2007). As geotecnologias são um conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e informações com referência geográfica, sendo compostas por soluções em *hardware*, *software* e *peopleware* que juntos constituem poderosas ferramentas para tomada de decisões (ROSA, 2005). Dentre as geotecnologias no âmbito deste trabalho podemos destacar o emprego do Sistema de Informação Geográfica - SIG, Sensoriamento Remoto e Global Positioning System - GPS.

Com a aplicação das geotecnologias na investigação do uso da terra e cobertura vegetal pode-se mensurar as transformações realizadas na paisagem através do Índice de Transformação Antrópica (ITA), ou seja, as ações humanas que modificam os atributos da paisagem

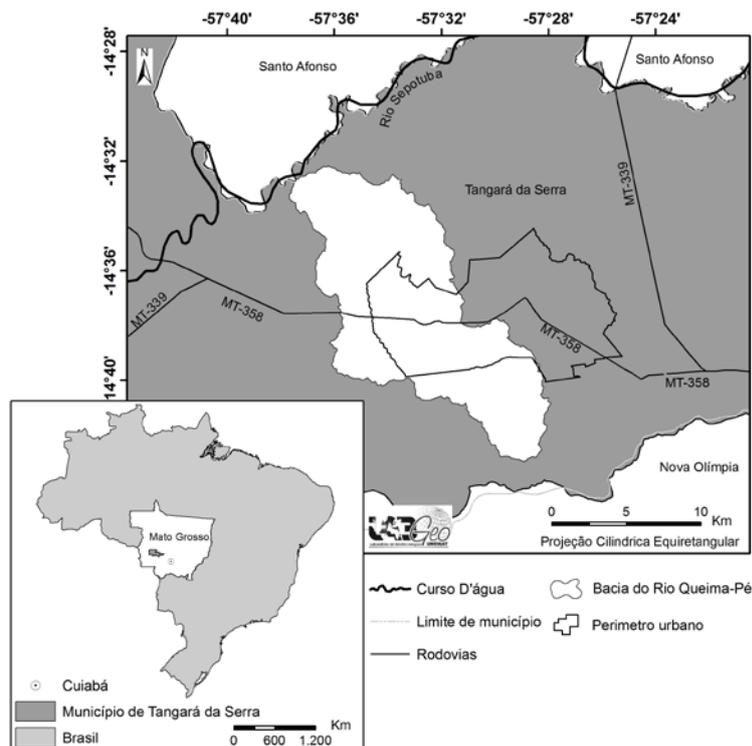


Figura 1 - Localização da área de estudo, bacia do Rio Queima-Pé

natural por meio de seus usos diversos (ROCHA e CRUZ, 2009).

O ITA foi desenvolvido por Lèmechev em 1982 e utilizado por Mateo (1984; 1991), Vicens (1998), Teixeira (2003), Schwenk e Cruz (2008) entre outros autores, em estudos que objetivavam quantificar a pressão antrópica sobre algum componente da paisagem, seja na escala de bacia hidrográfica, áreas de proteção, entre outras. Com isso faz-se o diagnóstico ambiental para avaliar os impactos causados pela ocupação não planejada no espaço (VICENS, 1997), considerando que a magnitude ou grau em que a paisagem é modificada pode ser usado na avaliação da qualidade ambiental.

Diante do exposto, este estudo objetivou efetuar, por meio do Sensoriamento Remoto orbital e Sistemas de Informação Geográfica – SIG, a análise multitemporal do uso da terra e da cobertura vegetal, analisando os desdobramentos das ações antrópicas na vegetação ciliar dos cursos hídricos da bacia do Rio Queima-Pé, localizada no município

de Tangará da Serra, no estado de Mato Grosso.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

A área de estudo possui dimensão territorial de 15.684,24 ha, estando localizada entre as coordenadas geográficas 14º 33' a 14º 43' de latitude Sul e 57º 37' a 57º 28' de longitude Oeste, na porção do alto curso do Rio Paraguai em Mato Grosso (Figura 1).

O Rio Queima-Pé é o principal curso d'água da bacia em estudo, nasce ao sul da área urbana de Tangará da Serra/MT, junto as Glebas Esmeralda, Santa Fé e Aurora, tendo como afluentes na margem direita os córregos Figueira e Cristalino e na esquerda os córregos Pedreira, Tapera e Uberabinha.

A cobertura vegetal original da bacia com passar dos anos foi sendo substituída por diversos tipos de usos, inclusive o urbano decorrente da inserção dos

loteamentos Vila Alto, Jardim Presidente, Vila Esmeralda e San Diego.

Atualmente a população de Tangará da Serra totaliza 83.431 pessoas, destas 75.883 vivem na área urbana (IBGE, 2010). O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) municipal é de 0,780, o que o caracteriza como de médio desenvolvimento humano, enquanto o do Brasil é de 0,792 (PNUD, 2013) e o de Mato Grosso 0,773 (MATO GROSSO, 2013a).

Segundo a classificação de Köppen o clima do município é Tropical úmido megatérmico (Awa) com altas temperaturas, chuvas no verão e seca no inverno. A temperatura média anual, precipitação e umidade relativa do ar são respectivamente, 24°C, 1.500mm e de 70% a 80% (DALLACORT *et al.*, 2010).

Na bacia ocorrem quatro tipos de solos, o Podzólico Vermelho-Amarelo Álico distrófico situados na porção norte; o Latossolo Roxo Eutrófico que ocupa maior extensão da área investigada,

estando presente na porção norte, centro, leste, oeste e uma parte no sul; o Latossolo Vermelho Escuro distrófico, que é encontrado na porção leste; e o Latossolo Roxo distrófico que ocorre na parte sul da bacia.

Ocorrem duas formas de relevo na bacia do rio Queima-Pé: relevo de topo aplainado, com grau de entalhamento dos vales menores de 20 m, presente no centro sentido sul; e o relevo de topo aplainado, com grau de entalhamento dos vales entre 20 a 40 m, presente no centro sentido norte da bacia.

## Materiais e procedimentos operacionais

Para a análise multitemporal do uso da terra e cobertura vegetal da bacia hidrográfica do Rio Queima-Pé foram processadas as bandas 3 (0,63 - 0,69  $\mu\text{m}$ ), 4 (0,76 - 0,90  $\mu\text{m}$ ) e 5 (1,55 - 1,75  $\mu\text{m}$ ) de três imagens da órbita/ponto 227/70 do satélite Landsat 5, sensor TM (*Thematic Mapper*), relativas aos anos de 1991, 2001 e 2011, com resolução espacial de 30 metros, disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

As imagens foram convertidas do formato tif para grib no módulo IMPIMA do Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas – SPRING (CÂMARA *et al.*, 1996), para a realização da correção geométrica (registro). O ajustamento foi feito mediante o reconhecimento de pontos de controle na imagem juntamente com as coordenadas da base, via tela do monitor, no SPRING, versão 4.3.3. A escolha dos pontos de controle foi feita obedecendo a uma distribuição uniforme destes por toda a imagem.

O processamento digital de imagem, realizado no Spring, compreendeu as seguintes fases: segmentação (área 10, similaridade 20, método de crescimento de regiões e classificador

Bhattacharya), treinamento, classificação supervisionada e mapeamento para classes temáticas. Foi utilizada a composição colorida, a partir da combinação das bandas 3, 4 e 5 (RGB), para a interpretação do uso da terra e identificação das formações vegetais na fase de classificação, por possibilitarem melhor discriminação entre as classes temáticas. As classes foram definidas a partir dos estudos sobre o uso da terra e vegetação realizado pelo IBGE (1992; 1999). Os parâmetros utilizados para interpretação dos objetos contidos na imagem foram os sugeridos por Florenzano (2002), quais sejam: tonalidade/cor, textura, tamanho, forma, sombra, altura, padrão e localização geográfica.

A elaboração dos *layouts* dos mapas e as quantificações das classes de uso da terra e cobertura vegetal da bacia foram realizadas no ArcGIS, versão 9.2, da Esri, disponibilizado no Laboratório de Geotecnologias – LABGEO UNEMAT.

A validação do mapa de uso da terra e cobertura vegetal de 2011 ocorreu por meio da realização de dois trabalhos de campo, ocorridos no período de agosto a dezembro de 2011, em que a paisagem observada foi registrada através de fotografias, sendo os locais de tomada das fotografias foram georreferenciados.

Para verificar a confiabilidade do mapa gerado foi realizada uma avaliação por meio do índice Kappa. O índice Kappa é baseado na matriz de erro, o qual corresponde à razão entre a soma da diagonal principal da matriz de erros e a soma de todos os elementos dessa matriz, representada pelo número total da amostra, tendo como referência o número total de classes, considerando assim a proporção de amostras corretamente classificadas, todo o processo de análise dos resultados foi baseado no trabalho de Congalton (1991).

O Índice de Transformação Antrópica (ITA) foi calculado a partir dos valores de área (%) obtidos

através das classes quantificadas do mapa de uso da terra e cobertura vegetal, representado pela equação 1.

$$ITA = \sum (\% \text{ uso} \times \text{peso}) / 100 \quad (1)$$

onde:

Uso: área em valores percentuais da classe de uso da terra e cobertura vegetal;

Peso: peso dado aos diferentes tipos de uso da terra e cobertura vegetal quanto ao grau de alteração antrópica, que varia de 1 a 10, onde 10 indica as maiores pressões.

Portanto, constrói-se o indicador do Índice de Transformação Antrópica, atribuindo valores para o peso em cada classe de uso da terra e cobertura vegetal que contribui na transformação da paisagem, pela consulta sistemática chamada “Delphi”, que possibilita o estabelecimento do consenso sobre como quantificar o grau de modificação da paisagem (SCHWENK e CRUZ, 2008; NOGUEIRA *et al.*, 2001). Entretanto, os valores apresentados neste estudo foram atribuídos pelos autores tendo em vista o conhecimento sobre a área de estudo, corroborando assim com Mateo (1984) que menciona que cada classe apresenta um peso atribuído em função do conhecimento que o autor tem sobre as mesmas em relação ao grau de antropização. Os pesos de cada classe de uso da terra estão dispostos na Tabela 1.

A transposição dos valores mensurados quantitativamente para classes qualitativas ocorreu por meio de adoção do método de quartis utilizado por Cruz *et al.* (1998): pouco degradada (0 - 2,5), regular (2,5 - 5), degradada (5 - 7,5) e muito degradada (7,5 - 10).

No caso da bacia de estudo a classe pouco degradada refere-se às áreas ocupadas por vegetação natural com bom vigor e boa qualidade, recoberto

Tabela 1 - Classificação do ITA com os pesos de cada classe de uso da terra

Classes	Pesos
Cana-de-açúcar	7,3
Floresta Estacional Semi-decidual Aluvial	1
Influência Urbana	9,7
Massas d'água	2
Pecuária	5
Reflorestamento	1
Soja	7,3

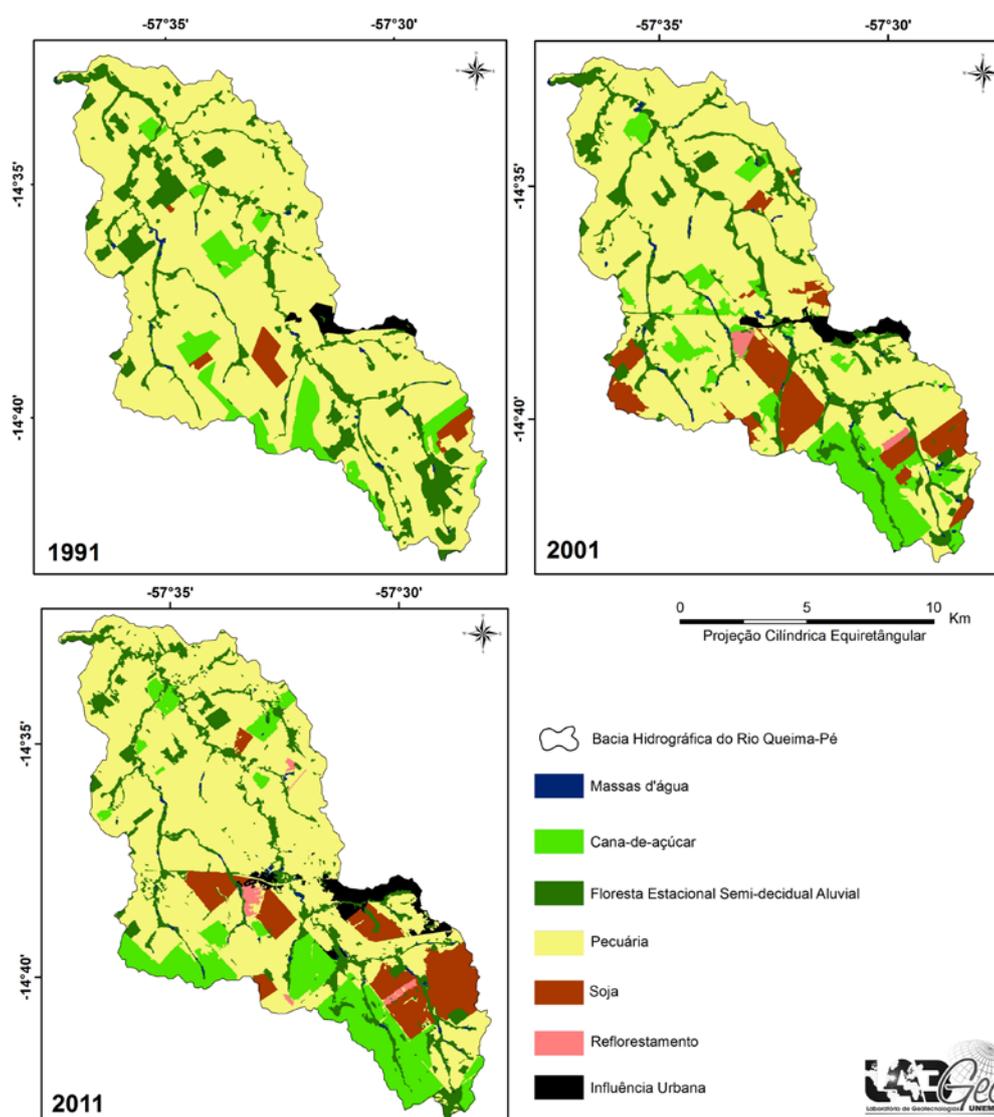


Figura 2 - Uso da terra e cobertura vegetal da bacia do Rio Queima-Pé, nos anos de 1991, 2001e 2011

completamente o solo; enquanto a classe regular é relativa as áreas com uso agrícolas com manejo correto das atividades; a classe degradada é correspondente às áreas agricultáveis, sem plano de manejo adequado, tornando o solo impraticável e a classe muito

degradada esta relacionada as áreas cultivadas (agrícola e pastagem) sem manejo apropriado, prejudicando a vegetação natural e as massas d'água, visando um planejamento ambiental viável, para a recuperação da fertilidade do solo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Uso da terra e cobertura vegetal da bacia do rio Queima-Pé

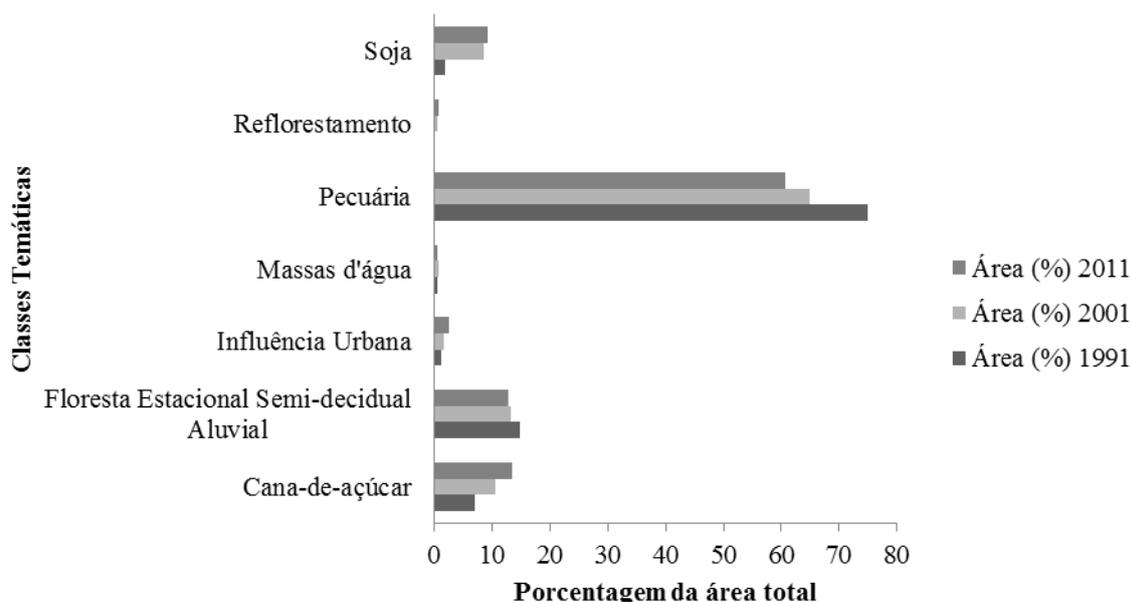


Figura 3 - Área ocupada das classes temáticas analisadas nos anos de 1991, 2001 e 2011

Os mapas de uso da terra e da cobertura vegetal da bacia do Rio Queima-Pé (Figura 2), que apresentaram acurácia do índice Kappa de 98,87% referente ao do ano de 1991, 98,83% para o de 2001 e 99,05% para o de 2011, indicaram que os resultados do processo de ocupação impactaram negativamente os componentes naturais da paisagem, principalmente à quantidade de matas ciliares circundantes das massas d'água, implicando possivelmente em deterioração de sua qualidade.

O processo de antropização dos elementos naturais da paisagem na área de estudo se materializa por meio das áreas agrícolas, pastagens e reflorestamentos, distribuídos em diferentes porções da área, em detrimento principalmente das áreas recobertas por vegetação natural.

A figura 3 apresenta a dinâmica espaço-temporal das classes temáticas representadas na figura 2, nos anos estudados.

Dentre as atividades agrícolas analisadas, a área ocupada pela Pecuária decresceu em função dos cultivos da Soja e da Cana-de-açúcar, pois em 1991 esta representava 74,90%, decrescendo para 64,88% no ano de 2001 e

60,70% em 2011. Fato este possivelmente relacionado com a expansão do cultivo da Soja em Mato Grosso na década de 1990, que inicialmente obteve uma área de plantio de 1.503 hectares, ampliando-se para 4,5 milhões de hectares em 2003-2004, com uma produção de quase 13 milhões de toneladas (BRASIL, 2011; BERTRAND, 2004).

Em 1991 a Soja ocupava uma área de 299,59 ha (1,91%) na área de estudo, em 2001 correspondia uma área na bacia de 1.349,22 ha (8,58%), em 2011 houve crescimento para 1.440,69 ha (9,16%). Para Bertrand et al. (2005), o cultivo da Soja em Mato Grosso é vista como uma fonte de riqueza econômica para o Estado além de ter um papel importante na produção e exportação de grãos e derivados, pois, há disponibilidade de crédito e tecnologias melhoradas. Mas, esse sucesso tem impacto negativo quando se trata do ambiente, com o uso intensivo de defensivos agrícolas (produtos químicos) para o manejo da cultura, com riscos de degradação dos corpos hídricos e da fertilidade do solo.

Mesmo havendo aumento da Soja ao longo dos anos, a cultura da Cana-de-açúcar expandiu

também nos anos analisados, a cultura em 1991 ocupava 1.087,89 ha, correspondendo a 6,92% da área da bacia, em 2001 passou a ocupar 1.651,11 ha (10,50%) e no ano de 2011 chegou a 2.126,54 ha (13,94%). Esse aumento está relacionado com as necessidades da sociedade, pois, a cultura contribui com o setor sucroalcooleiro, ou seja, na produção de açúcar e álcool (MACHADO et al., 2010). Para a economia esse aumento pode ser considerado como positivo, entretanto deve-se atentar com o aumento da produtividade da Cana-de-açúcar há um acúmulo dos resíduos (vinhaça ou vinhoto), pois, essa substância de forma *in natura* apresenta segundo a literatura, um elevado potencial de poluição ambiental. Contudo, esse material quando tratado por meio de biodigestores favorece ou minimiza a poluição do solo e água, e pode ser utilizado no processo de fertirrigação, por ser rico em matéria orgânica e nutriente mineral (SALOMON, 2007).

Os resultados pertinentes à cana obtidos por este estudo são semelhantes aos apresentados na pesquisa realizada por Lisboa (2008) que constatou a expansão da cultura aos longos dos anos analisados na Bacia do Alto Taquari, cuja área

encontra-se distribuída em Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.

A área de Influência urbana apresentou aumento expressivo na bacia do Rio Queima-Pé nos anos analisados, pois em 1991 correspondia a uma área de 177,28 ha (1,13%), em 2001 a 242,99 ha (1,55%) em 2011 a 396,99 ha (2,53%). No período de 20 anos houve uma expansão superior a 100%, podendo ser atribuída à migração de pessoas a procura de emprego, tendo em vista que na região a cultura da soja está em expansão e há duas usinas, a Itamarati e Barralcool, que processam a cana-de-açúcar, demandando mão de obra.

A expansão da área de Influência urbana ocorreu sobre as áreas de Floresta estacional semi-decidual aluvial que no ano de 1991 correspondia 2.314,44 ha (14,72 %), em 2001 a 2.062,45 ha (13,12%) enquanto em 2011 decresceu para 2.005,30 ha (12,76%). O decréscimo apresentado está relacionado possivelmente com o cultivo desenfreado da soja e principalmente da cana-de-açúcar, com a substituição da floresta para a implantação dessas monoculturas, intensificou-se as modificações da paisagem local, favorecendo o estabelecimento de uma grande variabilidade sucessional (MARQUES, 2008).

As Massas d'água em 1991 representaram 67,15 ha (cerca de 0,43%) da área total da bacia, em 2001 houve um acréscimo, passando a ocupar 122,23 ha (0,78%). Entretanto em 2011 houve redução, passando a representar 93,98 ha (0,60%). O aumento apresentado no período de 1991 a 2001 auxilia na recuperação das matas ciliares e conseqüentemente na conservação das massas d'água na área estudada. No ano de 2011 houve redução da área da classe analisada, esse decréscimo pode estar relacionado com a atividade antrópica atuante na bacia, ou seja, devido ao cultivo intenso da Cana-de-açúcar e a Urbanização, próximos e/ou

inseridas nas matas ciliares, que constituem as APP's. O que pode comprometer a conservação das Massas d'água na bacia do Rio Queima-Pé são as ações realizadas, como por exemplo, a Pecuária e o cultivo de certas culturas (Soja e Cana-de-açúcar) pois, utiliza-se agrotóxicos em quantidades elevadas e com isso provoca inúmeros problemas ambientais, podendo alterar a quantidade e a qualidade da água drenada e, conseqüentemente, a vazão total da bacia (PINTO *et al.*, 2004).

Foi possível observar por meio dos mapas temáticos dos anos investigados e das visitas à campo na bacia, que muitas das nascentes estão desprotegidas, e em vários pontos as massas d'água estão em contato direto com as atividades agropastoris. Neste contexto, é importante ressaltar a necessidade da manutenção da vegetação no mínimo em um raio de 50 metros ao redor das nascentes para a proteção da bacia hidrográfica (BRASIL, 2002), uma vez que as nascentes são suas produtoras (VALENTE e GOMES, 2005).

Foram identificadas estradas municipais que atravessam as Massas d'água, fato este que está relacionado com o crescimento da área urbana, tornando-se preocupante, visto que as estradas e carreadores servem de caminho para o escoamento superficial, ocasionando processos erosivos, causando assoreamento nos córregos principalmente em épocas de chuva (GROSSI, 2006). O exposto corroboram com os resultados gerados pelos estudos de Grossi (2006) e Serigatto (2006) sobre o uso da terra na bacia do Rio Queima-Pé, que constataram que esta região vem sofrendo interferência antrópica desde 1984 pelo aumento do uso do terra, vinculado as atividades de pecuária e agricultura, impulsionadas pelas condições topográficas e fertilidade natural elevadas presentes na região.

De acordo com Muscutt *et al.* (1993) as atividades rurais e urbanas presentes próximas as massas d'água torna-se preocupante por contribuir para o aumento do transporte de resíduos químicos e sedimentos, os quais afetam a qualidade e diminuem a vida útil dos cursos d'águas.

O estudo de Prado (2004), realizado no reservatório de Barra Bonita/SP que tem como contribuintes os rios Tietê e Piracicaba, verificou o comprometimento dos corpos d'água pelo cultivo da cana-de-açúcar, destacando-se os resíduos provindos da agricultura, tais como fertilizantes, herbicidas, inseticidas, fungicidas, entre outros tipos de poluição, que pode ser intensificado devido à irrigação, à compactação do solo com a mecanização e ao desflorestamento (inclusive de mata ciliar).

O decréscimo apresentado pelas Massas d'água, no período de 2001 a 2011, não pode ser considerado como satisfatório, pois a preservação dos corpos d'água é importante para que se mantenha a qualidade de água, tendo em vista que as águas da bacia do Rio Queima-Pé abastecem a cidade de Tangará da Serra (GROSSI, 2006).

Em 1991 não foi mapeada a classe Reflorestamento na bacia, porém em 2001 esta correspondeu a 0,60% (93,96 ha), e em 2011 a 0,74% (115,67 ha). Esse aumento pode ser atribuído à expansão da atividade, que vem apresentando crescimento em diversas regiões brasileiras, como mostra alguns autores como Alves e Filho (2003) que constataram na bacia hidrográfica do Ribeirão Piracangaguá/SP o plantio de cerca de 5 milhões de árvores, que são utilizadas como matéria prima para a fabricação de papel e celulose. Para os mesmos autores, descrevem que esse plantio é um tipo de reflorestamento que trás benefícios econômicos, e tem como finalidade compensar a demanda de madeira para as máquinas locomotivas, as quais

havia destruído grande parte das reservas de mata ainda existentes. E Cruz *et al.* (2008) ao estudarem o crescimento da teca (*Tectona grandis* L.f.) no município de Tangará da Serra/MT, uma das espécies florestais cultivadas nas regiões Centro Oeste e Norte, mais especificamente nos estados de Mato Grosso, Pará e Roraima para reflorestamento, constataram que esta espécie apresenta bom desenvolvimento no solo dessa região e sua produção é usada para fins de construção civil (portas, janelas, lambri, painéis e forros), assoalhos e decks, móveis, embarcações e lâminas decorativas (KREITLOW *et al.*, 2014).

Por fim, a análise do uso da terra e da cobertura vegetal na bacia do Rio Queima-Pé, permitiu verificar que há necessidade de medidas voltadas à conservação dos elementos da paisagem, dentre elas pode-se citar o Reflorestamento das matas ciliares com espécies nativas, devido ao papel fundamental desempenhados pelas APPs, que é atuar como filtros de toda água que atravessa em seu sistema, determinando as características físicas, químicas e biológicas dos corpos d'água (DELITTI, 1989) uma vez que sua serrapilheira e raízes retêm os sedimentos e substâncias que podem provocar o assoreamento, eutrofização e poluição dos cursos d'água (MARTINS e DIAS, 2001).

Nesta mesma vertente, vale ressaltar que há conexão entre a bacia do Rio Queima-Pé e a Bacia do Alto Paraguai - BAP, cuja degradação dos componentes da paisagem decorrente da ação antrópica representam sérias ameaças principalmente aos ecossistemas das áreas situadas a sua jusante, afetando o Pantanal Mato-grossense (SERIGATTO *et al.*, 2007).

### **Índice de Transformação Antrópica (ITA) na bacia do Rio Queima-Pé**

Os valores obtidos por meio dos cálculos do ITA aplicado aos componentes da paisagem da bacia hidrográfica estudada possibilitou classificá-la em dois cenários: em 1991 e 2001 Regular e em 2011 como Degradada, pois apresentava elevadas modificações no ambiente decorrente da ação humana.

Dentre as classes analisadas a Cana-de-açúcar e a Pecuária apresentaram maiores áreas ocupadas relativas ao uso da terra, sendo que a cana-de-açúcar no ano de 1991 apresentou um índice antrópico de 6,98% (0,51), em 2001 passou para 10,56% (0,77) e no ano de 2011 houve um acréscimo para 13,61% (0,99).

A Pecuária no ano de 1991 correspondeu a uma antropização de 74,64% (3,73), em 2001 houve uma redução para 64,59% (3,23) passando em seguida para 60,30% (3,02) no ano de 2011 (Figura 4). Apesar da oscilação da pecuária, nos anos analisados, esta correspondeu a um ITA com intensidade maior em relação à cana-de-açúcar, corroborando com Pérez-Ortega (2011) que ao estudar a bacia do Córrego do Ipê/SP nos anos de 2002 e 2011, verificaram que a mudança no uso e ocupação do solo estava associada, principalmente, com a predominância da cana-de-açúcar, pastagem e culturas temporárias.

Em relação à Soja o ITA apresentou um aumento no decorrer dos anos estudados, em 1991 correspondeu a 1,95% (0,14), aumentando para 8,64% (0,63) em 2001 e em 2011 apresentou 9,24% (0,67), conforme consta na figura 4. O cultivo da Soja em Mato Grosso vem aumentando, principalmente na região dos Cerrados pela fácil adaptação da cultura aos tipos de solo. Segundo Schwenk e Cruz (2008) que ao estudarem a expansão da soja nas áreas de Planaltos e na Chapada dos Parecis/MT constataram elevado número de produção (t) e uso de mecanização intensa juntamente com agrotóxicos. Dados estes preocupantes, principalmente no

que diz respeito à conservação vegetação nativa desse ambiente.

A classe Influência urbana também apresentou uma elevação nos valores antrópicos nos anos pesquisados (Figura 4). Em 1991 o índice foi de 1,17% (0,11), sendo que em 2001 houve um acréscimo para 1,58% (0,15), aumentando ainda mais no ano de 2011 para 2,58% (0,25), pois a expansão urbana ocorreu sobre a vegetação natural, na qual vem gerando profundas transformações socioespaciais na bacia hidrográfica analisada. Consequentemente, essas modificações estão relacionadas às formações de campos cultivados como os de pastagens e cultivos agrícolas com potencial econômico.

A ação antrópica diminuiu em relação a classe Floresta no decorrer dos anos analisados, como pode ser observado na Figura 4. Em 1991 constatou um índice de 14,80% (0,15), reduzindo para 13,18% (0,13) no ano de 2001 e em 2011 passou para 12,84% (0,13). Embora o índice apresente um menor valor no decorrer dos anos, ainda é alarmante, pois a vegetação natural foi suprimida para o desenvolvimento de atividades produtivas (cultivos agrícolas e pastagens), ocorrendo à formação de unidades de paisagens antropizadas.

A ocupação das áreas do entorno da floresta ao longo de anos vem trazendo danos irreversíveis a esta, pois não há um planejamento ambiental adequado, visando à sustentabilidade. Atualmente, a sociedade vivencia problemas relacionados à degradação, como fatores climáticos (queimadas e seca) e desmatamentos. Além disso, várias espécies da fauna encontram-se ameaçadas de extinção (MATO GROSSO, 2013b).

A presença de formações vegetais diferenciadas numa mesma região, com ampla diversidade de espécies, demonstra a importância ecológica dessa área, pois auxilia na manutenção e aproveitamento da biodiversidade que, além do seu

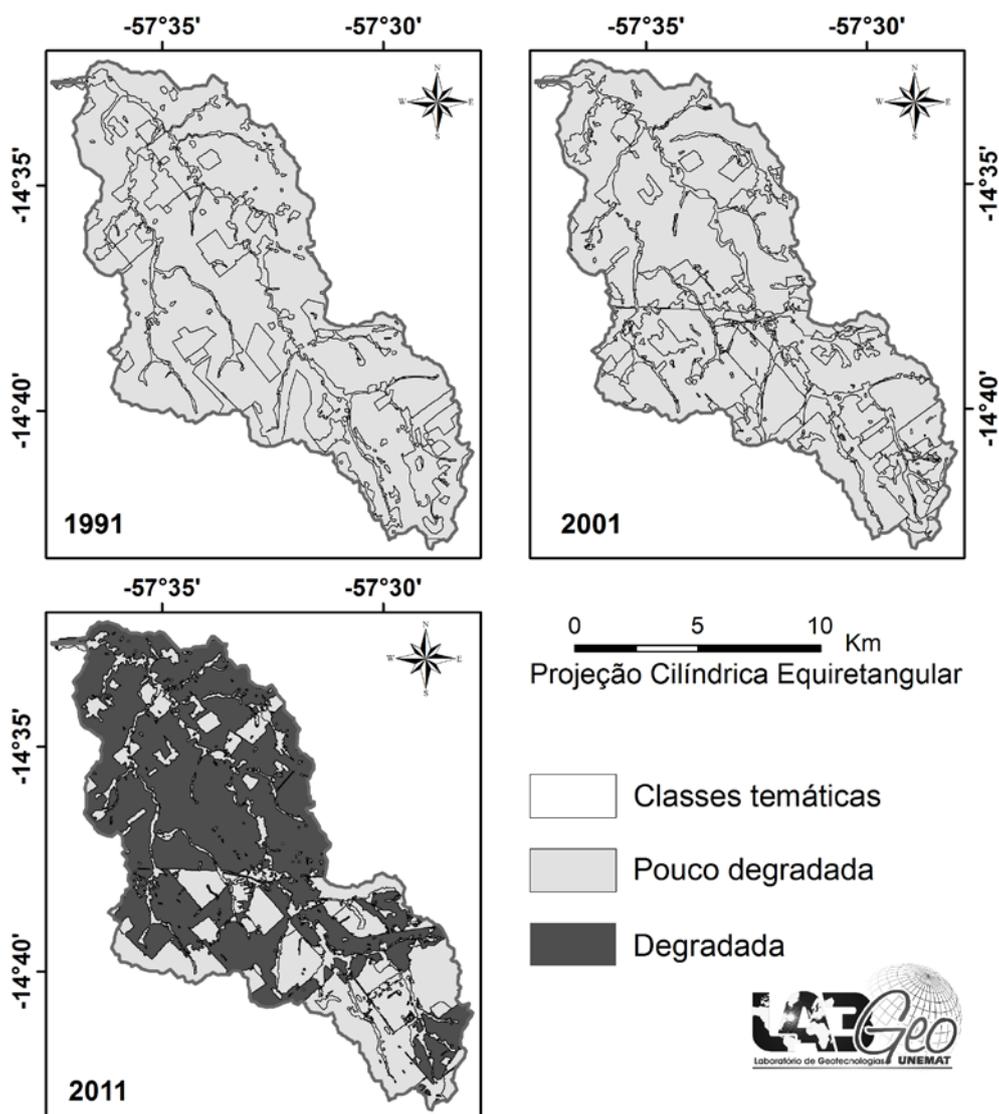


Figura 4 - Índices de Transformação Antrópica da paisagem da Bacia do Rio Queima-Pé

valor intrínseco, são essenciais nos ciclos biológicos e hidrológicos, assim como eficientes reguladores térmicos e agentes de amenização paisagística (FERREIRA *et al.*, 2007).

Em relação ao índice de antropização das Massas d'água em 1991 correspondeu a 0,47% (0,01) e no ano de 2001 elevou para 0,81% (0,02), ou seja, nos dois primeiros anos analisados houve um aumento, porém este valor reduziu no último ano investigado para 0,65% (0,01) em 2011 (Figura 4). Ainda com o decréscimo em 2011, o aumento da atividade antrópica nos dois primeiros anos avaliados está associado com as mudanças na natureza, como o desmatamento e a escalada das atividades humanas,

fatores estes que possuem consequências qualitativas e quantitativas nas propriedades dos recursos hídricos (MATO GROSSO, 2013b; SHARPLEY *et al.*, 1999)

A bacia investigada apresenta extensas áreas agrícolas e de pastagens em seu entorno, especialmente aquelas onde não são adotadas práticas conservacionistas para o uso da terra, o que torna preocupante devido à entrada excessiva de nutrientes como fósforo e nitrogênio no meio aquático, advindos das unidades antrópicas. Esses nutrientes chegam ao ambiente aquático por meio de enxurradas, promovendo o enriquecimento da água e desencadeando o processo de

eutrofização, causando assim, alteração na qualidade da mesma, podendo acarretar sérios problemas na saúde humana, tendo em vista que o município de Tangará da Serra é abastecido por esta bacia (SHARPLEY *et al.*, 1999).

A classe Reflorestamento ao longo dos anos pesquisados apresentou aumento no índice de antropização, devido às atividades silvícolas na bacia do Rio Queima-Pé. Em 1991 o valor do ITA não apresentou dados relevantes, em 2001 correspondeu a 0,63% (0,01) e 2011 incidiu um acréscimo para 0,79% (0,01), como mostra a Figura 4. Estas atividades são associadas a três grupos principais: a de

exploração, a de preparação e a de manutenção.

O Reflorestamento visa atender a recuperação das áreas sob rejeitos de carvão, suprir as necessidades em madeira para as propriedades rurais e a comercialização. As espécies cultivadas são do gênero *Eucalyptus*, *Tectona* e *Pinus*, sendo as principais nessa região. De acordo com Lima (1993), as plantações florestais, ou seja, a formação de florestas a partir de regeneração artificial tem se estabelecido em outros países há vários anos, com o propósito de fornecer madeira para fins industriais. Para o mesmo autor, nas fases de preparo do solo e crescimento das mudas florestais, o solo permanece praticamente sem proteção. Os regimes de corte ao final do período de rotação são fatores que também podem resultar em perdas consideráveis de solo por erosão. As perdas do solo e de nutrientes prejudicam tanto a qualidade da água quanto a manutenção da produtividade, dessa forma, é importante o manejo adequado das plantações florestais.

A transformação da paisagem na bacia do Rio Queima-Pé é resultante da mudança do perfil econômico no século XX que ocorreu no Brasil e refletiu no município de Tangará da Serra/MT. A passagem de uma economia agrária para uma industrial levou ao crescimento gradual da cidade, sem planejamento. A paisagem retrata o histórico natural e antrópico ao longo do tempo. A capacidade do homem em desenvolver tecnologias, interfere no meio natural e torna-se um grande modelador do espaço. Portanto, é se faz necessário na bacia estudada o planejamento ambiental, buscando associar a utilização dos recursos naturais com a conservação do ambiente, a fim de estabelecer um ambiente equilibrado e um desenvolvimento ecologicamente correto.

## CONCLUSÕES

A utilização de imagens de Sensoriamento Remoto orbital aliado ao Sistema de Informação Geográfica - SIG mostraram-se eficiente no mapeamento do uso da terra e da cobertura vegetal da bacia do Rio Queima-Pé. O produto gerado, associado ao trabalho de campo e o ITA, possibilitaram gerar informações a respeito do estado de conservação dos elementos da paisagem da bacia do Rio Queima-Pé.

Por meio da análise espaço-temporal pode-se constatar que a classe Cana-de-açúcar aumentou em todos os anos estudados, assim como as classes: Influência urbana e Reflorestamento. Enquanto as classes Massas d'água e Floresta apresentaram decréscimo no percentual de área ocupada na bacia a cada ano investigado.

Este estudo evidenciou que a Influência do uso da terra tem impactado negativamente a conservação das matas ciliares das Massas d'água na bacia do Rio Queima-Pé, esse fato ocorre por haver contato direto em alguns locais da água com as atividades agropastoris e urbanas, que ameaçam sensivelmente a sua qualidade e quantidade. Tornando urgente um plano de manejo e recuperação destas áreas, pois suas águas são utilizadas para abastecer a população da cidade de Tangará da Serra, desta forma sugere-se a realização de trabalhos em que sejam realizados experimentos para avaliar as propriedades da água.

O Índice de Transformação Antrópica aferido a partir dos atributos da paisagem apresentou duas classificações, nos anos de 1991 e 2001 foi Regular e em 2011 Degradado, decorrente principalmente da expansão da cultura de Cana-de-açúcar e da Pastagem, que constituem as atividades antrópicas que impactam negativamente os componentes ambientais, isto fez com que na bacia de estudo predominasse a

paisagem de campos cultivados, que foram implantados as expensas dos elementos naturais, reduzindo ao mínimo a Floresta.

Por fim, ressalta-se que as consequências dos problemas ambientais apresentados na unidade de estudo, situada nos biomas Cerrado e Amazônia, podem ser extensivos ao bioma Pantanal, devido a área estar localizada na Bacia do Alto Paraguai.

## AGRADECIMENTOS

A CAPES pela concessão da bolsa de Mestrado.

Ao Programa de Pós-graduação *stricto sensu* em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola/PPGASP da UNEMAT.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, M.; VALÉRIO FILHO, M. Geotecnologias Aplicadas na análise do processo de antropização na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Piracangaguá – Município de Taubaté – SP. *Anais... XI SBSR*, Belo Horizonte, Brasil, 2003.
- BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global: esboço metodológico. *Caderno de Ciências da Terra*. São Paulo: IGEO/USP, n. 13, p. 01-27, 1972.
- BERTRAND, J. P. L'avancée fulgurante du complexe soja dans le Mato Grosso: facteurs clés et limites prévisibles. *Revue Tiers Monde*, Paris, v. 45, n. 179, p. 567-594, 2004.
- BERTRAND, J. P.; Cadier, C.; GASQUÈS, J. G. O Crédito: Fator essencial à expansão da soja em Mato Grosso. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, Brasília, v. 22, n. 1, p. 109-123, 2005.
- BRASIL. **CONAMA, resolução nº 303, de 20 de março de 2002**. Diário oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 13 de maio de 2002.

BRASIL. Companhia Nacional de Abastecimento. **Série histórica de produtividade**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 31/05/2011.

CÂMARA G.; SOUZA, R. C. M.; FREITAS, U. M.; GARRIDO, J. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, v. 20, n. 3, p. 395-403, 1996.

CAVALHEIRO, F. Urbanização e Alterações Ambientais. In: Santos, D. G.; Nucci, J. C. **Paisagens geográficas: um tributo a Felisberto Cavalheiro**. Campo Mourão/PR: Editora da FECILCAM, 2009. 196 p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blucher, 1999. 236 p.

CONGALTON, R. G. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. **Remote Sensing of Environment**, n. 37, p. 35-46, 1991.

CRUZ, C. B. M.; TEIXEIRA, A. J. A.; BARROS, R. S.; ARGENTO, M. S. F.; MAYR, L. M.; MENEZES, P. M. L. Carga antrópica da bacia hidrográfica da Baía de Guanabara. **Anais... IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Santos, Brasil, 1998.

CRUZ, J. P.; LEITE, H. G.; SOARES, C. P. B.; CAMPOS, J. C. C.; SMIT, L.; NOGUEIRA, G. S.; OLIVEIRA, M. L. R. Modelos de crescimento e produção para plantios comerciais jovens de *Tectona grandis* em Tangará da Serra, Mato Grosso. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 32, n. 5, p. 821-828, 2008.

DALLACORT, R.; MOREIRA, P. S. P.; INOUE, M. H.; SILVA, D. J.; CARVALHO, I. F.; SANTOS, C. Wind speed and direction characterization in Tangará da Serra, Mato Grosso, Brazil. **Revista Brasileira de**

**Meteorologia**, v. 25, n. 3, p. 359-364, 2010.

FERREIRA, I. C. M.; COELHO, R. M.; TORRES, R. B.; BERNACCI, L. C. Solos e vegetação nativa remanescente no Município de Campinas. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 42, n. 9, p. 1319-1327, 2007.

FILADELFO-JÚNIOR, W. S.; CAMPOS, S.; PIROLI, E. L.; CARDOSO, L. G.; BARROS, Z. X. Uso atual das terras da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Água Fria – Bofete (SP), obtido por sistema de informação geográfica. **Revista Irriga**, v. 6, n. 01, p. 1-21, 2001.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélites para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. p. 41-51.

FONSECA, A. G. V.; HESS, S. C. Avaliação do Potencial de aproveitamento energético de bagaço de cana-de-açúcar nas usinas de álcool no estado de Mato Grosso do Sul. **Anais... XXIII Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Brasília, 2005.

GIORDANO, L. C. **Análise de um conjunto de procedimentos metodológicos para a delimitação de corredores verdes (greenways) ao longo de cursos fluviais**. 2004. 177f. Tese (Doutorado) - Departamento de Geociências e Meio Ambiente. Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Campus de Rio Claro, São Paulo, 2004.

GRANATO, E. F. **Geração de energia através da biodigestão anaeróbica da vinhaça**. 2003. 139f. Dissertação (Mestre em Engenharia Industrial) - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Campus de Bauru/SP, 2003.

GROSSI, C. H. **Diagnóstico e monitoramento ambiental da**

**microbacia hidrográfica do Rio Queima-Pé, MT**. 2006. 122f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) Faculdade de Ciências Agrônomicas. Universidade Estadual Paulista, Botucatu/SP, 2006.

IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Manuais técnicos em geociências. Rio de Janeiro: FIBGE, n. 1, 1992. 92 p.

IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de uso da terra. Manuais técnicos em Geociências**. Rio de Janeiro: FIBGE, n. 7, 1999. 58 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 20 de outubro, 2011.

KREITLOW, J.; NEVES, S. M. A. S.; NEVES, R. J.; SERAFIM, E. S. Avaliação geoambiental das terras do município brasileiro de Cáceres para o cultivo da teca. **Ra' e ga**. v. 31, p. 53-68, 2014.

LIMA, W. P. **Impacto ambiental do eucalipto**, 2. ed. São Paulo: EDUSP (Editora da Universidade de São Paulo), 1993. 301 p.

LISBOA, L. S. S. **Cenários de mudanças climáticas usando modelagem dinâmica na Bacia do Alto Taquari**. 2008. 73f. Dissertação (Mestre em Engenharia da Computação) Universidade do Estado de Rio de Janeiro, Rio de Janeiro/RJ, 2008.

MACHADO, L. S. C.; COELHO, W. L. V.; SILVA, F. S.; PORTO, A. G.; SANTOS, S. Análise do potencial de geração de energia através da utilização da vinhaça no estado de Mato Grosso. **Anais... IV Encontro de Produção Agroindustrial**. Campo Mourão, PR, Brasil, 2010.

- MARQUES, A. C. **Bacia Hidrográfica do Rio Santana: Influência das atividades antrópicas na dinâmica hidrológica**. 2008.105f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Departamento Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus/BA, 2008.
- MATEO, J. **Geoecologia de los paisajes**. Mérida: Edit. ULA, 1991. 137 p.
- MATEO, J. **Apuntes de Geografía de Los Paisajes**. Habana: Ed. MES, 1984. 470 p.
- MATO GROSSO (Estado). Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral. **Anuário Estatístico de Mato Grosso – 2010a**. Cuiabá: SEPLAN/MT, 2011. S/p. Disponível em: <http://www.seplan.mt.gov.br/sitios/anuario/2010/Index.htm>. Acessado em: 12/06/2013.
- MATO GROSSO (Estado). Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral. **Dados por Município – 2008b**. Cuiabá: SEPLAN/MT. Disponível em: [http://www.sema.mt.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=80&Itemid=138](http://www.sema.mt.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=80&Itemid=138). Acessado em: 20/06/2013.
- NOGUEIRA, C. R.; CRUZ, C. B. M.; AGAREZ, F. V.; VICENS, R. S. Classificação de bacias hidrográficas em tabuleiros costeiros através de indicadores provenientes de sensoriamento remoto – estudo de caso em Linhares e Sooretama, ES. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: 2001. p. 955-958.
- PÉREZ-ORTEGA, D. J. **Avaliação dos efeitos das atividades antrópicas na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê, município de Ilha Solteira-SP**. 2011. 151 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São Paulo, 2011.
- PÉRICO, E.; CEMIN, G.; MOHR, L. R. S. Fisiografia da bacia hidrográfica do rio Forqueta/RS, sul do Brasil. **Scientia Plena**, v. 8, n. 9, p. 1-9, 2012.
- PINTO, L. V. A.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; FERREIRA, A. Estudos das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. **Scientia Florestalis**, n. 65, p. 197-206, 2004.
- PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Atlas de Desenvolvimento Humano**. Disponível em: <http://www.pnud.org.br/SobrePNUD.aspx>. Acesso em: 10/05/2013.
- PRADO, R. B. **Geotecnologias aplicadas a análise espaço temporal do uso e cobertura da terra e qualidade da água do reservatório de Barra Bonita, SP, como suporte a gestão de recursos hídricos**. 2004. 197 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade de São Paulo, 2004.
- ROCHA, S. P.; CRUZ, C. B. M. Aplicação do ITA na análise espaço-temporal do entorno da BR-101 nos municípios de Angra dos Reis e Parati. **Anais... XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal/RN, Brasil, 2009.
- ROSA, R. Geotecnologias na geografia aplicada. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 16, p. 81-90, 2005.
- ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. 6 ed. Uberlândia/MG: EDUFU, 2007. 248 p.
- SALOMON, K. R. **Avaliação Técnico-Econômica e Ambiental da Utilização do Biogás Proveniente da Biodigestão da Vinhaça em Tecnologias para Geração de Eletricidade**. 2007. 219 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2007.
- SANTOS, R. F. **Planejamento Ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 185 p.
- SCHWENK, L. M.; CRUZ, C. B. M. Conflitos socioeconômico-ambientais relativos ao avanço do cultivo da soja em áreas de influência dos eixos de integração e desenvolvimento no Estado de Mato Grosso. **Acta Sci. Agron.**, v. 30, n. 4, p. 501-511, 2008.
- SERIGATO, E. M. **Delimitação automática das Áreas de Preservação Permanente e identificação dos conflitos de uso da terra na bacia hidrográfica do Rio Sepotuba**. 2006. 203 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestal) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestal. Viçosa/MG, 2006.
- SHARPLEY, A. N.; DANIEL, T.; SIMS, A.; LEMUNYON, R.; STEVENS, R.; PARRY, R. **Agricultural phosphorus and eutrophication**. Ohio: United States Department of Agriculture. Agricultural Research Service, 1999. 36 p.
- SOARES-FILHO, B. F. S. **Modelagem da dinâmica de paisagem de uma região de fronteira de colonização amazônica**. 1998. 299 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Departamento de Engenharia e de Transportes. Universidade de São Paulo, 1998.
- SUKOPP, H.; KUNICK, W. Die Gross-Stadt als Gegenstand Okologischer Forschung. **Zeit der T.U. Berlim**, Berlim, v. 5, p. 710-716, 1973.
- TEIXEIRA, A. J. A. **Classificação de bacias de drenagem com o suporte do Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento – O caso da Baía de Guanabara**. 2003. 156 f.

Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2003.

TURNER, M. G.; GARDNER, R. H.; O'NEIL, R.V. **Landscape ecology in theory and practice: patterns and process**. New York: Springer-Verlag, 2001. 401 p

VALENTE, O. F.; GOMES, M. A. **Conservação de nascentes: hidrologia e manejo de bacias hidrográficas de cabeceiras**. Viçosa-MG: Editora Aprenda Fácil, 2005. 210 p.

VASCONCELOS, A. O.; LUCENA, A.; FILHO, O. C. R.; FRANÇA, J. R. A.; PERES, L. F. Análise Multitemporal do Uso e Cobertura do Solo da Bacia Hidrográfica do Rio Iguaçu Através do Processamento de Imagens LANDSAT-5 TM. **Anais... XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Curitiba, PR, Brasil, 2011.

VICENS, R. S. **O transporte de sedimentos em suspensão como parte da análise ambiental da bacia hidrográfica do rio Mazomba**. 1998. 117f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1998.

Recebido em: jul/2013  
Aprovado em: jun/2014