

**DIAGNÓSTICO DO USO DO SOLO E DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO PANDEIROS-MG COMO SUBSÍDIO PARA ESTUDOS DE
IMPACTO AMBIENTAL**

**DIAGNOSIS OF SOIL USE AND ENVIRONMENTAL DEGRADATION IN THE
WATERSHED RIVER OF PANDEIROS-MG HOW SUBSIDE TO
ENVIRONMENTAL IMPACT STUDIES**

Diego de Sousa Ribeiro Fonseca¹
diegosousarf@gmail.com

Cristina Rodrigues Nascimento¹
crisrodnasc@hotmail.com

Wadson de Almeida Miranda
wadsonmiranda@yahoo.com.br

Flávio Pimenta de Figueiredo¹
figueiredofp@yahoo.com.br

¹Universidade Federal de Minas Gerais - Instituto de Ciências Agrárias – ICA
Montes Claros, MG - Brasil

RESUMO: O objetivo do estudo foi realizar um diagnóstico do uso do solo e da cobertura vegetal da Área de Proteção Ambiental da bacia hidrográfica do Pandeiros, localizada no extremo norte do Estado de Minas Gerais. Apesar das riquezas naturais, a região apresenta diversos problemas ambientais devido ao uso indiscriminado do solo, fiscalização e planejamento ambiental inadequados. Tais questões têm comprometido a qualidade dos ecossistemas envolvidos e áreas de aporte de importantes mananciais do sítio. A metodologia empregada para realização do trabalho baseou-se nas tecnologias geográficas, fazendo uso da Cartografia Digital, Sistemas de Informações Geográficas (SIG), Sensoriamento Remoto, Sistema Global de Posicionamento (GPS) e pesquisa direta no campo. Conclui-se que a maior parte do espaço que deveria ser destinado ao uso sustentável encontra-se explorado por interesses particulares, que atuam no lugar sem maiores critérios de conservação, levando à deterioração e comprometimento do espaço.

PALAVRAS-CHAVE: Área de Proteção Ambiental; bacia do São Francisco; Geotecnologias; Sustentabilidade; Recursos Hídricos.

ABSTRACT: The objective of this study was to make an environmental diagnosis of soil use and vegetative cover of Environmental Preservation Area of Watershed River Pandeiros, located in the north of the State of Minas Gerais (Brazil). Despite the natural resources, the local studied shows various environmental problems, because of the bad use of soil, lack of inspection and environmental planning, this are the factors commits the quality of ecosystems

involved. Added there problems with cover areas of rivers of the location. The methodologies included the use of geographical technologies, with use of Digital Cartography, Geographical Information System (GIS), Remote Sensing, Global Position Systems (GPS) and direct study site. Arrived the conclusion that the biggest part of local, that should've be closed to sustainable use, is conditioning to privates interests, factor that added the lack inspection have brought several environmental troubles.

KEYWORDS: Environment Preservation Area; watershed river São Francisco; Geotechnologies; Sustainability; Water Resources.

INTRODUÇÃO

Os resultados maléficos da modificação dos ambientes naturais têm sido objeto de pesquisa de profissionais de diversas áreas do conhecimento, e o interesse no assunto originou-se, em âmbito mundial, a partir da década de 60, momento em que nos Estados Unidos foi aprovada a *National Environmental Policy of Act* (NEPA), documento que propunha a política nacional ambiental do país, tendo como instrumento a Avaliação de Impactos Ambientais (AIA). A partir de então, os debates a respeito do tema ganharam maiores proporções, e as questões ambientais, cada vez mais, adquiriram atenção, o que fez culminar na realização do primeiro encontro internacional para discussão de questões referentes ao meio ambiente, a Conferência das Nações Unidas, ocorrida em Estocolmo no ano de 1972 (Destefenni, 2005).

Conforme definição do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA nº 001/86), impacto ambiental é qualquer alteração química, física ou biológica do ambiente natural, causada por qualquer forma de energia patrocinada pelas atividades humanas, que implique na modificação da saúde, bem estar e segurança das populações; atividades econômicas; biota; nas condições estéticas e sanitárias do ambiente; e na qualidade dos recursos ambientais.

Devido à importância do tema, e em consequência da crescente exploração ambiental desencadeada ao longo dos anos, os diagnósticos ambientais ganharam complexidade e as inovações tecnológicas possibilitaram conclusões mais incisivas nas informações espaciais. Essas pesquisas destinam-se à apresentação dos problemas e às propostas para mitigação e reparo dos danos causados.

Trabalhos tais como os de Rosa & Brito (1996), Kawakubo *et. al.* (2004), Krenzer *et. al.* (2007), e Li *et al.* (2011), mostram que pesquisas desenvolvidas com tecnologias geográficas podem auxiliar na obtenção de resultados que envolvam maior número de variáveis devido à possibilidade de se representar e referenciar espacialmente, através de coordenadas, as características do objeto analisado; mensurar áreas perturbadas; gerar banco

de dados e cruzar informações; diminuir visitas em campo com o uso e interpretação de imagens orbitais e aéreas; classificar os eventos representados; prever cenários.

Diante das questões discutidas, o foco deste estudo é a bacia hidrográfica do Pandeiros, localizada no norte do Estado de Minas Gerais. O interesse no local se deve ao fato da região apresentar grande variedade de corpos hídricos e uma diversificada quantidade de formações vegetais, tais como: mata de galeria, de veredas, sendo um ambiente de cerrado. O sítio sugerido foi transformado em reserva florestal, ou Área de Proteção Ambiental (APA), a partir da lei estadual número 11.901, decretada em Minas Gerias no dia 01 de setembro de 1995.

Apesar da diversidade natural, o principal problema do local em estudo é o avanço não planejado das áreas agrícolas. Essa ocupação desordenada tem afetado locais importantes para conservação, entre eles, aqueles de aporte das nascentes dos rios. Partindo-se do problema, e tendo em vista as finalidades de criação de uma APA, a hipótese do estudo é que a maior parte da área que deveria ser destinada ao uso sustentável, está ocupada por atividades de produção que desencadeiam a destruição do ambiente natural.

O trabalho foi estruturado a partir do reconhecimento da composição da paisagem, com a estimativa do uso do solo e da cobertura vegetal, o que resultou na discussão de propostas para mitigação e preservação dos locais mais problemáticos. As informações foram geradas por meio de pesquisa direta *in loco* através de imagens do satélite IRS-P6 (*Indian Remote Sensing* - Resourcesat-1). A avaliação quali-quantitativa das áreas de cultivo foi processada a partir de métricas da paisagem, realizadas por meio de classificação supervisionada da imagem de satélite.

O trabalho objetivou diagnosticar os principais problemas do ambiente da bacia hidrográfica do Pandeiros-MG, por meio do entendimento da composição do uso do solo, a fim de direcionar a visão agro-destrutiva, que tem predominado no ambiente, para a visão agro-ecológica, e, dessa forma, apontar para a necessidade de maior planejamento das atividades dentro do espaço analisado. Outra questão é contribuir com informações para pesquisas que auxiliem aos diversos órgãos públicos que lidam com planejamento ecológico; na tomada de decisões que desencadeiem maior sustentabilidade para o sítio em análise.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e Descrição da Área de Estudo

A Área de Proteção Ambiental da bacia hidrográfica do Pandeiros, de acordo com dados do relatório técnico do Instituto de Geociências Aplicadas (IGA, 2006), integra a macrobacia do rio São Francisco, localiza-se à margem esquerda do médio curso desse rio, no extremo norte do Estado de Minas Gerais, entre as coordenadas geográficas 45°95'W, 15°88'S e 43°95'W, 14°40'S. Encontra-se inserida na Macrorregião Norte de Minas, Microrregião de Januária, e compreende parte dos municípios de Januária, Bonito de Minas e Cônego Marinho.

Os municípios circunvizinhos (Figura 1) à APA são: Montalvânia e Miravânia à nordeste; São João das Missões à leste; Itacarambi à sudeste; Pedras de Maria da Cruz no extremo sul; Chapada Gaúcha e São Francisco à oeste; e o Estado da Bahia na porção norte. A área total da APA é de 393.060,4074 hectares; e o perímetro total é de 387.335,48 metros.

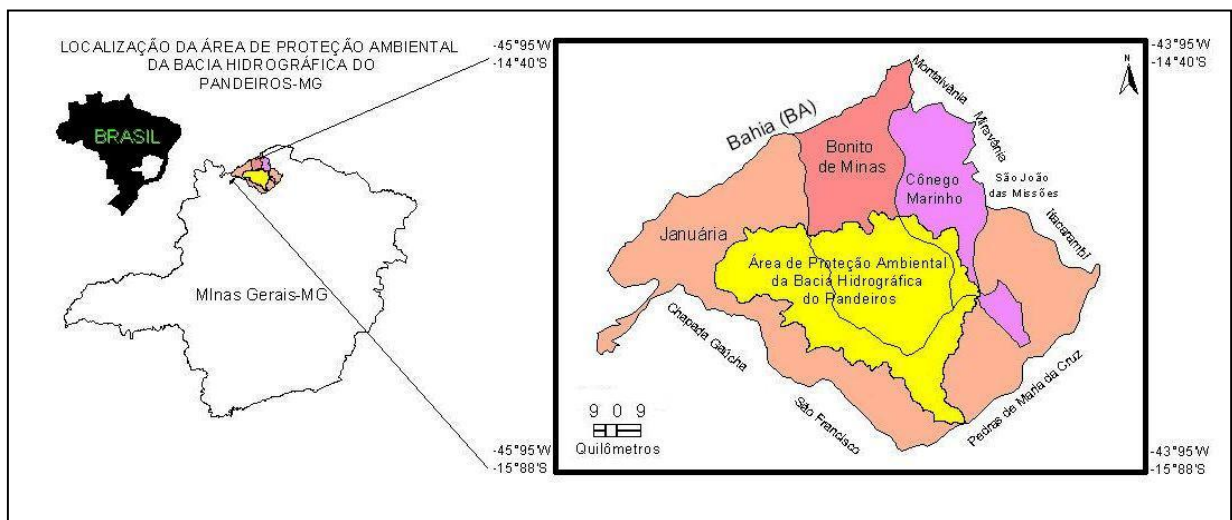


Figura 1. Localização da APA no Estado de Minas Gerais.

A temperatura média anual é de 24°C; nos meses mais frios, junho e julho, a temperatura média fica em torno dos 20,4°C; no mês mais quente, outubro, a média é de 25,5°C. A precipitação anual fica em torno dos 1.057,4mm. Os meses de maior pluviosidade, outubro a março, totalizam 91% do total anual precipitado, os meses mais secos estão entre abril e setembro (Bethonico, 2009).

Quanto às características geológicas, a APA do rio Pandeiros se localiza dentro da unidade geotectônica denominada Cráton do São Francisco, formações metassedimentares do

Norte de Minas, destacando-se os grupos Bambuí, Urucuia e Areado (Bethonico, 2009). É constituída principalmente por rochas arqueanas e paleoproterozóicas, as quais são delimitadas por cinturões orogenéticos neoproterozóicos. Quanto às unidades litoestratigráficas da região, são constituídas principalmente por depósitos aluviais e coberturas detríticas do cenozóico; arenitos, formados no mesozóico; calcários, siltitos e dolomitos formados no neoproterozóico.

De acordo com o IGA (2006), os solos predominantes na bacia hidrográfica em estudo são do tipo latossolo vermelho-amarelo mesclados a neossolos quartzênicos; nas margens dos córregos, existe a associação do neossolo quartzênico ao gleissolo; e no extremo sul, à margem do Ribeirão Pandeiros, é notada a ocorrência de afloramentos calcários.

A região da APA do rio Pandeiros, conforme Mapa de Cobertura Vegetal do Brasil (IBGE, 2004), é um complexo entre os biomas - cerrado e caatinga, predominando o primeiro com suas variações, um ambiente pantanoso que serve de refúgio para diversas espécies silvestres, tendo em vista que, conforme o IGA (2006), o local é berçário de cerca de 70% dos peixes destinados ao rio São Francisco.

Os rios de maior extensão e volume são: córregos Catolé e Suçuarana, e os riachos Borrachudo e Macaúbas. Estes mananciais apresentam certa fragilidade, diante da aparência arenosa dos solos e retirada da vegetação ciliar, o que desencadeia processos de erosão, com formação de voçorocas e assoreamento.

Atualmente, conforme dados do IBGE (2002), com o declínio das atividades econômicas, a região da APA apresenta baixa densidade demográfica, menos de 10 hab/km². Os três municípios que fazem parte da bacia do rio Pandeiros possuem população total de 79.645 habitantes, sendo o município de Januária o mais populoso (IBGE, 2010). Os povoados existentes são: Vila Pandeiros e Várzea Bonita. Os municípios de Bonito de Minas e Cônego Marinho, em detrimento de Januária, apresentam maior predominância de população rural (IBGE, 2000). Os cultivos agrícolas, em geral, são de subsistência, e os mais comuns são o do arroz, feijão, milho e mandioca.

Procedimentos metodológicos

Primeira etapa: o primeiro procedimento realizado consistiu na vetorização, utilizando o programa AutoCAD Map 2000, do material cartográfico presente na lei que criou o espaço em estudo. Seguidamente, o arquivo foi exportado em formato *shapefile* e importado

para o Spring. Posteriormente houve a manipulação da imagem IRS-P6 (Resourcesat-1), gerada em 13/06/2010, órbita/ponto 331/088, editada nos canais: R3G4B5. Este arquivo foi processado no Impima 5.0.1, onde foi recortado o retângulo envolvente de interesse e salvo em formato imagem Spring. Após o procedimento, recorreu-se ao registro do material com base nos pontos georreferenciados, obtidos com o IGA (2006). Simultaneamente, para maior precisão no processo de ortorretificação, a imagem foi manuseada no AutoCAD Map e posicionada sob a base vetorial previamente construída, a qual delimita a APA do Pandeiros. Sucessivamente, comparando as feições da imagem, então georreferenciada no AutoCAD, procedeu-se ao seu registro no ambiente Spring, onde foram usados doze pontos para controle. A imagem foi submetida à técnica do contraste linear, pelo qual foi melhorada a nitidez e qualidade visual dos alvos em análise. O limiar foi processado por meio do valor médio dos *pixels* mais dois desvios-padrões (2σ).

Outros mecanismos utilizados para checagem do nível de acerto foram: a importação dos pontos georreferenciados coletados em campo com uso do GPS para o ambiente CAD e a comparação dos resultados gerados com os dados oficiais (lei 11.901). A primeira etapa foi realizada com uso do programa TrackMaker PRO, para importação dos pontos do GPS para o AutoCAD. O posicionamento dos pontos foi comparado com a posição das feições da imagem trabalhada. Na vetorização da carta que representa a APA, realizou-se a comparação entre a área informada pela lei que cria o espaço, que é de 393.060ha; e a área gerada no procedimento, que foi de 393.060,364ha. Por meio dos critérios descritos, o erro nas etapas de vetorização e registro da imagem foi considerado aceitável diante dos materiais disponíveis.

Segunda etapa: com base na vetorização realizada anteriormente, o mesmo arquivo foi salvo em *DXF R12* e importado para o Spring. Com este plano de informação ativado através do comando MNT (geração de curvas de nível), foi processado o modelo numérico do terreno, com espaçamento de 30 metros entre as isoípsas. O material foi salvo em formato *shapefile* e manuseado no TrackMaker PRO, para que os dados fossem convertidos do formato *shp* para *txt*. Após os procedimentos, a partir do Surfer 8, processou-se o modelo digital de terreno (Mondardo, 2007), com a transformação do arquivo *txt* para *grd*. No decorrer do processo, foi escolhido o algoritmo para cálculo de grade e definição do método de interpolação (Mínima Curvatura), etapa em que foi gerado o mapa de classes altimétricas em três dimensões. O produto foi finalizado com a sobreposição dos vetores, representando também os córregos no mapa recém construído.

Terceira etapa: trabalhos de campo ocorreram entre março e agosto/2010, com apoio do Instituto Estadual de Florestas (IEF/Januária-MG). A presença em campo foi necessária, entre diversos aspectos, para obtenção de pontos georreferenciados por meio do GPS, e para reconhecimento de padrões da paisagem, que subsidiaram a realização da classificação supervisionada do uso do solo e da cobertura vegetal da área. No processo de reconhecimento da paisagem, a diferenciação entre classes de cerrado, cerrado em regeneração e áreas degradadas, foi realizada por meio da observação empírica em campo de restos arbóreos de indivíduos afetados no passado por corte seletivo, observou-se ainda a densidade vegetal, diâmetro e altura dos indivíduos arbóreos (Cabacinha & Castro, 2010). Na manipulação da imagem, quando houve confusão na diferenciação entre cerrado em regeneração e área degradada, prevaleceu a última situação.

Para processamento da classificação supervisionada, foi utilizado o arquivo *raster* anteriormente manuseado, o qual foi previamente registrado, e nele efetuadas as operações de contraste. Essa imagem foi manuseada por meio do MultSpec W32, nos mesmos canais anteriormente editados. Então, providenciou-se a inserção de “classes de treinamento”, por meio do comando “*processor*” (*statistics*). Os parâmetros que orientaram a obtenção dos resultados foram norteados com base nas visitas de campo anteriormente mencionadas, dados do mapa de uso do solo do IGA (2006) somado à interpretação da imagem. A geração das classes resultou no agrupamento de *pixels* com características espectrais semelhantes, mediante a comparação dos *pixels* da cena com os da classe de interpretação gerada pelo computador, tal como descrito por Ribeiro (2008).

No processamento da classificação supervisionada, com objetivo de obter melhores resultados, a cada classe criada, foram efetuados testes de exatidão, para que fossem minimizados os erros de desempenho. No total, foram criadas doze classes temáticas. O algoritmo utilizado foi a Máxima-Verossimilhança; a matriz de erros obtida com emprego do Índice Kappa foi de 0.911 e a Exatidão Global foi de 0.926.

Congalton (1991) esclarece que os níveis de aceitação nas classificações de imagens orbitais, tal como o Índice Kappa, quando acima de 0.8 podem ser qualificados como excelentes. Stehman (1992) argumenta que o coeficiente Kappa é um dos índices mais usados para mensurar a exatidão nas classificações, tendo em vista sua competência no diagnóstico de precisão nesse modelo temático. Tal questão é explicada pelo fato do índice estimar toda a matriz de confusão no seu cálculo, inclusive, os elementos fora da diagonal principal, os quais

representam as discordâncias no procedimento. É diferente da exatidão global, por exemplo, que utiliza somente os elementos diagonais (concordância real). O cálculo do Índice Kappa é representado pela seguinte equação:

$$K = \frac{P_0 - P_c}{1 - P_c} \quad \text{Eq.(1).}$$

As relações para P_0 e P_c podem ser explicitadas por:

$$P_0 = \frac{\sum_{i=1}^M n_{ii}}{N} \quad \text{Eq.(2).}$$

$$P_c = \frac{\sum_{i=1}^M n_{i+} n_{+i}}{N^2} \quad \text{Eq.(3).}$$

Em que:

N = número total de *pixels* contemplados pela matriz de erros;

n = elemento da matriz de erros;

M = número de categorias informacionais presentes na matriz de erros;

n_{ii} = elementos da diagonal principal;

n_{i+} = total da linha para uma dada categoria informacional; e

n_{+i} = total da coluna para esta mesma categoria informacional.

O mau desempenho nas classificações pode ocorrer principalmente com uso de imagens de média e baixa resolução espacial, porque, quanto mais heterogênea for a superfície local e menor a resolução espacial do sensor, maiores serão os problemas de mistura espectral (Kawakubo *et al.*, 2004). No caso da cena da imagem IRS-P6 trabalhada, os erros foram reduzidos pela qualidade apresentada (0% de nuvens) e pelo critério no procedimento de classificação, ao escolher amostras aleatórias *pixel a pixel* (Congalton, 1991).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ocupação original do território em que se encontra inserida a APA do Ribeirão Pandeiros remonta à história do povoamento do Norte de Minas Gerais, o que pode explicar a permanência de práticas culturais que sobreviveram ao longo dos séculos, tais como a queimada, o desmatamento da vegetação ciliar e o dreno das águas das veredas para cultivo agrícola. As ações descritas são herdadas do período pré-histórico, e ainda praticadas pelas populações tradicionais e indígenas (Sletto, 2011). A intensificação do povoamento começou a ocorrer por volta do século XVI e XVII, quando houve a expansão da pecuária nortemineira, momento no qual, entre as fazendas de gado, foram sendo formados pequenos núcleos urbanos isolados que perduram até os dias atuais. Em meados das décadas de 60/70, com o incentivo de políticas públicas promovidas pelo Estado, houve a quebra do isolamento dessas populações com o desenvolvimento do cultivo de eucalipto através do capital externo direcionado às indústrias rurais que imigraram para o sítio, com o principal objetivo de produzir carvão vegetal, que fomentava a indústria siderúrgica e favorecia a maior oferta de emprego (Bethonico, 2009). Com o declínio do período de prosperidade da região, por volta do início da década de 90, houve o abandono dos espaços agrícolas pelas grandes empresas rurais, sobrando para a população graves problemas ambientais e sociais.

O ambiente da APA sofre diversos tipos de pressão antrópica, principalmente no tocante ao avanço da monocultura irrigada, com o cultivo de eucalipto, pecuária tradicional, desmatamento clandestino, corte de lenha, e o uso do fogo de modo pouco planejado. As ações enumeradas estão entre as que mais dinamizam os processos de degradação e alteração da estrutura de uma vegetação (Cabacinha & Castro, 2010). Tais práticas no sítio em estudo estão levando à diminuição de certos locais de vegetação que promovem a adequada recepção pluviométrica, locais estes que são imprescindíveis para o aporte dos mananciais e das áreas de solos hidromórficos, onde estão posicionadas formações sensíveis, como a das veredas.

Por outro lado, é verificada a carência da população em diversos aspectos socioeconômicos, o que tem gerado conflitos sociais principalmente entre os pequenos produtores rurais, com a disputa de terras mal demarcadas no passado (Bethonico, 2009). Somada aos fatores discutidos, existe ainda a problemática dos tempos atuais com a questão ambiental, fator mal entendido por parte dos habitantes e responsável por disputas e impactos socioambientais bastante perceptíveis no lugar. É necessário ressaltar que há impacto socioambiental apenas quando determinada sociedade é vítima de ações antrópicas

indiscriminadas sobre o meio natural. Sendo assim, o impacto socioambiental é consequência de um impacto ambiental (Santos, 2009). O argumento ressalta a importância do planejamento e zoneamento ambiental como medida profilática às aspirações do bem estar social no convívio com a natureza.

Na Figura 2 é possível interpretar alguns dos aspectos territoriais da região do Pandeiros verificados em visitas de campo. No extremo sul da imagem, se vê posicionada a região pantanosa entremeada a rochedos e várzeas (tons mais escuros e arredondados). O rio Pandeiros (linha sinuosa escura), de padrão dendrítico, segue do noroeste para o sentido sudeste, acompanhado por mata ciliar (em tonalidade avermelhada e textura rugosa). Em meio ao trajeto, paralelo ao rio Pandeiros, estão as áreas de veredas, acompanhada às de cultivo, juntamente com áreas degradadas. Na porção noroeste pode ser observadas (por meio de formas geométricas mais bem definidas) áreas de cultivo somadas às de pastagem; logo acima dessa região, é onde se encontra o córrego Suçuarana. Na porção centro-sul, está o riacho Borrachudo, o qual corta grandes áreas de solo exposto (tonalidades mais claras da imagem); já o riacho Macaúbas posiciona-se no extremo leste. Áreas degradadas e de solo exposto são percebidas em toda a região analisada. Os sítios mais preservados e de vegetação mais densa são aqueles de textura rugosa e tonalidade escura.

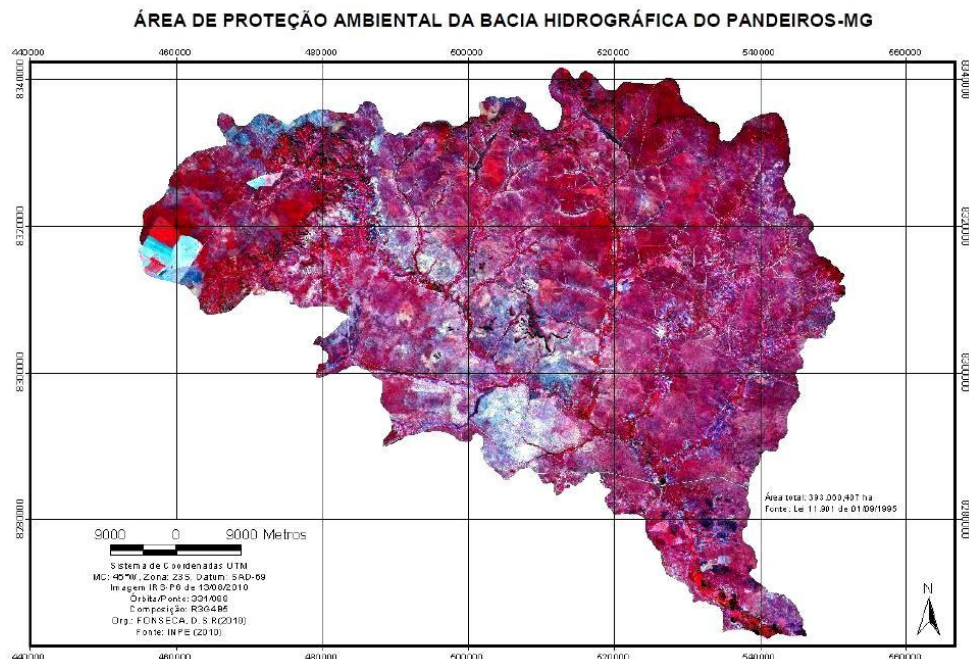


Figura 2. Composição colorida R3G4B5 – imagem do satélite IRS-P6 – cena da APA do rio Pandeiros.

A região da APA do Ribeirão Pandeiros possui predominância de terreno moderadamente ondulado, principalmente na porção centro-sul. As cotas variam de 400 a 880 metros de altitude. A declividade se processa gradualmente a partir das maiores cotas - chapadões de topos planos posicionados na região noroeste, até as cotas de menor elevação, justapostas seguindo a direção sudeste, de aspecto moderadamente abrupto.

Em meio às depressões relativas ocorrentes no interior da APA, é comum o afloramento do lençol freático, o que leva as formações vegetais dessas regiões a apresentarem aspecto encharcado devido à ocorrência de solos hidromórficos. O abastecimento hídrico desse tipo de local é dado também pela infiltração e escoamento d'água das áreas de cotas altimétricas mais elevadas, como os da região noroeste da bacia, para os locais de cotas mais baixas, onde há a captação desse escoamento. Nessa região há absorção e confluência de boa parte das águas das chuvas para o lençol freático, outra parte esco superficialmente por mecanismos do próprio solo ou por meio da drenagem fluvial. Neste último caso, o Ribeirão Pandeiros desempenha um papel de extrema importância, tendo em vista que esse manancial nasce exatamente na região noroeste da bacia, na vertente direita da chamada serra do Gibão, onde é conhecido pelo nome de córrego Suçuarana, e corre no sentido sudeste até desaguar no rio São Francisco, tal como representado na Figura 3, em escala de arco-íris.

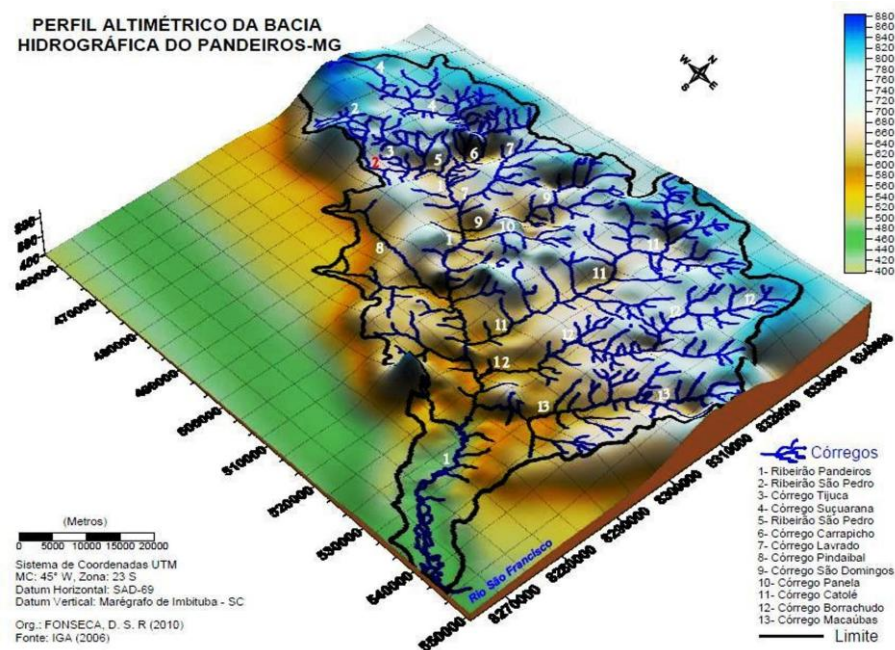


Figura 3. Modelo digital de elevação (MDE) da APA do rio Pandeiros.

O rio Pandeiros e o pântano que o integra, são considerados “berçários do Velho Chico”, foram transformados em Refúgio da Vida Silvestre por meio do decreto nº 4.910 de 05/11/2004, com objetivo de proteger o local de procriação de parcela importante dos peixes que abastecem o rio São Francisco. No pântano, distante 48km de Januária, ocorre o fenômeno da piracema, momento em que os peixes nadam contra a correnteza em busca do melhor ambiente para desova (Bethonico, 2009).

É de notória importância se dizer que a parte noroeste da bacia hidrográfica do Pandeiros, devido ao seu papel de recarga de aquíferos, precisa ser melhor monitorada e livre de modificações antrópicas. As vegetações naturais, por uma série de fatores (Ab’Sáber, 2003), são mais eficientes para infiltração das águas nos solos em relação às áreas de cultivo. Entretanto, a referida região é um dos principais locais onde se pratica agricultura comercial no território estudado.

A lei 9.433, de 8 de janeiro de 1997, enfatiza a importância das bacias hidrográficas e sugere sua área de influência como unidade de planejamento, tendo o limite da bacia como perímetro da área a ser planejada. Rocha *et al.* (2000) argumenta que qualquer tipo de uso do solo numa bacia hidrográfica interfere no ciclo hidrológico, não importando se o manuseio dependa direta ou indiretamente da água. A agricultura sem irrigação, por exemplo, pode não retirar água de um manancial superficial, mas essa prática interfere de forma indireta nos processos de erosão, com o aumento do escoamento superficial e, conseqüentemente, no assoreamento dos corpos d’água; na redução da taxa de infiltração de água no solo; na diminuição do lençol freático; e na alteração do padrão da vazão dos córregos.

Em visitas de campo na área de retângulo envolvente sob as coordenadas UTM: N8292000 E513000 e N8322000 E543000, pode-se ter uma amostra da situação problemática da APA. Foram identificados alguns dos danos ambientais presentes na região de estudo, entre eles se vêem: estradas que cortam áreas de curso hídrico (Figura 4a); cultivo agrícola (Figura 4b) e pastagem (Figura 4c) em locais frágeis, tais como os que originalmente foram de mata ciliar ou de veredas; além de lugares em processo avançado de erosão e formação de voçorocas (Figura 4d).



Figura 4a. Estrada interceptando curso hídrico.
Autor: Fonseca (2010).



Figura 4b. Área de cultivo agrícola em mata ciliar.
Autor: Fonseca (2010).



Figura 4c. Pastio em área de vereda.
Autor: Fonseca (2010).



Figura 4d. Área em estágio avançado de erosão.
Autor: Fonseca (2010).

Conforme a lei 11.901, de 01/09/1995, a qual transforma o espaço da bacia hidrográfica do Ribeirão Pandeiros em unidade de conservação de uso sustentável, Art. 5º parágrafo I, são “*restringidas a realização de atividades que possam colocar em risco os mananciais e os campos alagadiços*” do ambiente. Entretanto, o que é evidente ao observar as imagens acima são práticas que promovem exatamente o contrário daquilo que propõe a referida norma. A mesma lei, no mesmo artigo retro citado, no parágrafo III, restringe “*a realização de atividades capazes de provocar erosão de terras ou assoreamento de coleções hídricas*”, e estabelece ainda, no parágrafo V, que seja vetada “*a supressão total ou parcial de remanescentes de matas ciliares e de outras formações de matas naturais*”.

In loco não é difícil presenciar o grande número de pastagens e lavouras em locais de veredas, de várzeas ou nas matas de galeria, o que de acordo com a legislação vigente, é enquadrado em crime ambiental (lei federal 9.605 de 12/02/1998). O emprego do pastio nas formações de veredas é mais comum, sobretudo porque essa formação peculiar funciona como “esponja”, os solos são bastante úmidos e arenosos, e o cultivo agrícola difícil, e só processado para manejos de período curto. No entanto, a vegetação herbácea serve de alimento para o gado e a grande oferta d’água facilita a criação dos animais, inclusive tornando-se um mecanismo de baixo custo para os pequenos pecuaristas.

Para que haja o aproveitamento eficiente da bacia do Ribeirão Pandeiros como área que promova a manutenção dos espaços naturais, dos cursos hídricos e dos seres vivos, faz-se necessária a criação de uma área de conservação sob regime de proteção integral, com sugestão de que esta ocupe toda a borda noroeste da bacia. Locais sob proteção integral, de acordo com a legislação vigente, se constituem em áreas naturais, incluindo seus recursos ambientais e as águas jurisdicionais, legalmente cadastradas e administradas pelo poder público, com limites definidos e de características relevantes, sobre as quais se aplicam as penas legais com garantias adequadas para sua proteção (lei federal 9.985 de 18/07/2000).

As Unidades de Proteção Integral funcionam como *zonas de amortecimento*, com finalidade de se prevenir qualquer tipo de degradação que possa colocar em risco a integridade de certa região de proteção. Tais ambientes de preservação devem ficar distantes das áreas de maior adensamento populacional, tendo em vista que grande parte das ações antrópicas compromete os objetivos das unidades de proteção. A criação desse local na APA do rio Pandeiros seria justificada devido a fatores como: as grandes áreas sob intervenção humana particular; pelo fato de o local proposto alocar a nascente do Ribeirão Pandeiros; somada a sua importância estratégica na recarga de vários aquíferos.

Por meio do método da classificação supervisionada, diagnosticou-se que na bacia hidrográfica do Pandeiros, da sua área total, mais de 78% da ocupação constitui-se em locais de descaracterização natural. Áreas antropizadas estão presentes em muitos casos, conforme análises de campo, nas Áreas de Proteção Permanentes (lei federal 4.771 de 15/09/1965) e em regiões estratégicas para qualidade ambiental, tais como as de manutenção de cursos hídricos e de subsídio às vegetações naturais. As áreas preservadas representam menos de 22% do local que deveria ser destinado ao uso sustentável. Na Figura 5, as áreas sob intervenção

antrópica estão representadas em tons mais escuros e os locais onde ainda há vegetação preservada estão representados por cores em tons mais claros.

USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO PANDEIROS-MG

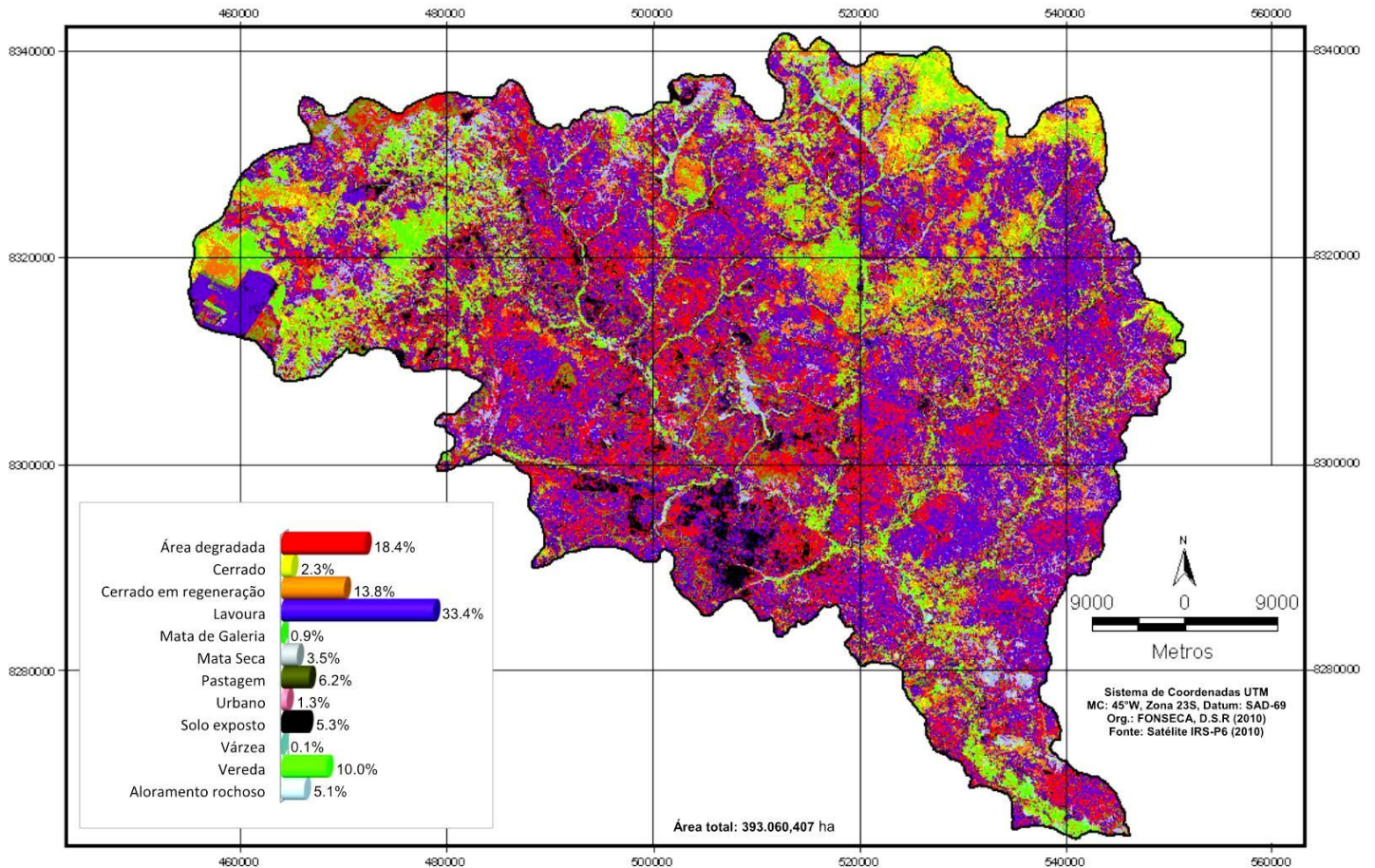


Figura 5. Mapeamento do uso do solo e cobertura vegetal, em porcentagem, na APA do rio Pandeiros.

Existe na APA ainda, um tipo de relicto, formado por espécies de Palmeira Babaçu (*Orbinya Speciosa*), que não pôde ser discriminado por conta da resolução espacial da imagem trabalhada nesta classificação. Relicto é uma expressão simbólica usada pelas ciências geográficas para se referir a ilhas de vegetação aparentemente anômalas, “*aplicada para designar qualquer espécie vegetal encontrada em uma localidade específica circundada por vários trechos de outro ecossistema*” (Ab’Sáber, 2003, p. 145).

A grande questão verificada na APA é que, exatamente nos locais de pastagem, em geral, com o gado criado de forma extensiva, são vistos os maiores impactos, com regiões de solo exposto e descaracterização da vegetação natural. Tal problema deve-se a vegetação rasteira, sob estrutura de solos arenosos, a qual se torna mais vulnerável ao pisoteio do gado e

a posterior desagregação das partículas do solo. Com o desenvolvimento de áreas de solo desnudo, a terra fica suscetível a diversos processos de erosão promovidos pelo vento e pelo escoamento superficial das águas da chuva, trazendo conseqüências como a formação de sulcos, ravinas e voçorocas. Dessa forma, devido ao elevado potencial destrutivo que a pecuária oferece para esse sítio, essa prática deve ser abolida ou extremamente restringida no espaço em análise.

A região mais indicada para manejo agroeconômico do solo, levando em conta o uso racional do espaço, é a centro-sul, margem direita do Ribeirão Pandeiros, observando o não aproveitamento das Áreas de Proteção Permanente (APP's). O local sugerido apresenta menor densidade de corpos hídricos e o terreno é relativamente pouco ondulado, o que torna seu manejo menos prejudicial, já que está situado mais a jusante dos principais rios, o que diminui o risco de contaminação das águas dentro do ambiente.

Forman (1995) argumenta que os fragmentos resultantes dos desmatamentos podem sofrer efeitos de borda e endogamia, o que pode levar à diminuição ou desaparecimento de várias espécies. De acordo com Ranieri *et al.* (1996), o estudo da degradação ambiental em diferentes cenários numa bacia hidrográfica é de suma importância para o planejamento agrícola. Além do que, o entendimento das relações espaciais pode ser mais bem compreendido a partir do uso de tecnologias geográficas, já que elas potencializam o estudo das interações da estrutura de uma paisagem, assunto que é objeto de estudo de áreas como, por exemplo, a Geografia da Percepção e a Ecologia da Paisagem (Fonseca & Braz, 2010). Nessa perspectiva, o estudo de uma fragmentação é indispensável para as ações voltadas à conservação de remanescentes e/ou recomposição da vegetação em áreas perturbadas, tais como a em análise.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Área de Proteção Ambiental da bacia hidrográfica do Pandeiros-MG representa um grande avanço socioambiental para o Norte de Minas, tendo em vista que as questões ambientais são motivo de atenção internacional. É preciso maior comprometimento dos agentes públicos com a dinamização do espaço a fim de que este funcione realmente como área de uso sustentável. Nessa perspectiva, é imprescindível o fomento de um plano de manejo e o zoneamento da área, e, partir daí, promover melhor fiscalização do local. É

necessário maior incentivo às pesquisas científicas, já que o lugar ainda é deficiente de informações publicadas.

O uso das tecnologias geográficas não elimina as pesquisas de campo, no entanto, esses recursos permitem o cruzamento e síntese de variáveis, e na apresentação dos resultados leva a interpretações mais objetivas. Com os recursos disponíveis, é verificado que a APA possui a maior parte da sua área destinada a interesses econômicos privados (mais de 78%), o que deve ser revertido, tendo em vista os objetivos da implantação de uma Unidade de Conservação. Somado ao argumentado, é necessário que se destine a borda noroeste do local como *zona de amortecimento*, sob regime de proteção integral, pois esta parte do espaço estudado é onde está a nascente do rio que dá nome a APA, além de funcionar como área de aporte dos mananciais e de formações vegetais importantes daqueles sítios sob altitudes inferiores, que compreendem a maior parte do local.

Nas regiões em que ocorre pastoreio são verificadas as maiores degradações, tal como áreas erodidas e em processo avançado de formação de voçorocas, sobretudo devido à retirada da vegetação herbácea com o pisoteio do gado. Deve ser empreendida fiscalização intensiva nas áreas de APP, especialmente nas de veredas e naquelas onde ocorre mata de galeria, com a justificativa da importância cênica dessa formação vegetal, pela importância ecológica na manutenção de várias espécies de peixes, e como escudo de proteção dos córregos, já que a vegetação ciliar evita o assoreamento dos corpos hídricos.

Devido às belezas naturais, o espaço se configura numa alternativa para geração de riqueza regional com o turismo. Dessa forma, são necessários investimentos em educação ambiental para a população local, fomento de parcerias com o empresariado, investimentos em infra-estrutura para abrigar adequadamente o turista interessado em passeios ecológicos, além do emprego de gestores, diretos e indiretos, comprometidos com a causa ambiental.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Estadual de Florestas (IEF/Januária-MG), pelo fornecimento de informações e de corpo técnico para acompanhamento das pesquisas no interior da APA do rio Pandeiros.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A.N. **Os Domínios de Natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 160p.
- BETHONICO, M.B.M. **Área de Proteção Ambiental Estadual do Rio Pandeiros-MG: espaço território e atores** Tese (Doutorado). 2009. 290p. Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói.
- CABACINHA, C.D.; CASTRO, S.S. **Estrutura Diamétrica e Estado de Conservação de Fragmentos Florestais no Cerrado Brasileiro**. Revista Floresta e Ambiente, v. 17, n. 1, p. 1-12, 2010.
- CONGALTON, R.G. **A Review of assessing the accuracy of classifications of Remotely Sensed Data**. Remote Sensing of Environment, v. 49, n. 12, p. 1671-1678, 1991.
- DESTEFENNI, M. **A Responsabilidade Civil Ambiental e as Formas de Reparação do Dano Ambiental – Aspectos Teóricos e Práticos**. Campinas: Bookseller, 2005, 256p.
- FONSECA, D.S.R.; BRAZ, C.K.R. **Investigação Epidemiológica da Distribuição Geográfica do Aedes aegypti na Cidade de Montes Claros (MG) com uso de Geotecnologias**. Revista Brasileira de Cartografia, v.62, n. 03, p. 489-503, 2010.
- FORMAN, R.T.T. **Land Mosaics: The ecology of landscape and regions**. Cambridge: Cambridge University Press, 1995, 632p.
- GEOMINAS, GEOPROCESSAMENTO DE MINAS. Dados do ano de 1996. Disponível em: www.geominas.mg.gov.br Acesso em: 02 fev. 2010.
- IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa Municipal Estatístico – Bonito de Minas**. Rio de Janeiro: IBGE, 2000.
- IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Atlas Geográfico Escolar**. Rio de Janeiro: IBGE, 2002, 200p.
- IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de Vegetação do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2004.
- IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE Cidades, Censo 2010**. Disponível em: <http://www.ibge.com.br/cidadesat/topwindow.htm?1> Acessado em: 01 de jun. 2011.
- IGA, INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS APLICADAS. **Áreas de Proteção Ambiental do Estado de Minas Gerais. Demarcação e Estudos para Pré-Zoneamento Ecológico. APA Bacia do Rio Pandeiros**. Belo Horizonte: Governo do Estado de Minas Gerais, 2006, 271p.
- INPE, INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Catálogo de Imagens**, 2010. Disponível em: www.inpe.br/ Acesso em: 15 mar. 2010.

KAWAKUBO, F.S; MORATO, R.G.; LUCHIARI, A. **Processamento das imagens HRG-SPOT 5 na Determinação de Classes de Uso da Terra e Manchas de Cobertura Vegetal na Região de Teodoro Sampaio – Pontal do Paranapanema**. Revista GEOUSP Espaço e Tempo, n. 15, p. 127-136, 2004.

KRENZER, C; ZHANG, J; TETZLAFF, A; VAN DIJK, P; VOIGT, S; MEHL, H.; WAGNER, W. **Uncontrolled coal fires and their environmental impacts: Investigating two arid mining regions in north-central China**. Applied Geography, n. 27, p. 42-62, 2007.

LI, M; ZHU, Z; VOGELMANN, J.E; XU, D; WEN, W.; LIU, A. **Characterizing fragmentation of the collective forest in southern China from multitemporal Landsat imagery: A case study from Kecheng district of Zhejiang**. Applied Geography, n. 31, p. 1026-1035, 2011.

MAILLARD, P; FERREIRA, D.B.; SOUZA, C.G de. **Incêndios Florestais em Veredas: conceitos e estudo de caso no Peruaçu**. Revista Brasileira de Cartografia, n. 61, v. 04, p. 321-330, 2009.

MONDARDO, M.L. **Uma Proposta Prática para a Representação de uma Bacia hidrográfica Através de um Modelo Digital do Terreno (MDT)**. Revista Caminhos de Geografia IG/UFU, v. 8, n. 21, p. 1-7, 2007.

RANIERI, S.B.L; SPAROVEK, G; SOUZA, M.P.; DOURADO NETO, D. **Aplicação de Índice Comparativo na Avaliação do Risco de Degradação das Terras**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, n. 22, p. 751-760, 1998.

RIBEIRO, G.N. **Utilização de Técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento no Estudo dos Recursos Naturais**. Revista Verde Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 3, n. 1, p. 22-41, 2008.

ROCHA, O; PIRES, J.S.R.; SANTOS, J.E. **A Bacia hidrográfica do Rio Monjolinho: uma abordagem ecossistêmica e a visão interdisciplinar**. São Paulo: RIMA, 2000, 160p.

ROSA, R.; BRITO, J.L.S. **Introdução ao Geoprocessamento: Sistema de Informação Geográfica**. Uberlândia-MG: UFU, 1996, 104p. (UFU).

RUDORFF, B.F.T; MELLO, M.P.; SHIMABUKURO, Y. E. **Imagens de Satélites de Sensoriamento Remoto no Brasil**. In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 2., 2009, Corumbá-MT. **Anais**. Cuiabá-MT: INPE, 2009, p. 1077-1083.

SANTOS, R.G. **Impactos Socioambientais à Margem do Rio São Francisco: resultado da falta de consideração da área de influência real**. Revista GEOUSP Espaço e Tempo, Edição Especial, p. 81-91, 2009.

SLETTTO, B. **Conservation planning, boundary-making and border terrains: The desire for forest and order in the Gran Sabana, Venezuela**. Geoforum, v. 42, p. 197-210, 2011.

STEHMAN, S.V. Comparison of systematic and random sampling for estimating the accuracy of maps generated from Remotely Sensed Data. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, v. 58, n. 9, 1343-1350, 1992.

Recebido para publicação em abril de 2011

Aceito para publicação em julho de 2011