

## **GEOTECNOLOGIAS APLICADAS AO MONITORAMENTO DO USO DO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHÃO, NO NORTE DE MINAS GERAIS**

*Gabriel Alves Veloso<sup>1</sup>, Marcos Esdras Leite<sup>2</sup>, Maria Ivete Soares de Almeida<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> *Laboratório de Geoprocessamento, Departamento de Geociências, Universidade Estadual de Montes Claros/UNIMONTES. Email: gabrielveloso38@yahoo.com.br*

<sup>2</sup> *Laboratório de Geoprocessamento, Departamento de Geociências, Universidade Estadual de Montes Claros/UNIMONTES. Email: marcosesdras@ig.com.br*

<sup>3</sup> *Laboratório de Geoprocessamento, Departamento de Geociências, Universidade Estadual de Montes Claros/UNIMONTES. Email: ivetegeo@yahoo.com.br*

*Artigo recebido em 09/03/2011 e aceito em 25/07/2011*

### **RESUMO**

As estações experimentais vêm utilizando diversos métodos no estudo sobre o entendimento da dinâmica da Os avanços nos sensores de monitoramento terrestre e o desenvolvimento de softwares de sistema de informações geográficas permitiram estudar com maior agilidade e precisão a ocupação do espaço terrestre. Diante disso, a aplicação das geotecnologias em estudos ambientais se torna crescente, devido à necessidade de intervenção para conter a degradação ambiental. Associado a esse fato, a bacia hidrográfica é apontada, inclusive pela legislação brasileira, como território de gestão ambiental. Logo, as geotecnologias vêm sendo usadas para monitorar a ocupação do solo de bacias hidrográficas. Nessa perspectiva, este trabalho objetivou analisar as alterações do uso do solo na Bacia Hidrográfica do rio Riachão, nos anos de 1989, 1999 e 2009, usando de recursos geotecnológicos, como imagens de satélites e de radar, além dos sistemas de informações geográficas. A escolha dessa bacia se deve ao conflito pelo uso da água que ocorre entre os ocupantes dessa área. Logo, os resultados encontrados neste artigo permitiram compreender melhor o conflito ambiental que ocorre na bacia hidrográfica do Riachão, no norte do estado de Minas Gerais.

**Palavras-chave:** Sensoriamento Remoto, SIG, Bacia Hidrográfica, conflito ambiental, rio Riachão.

## **GEOTECHNOLOGY APPLIED TO MONITORING OF LAND USE IN THE RIACHÃO WATERSHED IN NORTHERN MINING GENERAL**

### **ABSTRACT**

Advances in sensors for monitoring land and development of software for geographic information system allowed to study with greater speed and precision the occupation of land space. Given this, the application of geo-technology in environmental studies becomes increased due to the need for action to curb environmental degradation. Associated with this fact, the watershed is pointed, even by Brazilian legislation, such as territory management system. Therefore, the geo have been used to monitor land use watersheds. Thus, this study aimed to analyze changes in land use in the River Basin Riachão, during the years 1989, 1999 and 2009, using geo resources, such as satellite images and radar in addition to geographical information systems. The choice of this basin is due to the conflict over water use that occurs between the occupants of that area. Therefore, the results found in this article enabled better understanding of the environmental conflict that occurs in the watershed of Riachão in the northern state of Minas Gerais.

**Keywords:** Remote Sensing, GIS, watershed, environmental conflict, Riachão River.

## INTRODUÇÃO

As análises de bacias hidrográficas são importante ferramenta para o planejamento ambiental, pois, nessas os elementos da natureza encontram-se estruturados na forma de sistemas que se inter-relacionam e estão em constante estado de dependência e adaptação às condições externas. Neste sentido o estudo ambiental em bacias hidrográficas se justifica pela visão integrada de todos os elementos do meio, tornando mais fácil a tarefa de gerenciamento dos recursos naturais.

Sendo as geotecnologias uma poderosa ferramenta de monitoramento dessas áreas, sobretudo o Sensoriamento Remoto e os SIGs, onde têm sido amplamente utilizadas nas análises ambientais em virtude de sua flexibilidade e disponibilidade, pois trabalham com um sistema computacional que permite analisar as informações de uso e ocupação das Bacias Hidrográficas de forma mais ágil e rápida.

Usando os instrumentos da geotecnologia este trabalho objetivou fazer uma análise das alterações do uso do solo na Bacia Hidrográfica do rio Riachão, nos anos de 1989, 1999 e 2009. Além disso, de maneira específica, foi quantificado as principais classes de uso do solo e as áreas de conflitos entre esses usos. Nesse sentido, este trabalho buscou relacionar as

forma de uso do solo e a disponibilidade de recursos hídricos nessa bacia, que se destaca como área de conflito pelo uso de água.

Com isso este estudo poderá contribuir para mostra os principais problemas ambientais na bacia hidrográfica do rio Riachão, para que se possa servir de subsídio á elaboração de estudos futuros ou projetos de recuperação ambiental, sendo que grande importância para as comunidades dessa área.

Indubitavelmente a água é um dos requisitos básicos para a manutenção da vida no planeta Terra. Assim, a água é um elemento fundamental para o funcionamento do ecossistema, possibilitando as condições ideais para a manutenção da vida, pois auxilia na absorção dos nutrientes do solo pelas plantas.

São inúmeras as contribuições da água na formação do modelado terrestre, uma vez que, atuam nos processos de intemperismos, transportando os minerais em soluções para as lagoas, mares e oceanos, conseqüentemente, a água oferece o sustento do ciclo da vida. Observa-se que até mesmo os organismos primitivos ou aqueles que vivem em regiões desérticas, dependem da água para garantir sua sobrevivência.

Não obstante, este recurso nutre as florestas, mantendo a biodiversidade de

todas as formas de vida em nosso planeta, sendo de grande importância para o desenvolvimento econômico e social. A falta deste recurso pode se tornar um empecilho ao desenvolvimento (TUNDISI, 2005). Logo, a água é um recurso indispensável para a sobrevivência do homem e demais seres vivos, uma vez que, sem este recurso seria impossível o desenvolvimento da vida.

Contudo, o meio ambiente tem passado por mudanças significativas nos últimos séculos, devido às grandes interferências antrópicas no espaço natural. Estas interferências no meio natural se intensificaram com o crescimento urbano e populacional desordenado, causando expressivos impactos no meio ambiente (VILAÇA *et al.*, 2009).

Mesmo dependendo da água para sua sobrevivência, os seres humanos, com o desenvolvimento econômico, poluem e degradam os recursos hídricos trazendo graves consequências aos corpos da água e comprometendo tanto a sua qualidade, quanto a quantidade. Essa realidade abrange graves proporções em todas as partes do mundo. Conforme dados do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA, os reservatórios de água doce estão sendo intensamente poluídos pelo despejo diário de cerca de dois milhões de toneladas de poluentes, como os detritos humanos, lixo doméstico

e outros efluentes da agricultura e da indústria (PNUMA, 2005).

Assim sendo, é perceptível que a intensa agressão ao meio ambiente pode trazer sérios problemas para disponibilidade da água para todas as funcionalidades, como alerta Viana (2001, p. 02)

*Se não forem modificadas as atuais práticas de manejo, desperdício e degradação ambiental, que, aliadas ao crescimento populacional, têm reflexos diretos nos recursos hídricos, poderemos ter um colapso das reservas de superfície e das subterrâneas mais rasas, que não conseguirão atender a um incremento de mais 2 bilhões de pessoas até o ano 2025, que demandará aproximadamente 10.300 km<sup>3</sup>/ano para uma disponibilidade de 9 mil km<sup>3</sup>/ano de água distribuída de maneira muito diferenciada.*

Atualmente, os problemas referentes aos recursos hídricos estão cada vez mais complexos, afetando o ambiente em geral. Nos últimos anos a disponibilidade de água poderá reduzir em 50% por habitante, devido ao crescimento da população, da indústria, dos grandes projetos de irrigação na agricultura e, também, pelo aumento do desmatamento, que provocará uma maior

erosão do solo e assoreamento dos rios. (PAZ *et al.*, 2000)

Os danos ao meio ambiente, em especial aos recursos hídricos, requerem uma gestão de forma integrada, que possa melhor atender às necessidades da sociedade minimizando os impactos ao meio ambiente com a utilização das Bacias Hidrográficas como unidades de planejamento e gestão dos recursos hídricos. Logo, as bacias representam as unidades mais adequadas para estudos quantitativos e qualitativos dos cursos d'água e dos fluxos de sedimentos e nutrientes (PIRES *et al.* 2002).

Neste sentido, Silva (1995) define Bacia Hidrográfica como um compartimento geográfico que possui divisores topográficos e escoamento superficial, com um rio principal e seus tributários. Para Carpenter (1983, citado por Schiavetti *et al.*, 2002), a Bacia Hidrográfica abrange toda a área geográfica que drena água, sedimentos e materiais em solução para um ponto comum, em todo o curso d'água ou rio.

Oliveira (2009) enfatiza que as Bacias Hidrográficas são eficazes unidades de planejamento ambiental, pois através destas interagem os elementos naturais e sociais, em que os recursos hídricos são os indicadores dos efeitos das ações do homem no meio natural, desequilibrando as interações entre os componentes.

Não obstante, Botelho (2004, p. 183 *apud* Oliveira, 2009) afirma que “é consenso entre os pesquisadores que a bacia hidrográfica é o espaço de planejamento e gestão das águas onde se procura compatibilizar as diversidades demográficas, sociais, culturais e econômicas da região”.

De acordo com Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, no Artigo 21, inciso XIX, é de responsabilidade da União a implantação de um sistema de gerenciamento de recursos hídricos, sendo também responsável pelos critérios de outorga e de uso deste recurso. Em 1997 foi implantado o Programa Nacional de Recursos Hídricos, pela Lei Federal nº. 9.433/97, que destaca a água como um bem público e de uso primordial para consumo humano e dessedentação de animais.

Esta lei estipula uma atuação descentralizada e participativa nos processos de gestão, criando comitês, agências de bacias e a participação de organizações civis no planejamento ambiental e na elaboração de planos diretores para as Bacias Hidrográficas. Além disso, a lei estabelece a Bacia Hidrográfica como unidade territorial de planejamento e implantação das políticas, com atuação do Sistema Nacional de Recursos Hídricos, que coordena a gestão integrada desse recurso.

Schult (2006) destaca que o gerenciamento da água na bacia hidrográfica é adotado como um procedimento sequencial de implantação de projetos à medida que os problemas ambientais são identificados. Tundisi (2005, p.107) salienta a importância das bacias hidrográficas como unidades de gerenciamento dos recursos hídricos, uma vez que,

*[...] a concepção de que a bacia hidrográfica é a unidade mais apropriada para o gerenciamento, a otimização de usos múltiplos e o desenvolvimento sustentável consolidou-se de forma a ser adotada em muitos países e regiões. Não há dúvidas de que a introdução dos conceitos de desenvolvimento sustentável a partir da Agenda 21 teve ampla repercussão mundial.*

As análises ambientais em Bacias Hidrográficas, para gestão da água, vêm sendo aplicadas pela visão integrada da gestão, pois estas podem ser entendidas como um sistema aberto, onde se pode perceber a entrada e saída de energia. Em que toda ação antrópica realizada na bacia resultará em influências no curso d'água, tanto em sua qualidade quanto na quantidade.

Neste contexto, o estudo das Bacias Hidrográficas voltado para o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos através de uma análise sistêmica a qual, juntamente com o uso das geotecnologias, se justifica por possibilitar um melhor monitoramento e a gestão desses recursos de forma mais eficiente e adequada para a manutenção do equilíbrio da vida e do desenvolvimento de forma sustentável.

Sendo assim, o uso das geotecnologias torna-se fundamental para o monitoramento e gerenciamento dos recursos naturais, pois caracterizam como um conjunto de técnicas de análises espaciais. O Sensoriamento Remoto é uma das técnicas que compõe as geotecnologias e se destaca entre estas, por monitorar determinado espaço à distância, o que possibilita a melhora na eficácia da fiscalização ambiental.

As geotecnologias têm sido amplamente utilizadas nas análises ambientais em virtude de sua flexibilidade e disponibilidade, pois trabalham com um sistema computacional que permite analisar as informações de uso do solo em Bacias Hidrográficas de forma mais rápida e precisa.

O Sensoriamento Remoto representa o progresso das análises espaciais, auxiliando no desenvolvimento de sensores e satélites para as análises da superfície terrestre e revolucionando os

estudos ambientais. Sensoriamento Remoto é definido por Novo (2008, p.04) como

*[...] a utilização conjunta de sensores, equipamentos para processamento de dados, equipamentos de transmissão de dados colocados a bordo de aeronaves, espaçonaves, ou outras plataformas, com o objetivo de estudar eventos, fenômenos e processos que ocorrem na superfície terrestre a partir do registro e da análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias que o compõem em suas mais diversas, manifestações.*

Dessa forma, o uso do Sensoriamento Remoto contribui nos estudos ambientais, pois fornece informações dos objetos da superfície terrestre, ajudando nas tomadas de decisões. No entanto, para maior eficácia na análise espacial é importante integrar os dados do Sensoriamento Remoto ao Sistema de Informações Geográficas (SIGs).

Os SIGs utilizam informações georreferenciadas com um conjunto de dados geocodificados, onde são retiradas informações estatísticas de uso do solo, como cobertura vegetal, tipo de solo e hidrologia, que são apresentados

visualmente em mapas temáticos e gráficos, permitindo fazer estudos temporais, comparando e cruzando as informações (PIRES, 2002).

Os SIGs podem ser definidos, de acordo Fitz (2008) como um conjunto de sistemas computacionais, integrado com banco de dados, equipamentos e pessoas com o objetivo de coletar, armazenar, recuperar, manipular, visualizar e analisar dados espacialmente referenciados a um sistema de coordenadas.

Demonstrando a eficiência das geotecnologias no monitoramento e gestão das bacias hidrográficas, Campos *et al.* (2004) utilizaram o Sensoriamento Remoto e SIG no estudo do uso da terra nas microbacias hidrográficas de Botucatu/SP, o qual chegou a resultados de que o uso da terra nas áreas estudadas, mostraram que grande parte dessa está ocupada por cobertura.

Tancredi e Borges (2009) aplicaram as geotecnologias na análise ambiental das bacias hidrográficas dos rios Igarapé, Juruti Grande e rio Aruã localizadas em Juruti, no estado do Pará. Nesse estudo foi detectado cerca de 350 km de estradas dentro das áreas das bacias, onde também se percebeu um decréscimo da área florestal de 1,65%, entre os anos de 1997 e 2001. Este trabalho verificou a conservação da cobertura vegetal, porém a região passa por grande especulação,

acarretando pressão sobre os recursos naturais.

Avelino (2007) fez uma análise ambiental com o uso das geotecnologias na bacia hidrográfica do rio Cabaçal/MT. Em seu estudo foi realizada uma classificação de uso e ocupação do solo nos anos de 1984 a 2005, constatando um aumento de 55,38% da pastagem na bacia que ocupou mais da metade da área total da mesma, sendo a área de pastagem e agropecuária é de 3.346,3117 km<sup>2</sup>. Isso demonstra que a bacia hidrográfica do rio Cabaçal está lidando com o desmatamento da vegetação natural para a criação de gado.

Da análise destes trabalhos, pode-se averiguar a grande importância do uso e aplicabilidade das geotecnologias nos estudos ambientais, principalmente, nas análises das Bacias Hidrográficas, contribuindo com dados mais rápidos e precisos. Dessa forma, as geotecnologias possuem ferramentas de suma importância na gestão das Bacias Hidrográficas, dando suporte para a tomada de decisões pelos órgãos públicos e demais atores envolvidos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A análise do uso do solo em bacias hidrográficas envolve uma série de procedimentos tecnológicos e metodológicos, quando se usa as técnicas

de Sensoriamento Remoto e de Sistema de Informação Geográfica (SIG). Através desses procedimentos, foi realizado um estudo do uso e ocupação do solo na bacia do rio Riachão nos anos de 1989, 1999 e 2009, o qual permitiu analisar a influência das atividades antrópicas no rio principal.

Essa metodologia foi dividida em etapas que se integraram no final do procedimento operacional. Dessa maneira, a primeira etapa do trabalho consistiu na pesquisa bibliográfica de obras que discutem sobre o uso das geotecnologias no monitoramento de bacias hidrográficas e de autores que estudam sobre a água como recurso natural de extrema relevância para a vida do homem e da Terra. Em sequência, buscou-se no sítio da Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias – Embrapa, a imagem *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM), a carta de 1: 250.000 SE-23-X-A, na qual foi utilizado o *software ArcGis Map 9.3* para delimitação da bacia do rio Riachão.

Em seguida, foram adquiridos os dados orbitais a partir do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. As imagens empregadas são provenientes do sensor TM do Satélite *LandSat 5*, esses produtos apresentam resolução espacial de 30 metros no pancromático e no espectral de 7 bandas. Utilizou-se as bandas 3, 4 e 5 da órbita 218 e 219 dos pontos 70 e 71 das

imagens *LandSat 5 TM*. No *software Spring 5.0.6* as imagens foram tratadas, gerando a composição multiespectral. Dessa forma, a composição colorida resultante foi a banda 3 no verde, a banda 4 no vermelho e a banda 5 no azul.

Realizada a composição, empregou-se o registro das imagens que é um reposicionamento das imagens, no qual se utiliza como base o arquivo em formato *shape* de hidrografia do Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM. Posteriormente, foi gerado o mosaico, que foi recortado pelo limite da bacia do rio Riachão.

Com a imagem recortada, foi utilizado o procedimento de vetorização das máscaras no *software ArcGis Map 9.3* para diminuir o nível de confusão entre as classes de uso do solo e, conseqüentemente, obter melhor resultado na classificação supervisionada, sendo vetorizado as classes de eucaliptos e cultivos. Como suporte ao processo de fotointerpretação foram realizadas visitas constantes ao campo, no intuito de identificar os reais usos do solo na bacia em estudo.

Na seqüência operacional, as imagens foram classificadas utilizando a técnica de classificação supervisionada, que é baseada no uso de algoritmos para se determinar os *pixels* que representam valores de reflexão característicos para uma determinada classe. Para tanto,

utilizou-se nesse trabalho, o classificador *MAXVER*.

Para classificar a imagem foram escolhidas as classes de uso do solo, como: vegetação natural; eucalipto; mata ciliar; e outros. Nesta última foi englobado as classes de pastagem, pastagem degradada e solo, pois devido o grau de confusão entre essas classes – por terem um nível de reflexão aproximado – foi necessário o agrupamento das mesmas.

Realizada a classificação, os dados foram convertidos de *Raster* para *Vetor*, onde foi feito o cálculo da área de cada classe de uso do solo em quilômetros quadrados e tabulados em gráficos, possibilitando a análise da dinâmica da bacia.

Finalizando o procedimento metodológico foram elaborados mapas temáticos de uso e ocupação do solo na bacia do rio Riachão, o que facilitou a leitura de como essa área está sendo utilizada e como as atividades antrópicas podem influenciar na qualidade e no volume da água no rio.

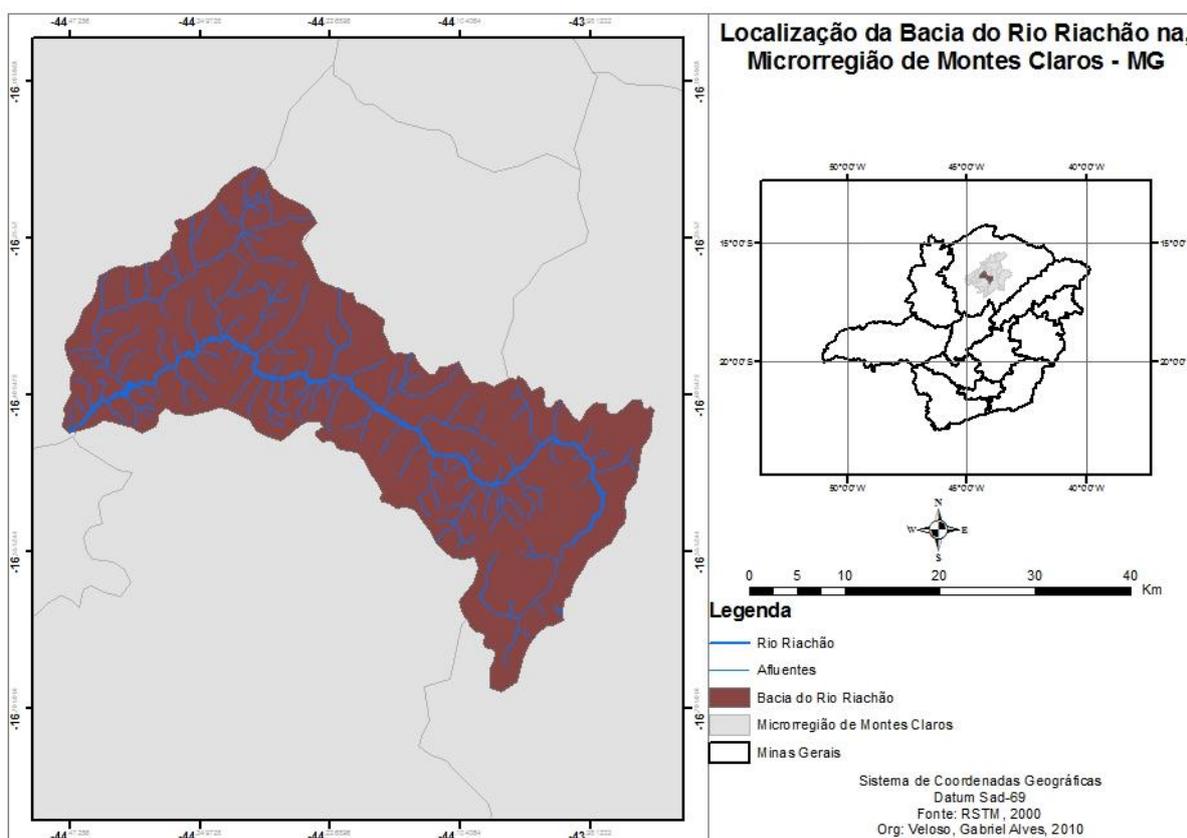
## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A bacia do rio Riachão está localizada na mesorregião do Norte de Minas Gerais na microrregião geográfica de Montes Claros/MG, entre as coordenadas 43°55'11" e 44°28'47" de longitude oeste e entre as coordenadas 16°11'11" e 16°41'34" de latitude sul (ver Mapa 01).

A bacia hidrográfica do rio Riachão, o qual é afluente da margem direita do rio Pacuí e subafluente do rio São Francisco, ocupa uma área de 1150 Km<sup>2</sup>, drenando os municípios de Montes Claros, Coração de Jesus, Mirabela e Brasília de Minas.

O clima da microrregião é do tipo subúmido seco, com concentração de chuvas nos meses de novembro a janeiro, período em que a umidade pode atingir valores da ordem de 76,3%. A média anual

de precipitação total oscila entre 800 mm a 1200 mm e a média anual da evapotranspiração é de 1097,0 mm. A variação do regime térmico apresenta uma oscilação suave, pois se trata de uma região tropical, cujos valores médios anuais variam entre 19,4 e 24,4°C. Assim, o período mais quente é o compreendido entre os meses de outubro a janeiro e o mais frio de junho a julho (NIMER; BRANDÃO, 1989).



Mapa 01. Localização da bacia hidrográfica do rio Riachão.

Org.: VELOSO, G. A., 2010.

A gestão da bacia hidrográfica do Riachão, diante das suas características de uso e ocupação do solo, se torna emblemática no norte de Minas Gerais, haja vista que há um conflito ambiental instalado, que tem

sua origem na forma desigual de uso da água. A água, enquanto bem público, deve ser distribuída igualmente para seus usuários, porém essa diretriz legal não está

sendo praticada na bacia do Riachão. (AFONSO, 2008).

Esta problemática se instalou na região com o processo de modernização agrícola, que começou na década de sessenta com os incentivos da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste, e tinha como objetivo diminuir as disparidades econômicas entre as regiões através do financiando de projetos como Programa das Áreas Integradas do Nordeste – POLONORDESTE, que objetivavam a ampliação da fronteira agrícola com base na irrigação, o Programa Nipo-Brasileiro para o Desenvolvimento do Cerrado – PRODECER. O Programa de Desenvolvimento do Cerrado – POLOCENTRO incentivava a modernização agrícola, fornecendo suporte aos empreendedores na assistência técnica e auxiliando na concessão ao crédito rural e na infra-estrutura. (AFONSO, 2008).

Entretanto, tais programas, apesar de terem como objetivo o desenvolvimento da região, causaram um aumento na desigualdade social, que historicamente já não era pequena, pois favorecia o grande empresário que detinha maiores recursos para investimentos nessa nova fase de modernização da agricultura. Isto prejudicou o pequeno agricultor, que em muitos casos foi “obrigado” a deixar suas terras para ir em busca de melhores condições de vida, em muitos casos,

provocando um crescimento desordenado das cidades.

A modernização agrícola também provocou um aumento na degradação ambiental, pois a partir dos incrementos tecnológicos e incentivos governamentais, aceleraram os impactos no meio natural. Assim, observa-se que a bacia do rio Riachão lida com o uso desordenado do solo, que provoca graves conseqüências ao rio e às populações que vivem nesta área. Outro fator é que têm ocorrido disputas pela posse da água entre os pequenos proprietários de terra, que dependem diretamente da água do rio para sua sobrevivência, e os grandes empresários, que em sua grande maioria estão no alto curso do rio e utilizam de tecnologias mais avançadas para utilizar os recursos da bacia.

Os usos do solo para diversos fins, como a plantação na monocultura do eucalipto, cultivo, pastagem e outros requerem uma modificação do espaço natural da bacia. Isso ficou perceptível no referido estudo nos anos de 1989, 1999 e 2009, no qual foram observadas as mudanças na área da bacia durante os períodos analisados.

Com os procedimentos metodológicos adotados obtiveram-se os seguintes resultados: a) no ano de 1989 a área de vegetação natural ocupava 601,37 Km<sup>2</sup>, que corresponde a 52% da área total da bacia (ver Gráfico 1); b) com relação à

vegetação natural, o bioma predominante nesta área é o Cerrado e suas demais feições, sendo encontrado em toda a área da bacia, mas com um maior grau de conservação na parte mais baixa; c) no

médio curso do rio, a vegetação se encontra mais rala, com alguns pontos de preservação; e d) no alto curso pode-se observar alguns pontos de preservação próximos a lagoa da Tiririca.

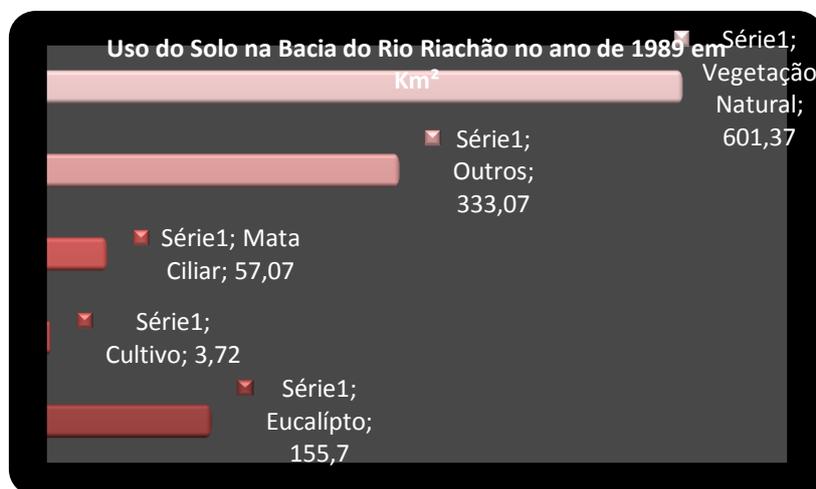


Gráfico 1. Uso do solo na bacia do rio Riachão em Km<sup>2</sup> no ano de 1989

Org.: VELOSO, G. A., 2010

Destaca-se que a classe definida como “Outros” corresponde à pastagem, pastagem degradada e solo exposto – devido ao nível confusão entre a resposta espectral e aos diversos usos no espaço real foi agrupada em uma única classe – no ano de 1989 abrangia aproximadamente 333 Km<sup>2</sup>, que corresponde a 29% do total da área da bacia. Essa classe foi encontrada em toda a bacia hidrográfica, mas com maior intensidade no médio curso do rio, o que evidencia a amplitude da atividade agropecuária nessa região.

Tais problemáticas acarretaram na supressão da vegetação do cerrado para o plantio de capim, principalmente pelo braquiarião (*Brachiaria brizantha*), sendo

utilizadas técnicas de plantio do capim e de dessedentação dos animais no período da seca, sem haver um manejo característico da pecuária extensiva, por dispor de enormes quantidades de terra (AFONSO, 2008).

O solo exposto, que está inserido dentro da classe “Outros”, também merece destaque, por se tratar de uma classificação complexa que considera o fato da imagem não mostrar qualquer tipo de cobertura do solo naquela área. Com isso, alguns pontos estão como solo exposto por estarem sendo preparados para o cultivo, e em outros casos, podem ser indícios de degradação ambiental.

A classe de “Cultivo” ocupava 3,72 Km<sup>2</sup> em 1989, que correspondia a aproximadamente 1% da área total da bacia. Assim, era encontrada em menor quantidade na parte mais baixa do rio e em maior concentração nas proximidades da lagoa da Tiririca, no alto curso do rio, na qual é perceptível o uso de irrigação pelo pivô central, onde igualmente é notada uma maior concentração de terras. O uso desse tipo de agricultura requer a utilização de agroquímicos dissolvidos na água para a irrigação, provocando uma contaminação do lençol freático e prejudicando as formas de vida existentes no rio e nas que dependem dele.

Outra atividade que vem ganhando espaço na bacia é o plantio do eucalipto, que em 1989 ocupava uma área de 155 Km<sup>2</sup>, correspondendo a 13% do total da bacia hidrográfica. Esta se localiza na parte noroeste da bacia, mas a maioria se encontra no alto curso do rio, sendo esta uma área de recarga do aquífero, que deveria abastecer o rio principal e seus tributários. Porém, esta classe está severamente comprometendo o rio pelo uso inadequado do solo, devido à implantação da monocultura, que provoca a redução na quantidade de água à jusante, agravando os problemas hídricos dessa área. Deve-se salientar outra consequência da monocultura do eucalipto na parte alta bacia, aonde esta atividade vem sendo

instalada em proximidade da área de nascente do rio, trazendo sérias consequências ao curso da água.

Conforme pode se constatar no mapa 2, as áreas de matas ciliares vêm perdendo espaço, por causa dos diversos usos do solo na bacia – eucalipto, pastagem e cultivo – apresentando no ano de 1989 uma área de 57 Km<sup>2</sup>, que correspondem a 5% do total da bacia. As maiores perdas de matas ciliares encontram-se no alto da bacia, pois esta vegetação está sendo suprimida pelo plantio do eucalipto próximo a sua nascente e durante seu percurso vem perdendo espaço para a pastagem e cultivo.

Pelas análises realizadas, infere-se que a área, na qual há a maior preservação das matas ciliares e vegetação natural, é representada pela parte mais baixa da bacia hidrográfica, onde se concentram os pequenos proprietários de terra.

É importante salientar que a legislação brasileira proíbe a supressão de áreas de Área de Preservação Permanente (APP). O Código Florestal instituído pela Lei n. 4.777/65 estabelece que toda a vegetação natural presente ao longo das margens dos rios e ao redor de nascentes e de reservatórios deve ser preservada. De acordo com o artigo 2º da Lei n. 4.777/65 e com as alterações oriundas da Lei n. 7.803/89, a largura da faixa da mata ciliar a ser preservada está relacionada com a

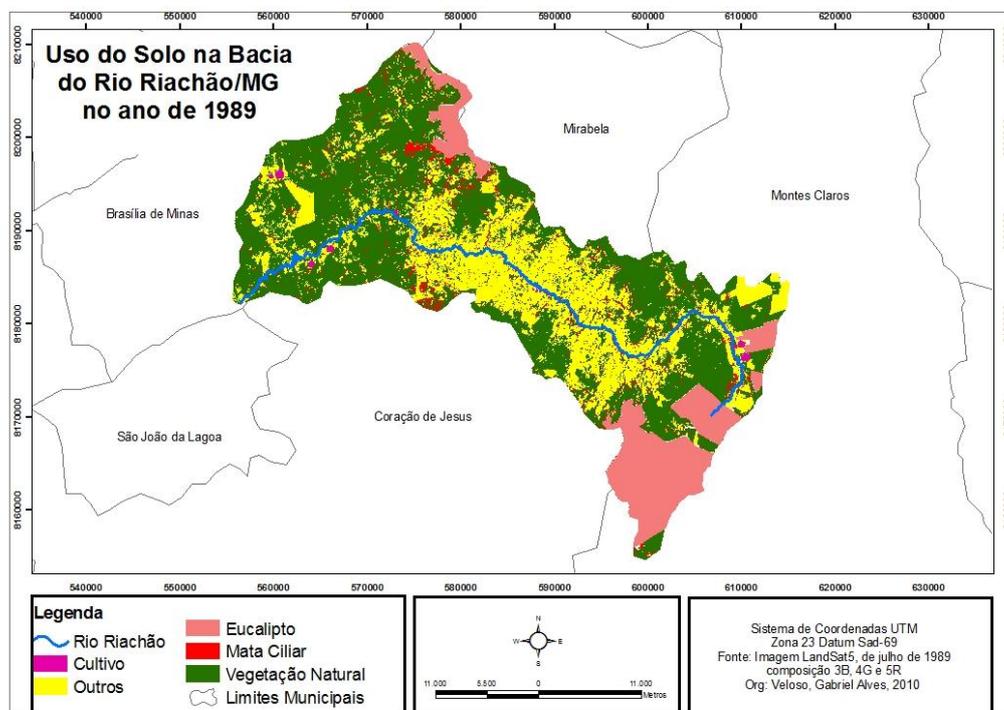
largura do curso d'água. Porém, mesmo com a garantia legal, esta vegetação é suprimida para atividades de diversos fins, que ocasionam degradações em variados níveis na área.

Tendo-se como base o ano de 1999 e correlacionado-o com o ano de 1989, observam-se reduções significativas na vegetação natural, como demonstra o Gráfico 2, a seguir, que corresponde à referida bacia hidrográfica.

No ano de 1999 a vegetação natural ocupava 496 Km<sup>2</sup>, que corresponde a 43% da área total da bacia. Assim, é possível constatar uma perda de 9% desta vegetação, que se comparada ao ano de 1989, há uma perda de vegetação em toda a área da bacia hidrográfica, com maior

ênfase na parte mais baixa. Logo, as atividades antrópicas aumentaram neste intervalo de tempo, trazendo impactos ao rio e, conseqüentemente, às populações que dependem dele e da vegetação nativa para a sobrevivência.

Diante do mapa 3 percebe-se que um dos principais fatores responsáveis pela supressão da vegetação natural foi o aumento da agropecuária, inserida na classe "Outros". No ano de 1999 a classe "Outros" ocupava uma área de 423 Km<sup>2</sup>, que corresponde a 37% da área total da bacia, assim, teve um aumento de 8% se comparada com a década anterior, refletindo a expansão do agronegócio no período analisado.



Mapa 2. Uso do solo na Bacia do Rio Riachão no ano de 1989.

Org.: VELOSO, G. A., 2010.

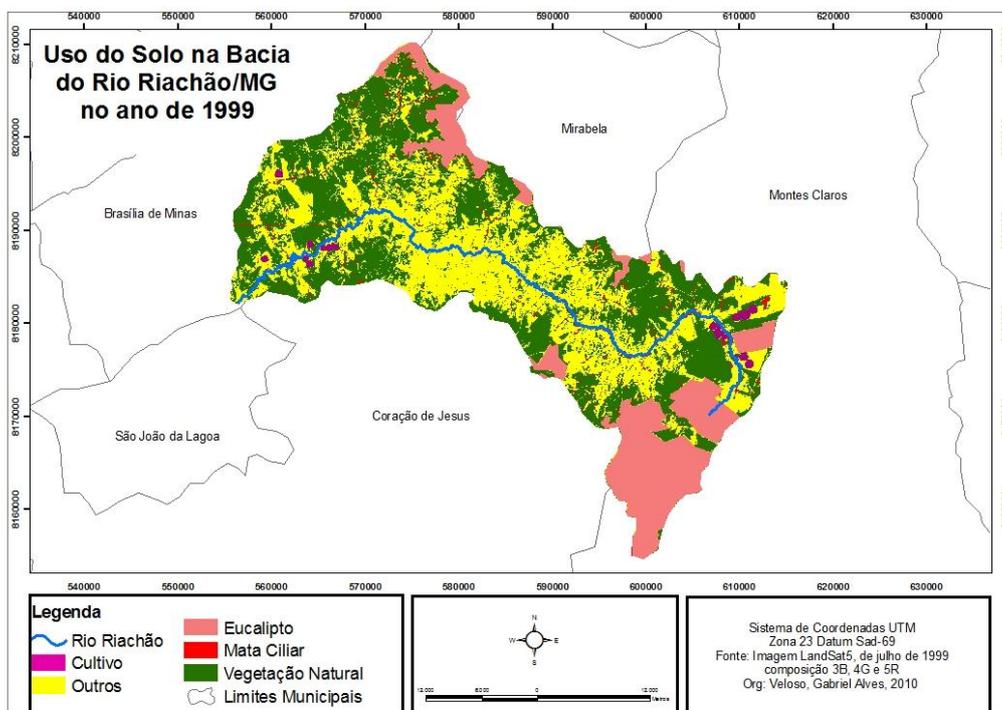


Gráfico 2 – Uso do solo na Bacia do Rio Riachão em Km² no ano de 1999

Org.: VELOSO, G. A., 2010.

Ainda, com base no mapa 3 nota-se que outra atividade que a monocultura do eucalipto obteve um significativo aumento, uma vez que ocupava em 1999 uma área

de 197 Km², ou seja, 17% do total da bacia. Desse modo, o eucalipto apresentou um aumento de 4% se comparado com o ano de 1989.



Mapa 3 – Uso do solo na Bacia do Rio Riachão no ano de 1999.

Org.: VELOSO, G. A., 2010.

Observa-se, também, uma expressiva expansão na parte alta da bacia e em sua porção noroeste. Entre as décadas de 1990 a 2000, foram implantados 26 mil hectares de eucalipto e pinos no médio e alto Riachão. (AFONSO, 2008). Portanto, o aumento do eucalipto está correlacionado com os incentivos fiscais disponibilizados pelo governo no início da década de 1980. O gráfico 3 mostra que a classe “cultivo” merece destaque nesse período, haja vista que ocupava uma área de 10 Km<sup>2</sup>, ou seja, 1% do total da bacia. Esta atividade teve um aumento de 7 Km<sup>2</sup> em sua área, entre 1989 e 1999. O crescimento está relacionado com a vinda de empresários de outras regiões do país atraídos pelos incentivos fiscais e pelo baixo preço da terra.

Em relação à mata ciliar os dados expostos no gráfico 3 são preocupantes, pois no ano de 1999 elas ocupavam uma área de 25 Km<sup>2</sup>, que correspondem a 2% da área da bacia, porém, em relação a 1989, as matas ciliares apresentaram perda de 3%. Este tipo de vegetação está se tornando escassa em todo o percurso do rio Riachão.

Para Andrade (2005) a área de Mata Ciliar é fundamental, pois desempenha um importante papel na harmonia dos sistemas, mantendo a qualidade e a quantidade de água nos rios e servindo

para a sustentação do fluxo gênico entre as espécies da fauna e flora. Entretanto, as atividades antrópicas tiveram um significativo aumento no período entre 1989 e 1999, no qual as classes de vegetação e matas ciliares foram as mais suprimidas, onde é perceptível, pelas imagens de satélites, um crescimento da classe “Outros” e do “Eucalipto”.

Os dados do gráfico 4, referentes ao uso do solo na bacia do Riachão no ano de 2009 apontam uma continuidade na perda da vegetação natural, que nesse período ocupava uma área de 388 Km<sup>2</sup>, correspondendo a 33% do total da bacia. Fazendo uma análise dos dados do ano de 2009 observa-se que há uma perda de 10% se comparada com o ano de 1999. Mas, se obtiver como referência o ano de 1989, observará uma perda de 19% dessa vegetação.

Conforme o mapa 4, a classe “Outros” (Pastagem, Pastagem degradada, Solo Exposto) sofreu aumento de 10% no ano de 2009 em relação à 1999, ocupando 528 Km<sup>2</sup>, ou seja, 47% do total da bacia. Este crescimento torna-se mais evidente se comparado com o período de 1989, em que ocorre um crescimento de 18%, superando a área da vegetação natural com elevados níveis de degradação devido à expansão do agronegócio na região.



Gráfico 3 – Uso do solo na Bacia do Rio Riachão em Km<sup>2</sup> no ano de 2009

Org.: VELOSO, G. A., 2010.

Observa-se que a monocultura do eucalipto se manteve praticamente a mesma no período de 1999 a 2009, neste último, a monocultura ocupava uma área de 198 Km<sup>2</sup>, que corresponde a 17% do total da bacia. Esta atividade vem sendo praticada principalmente no alto curso do rio, aonde a vegetação natural vem sendo suprimida, sobretudo na área da nascente do rio, que traz um impacto direto na quantidade e na qualidade da água em toda a bacia hidrográfica.

De acordo com o mapa 4 é perceptível que classe “Cultivo” se manteve estável durante o período de 1999 a 2009, sendo que neste último período era ocupava uma área de 11 Km<sup>2</sup>, correspondente a 1% do total da bacia hidrográfica. Foi observada uma maior concentração dessa classe no alto curso do rio, com a utilização da irrigação por pivôs centrais e

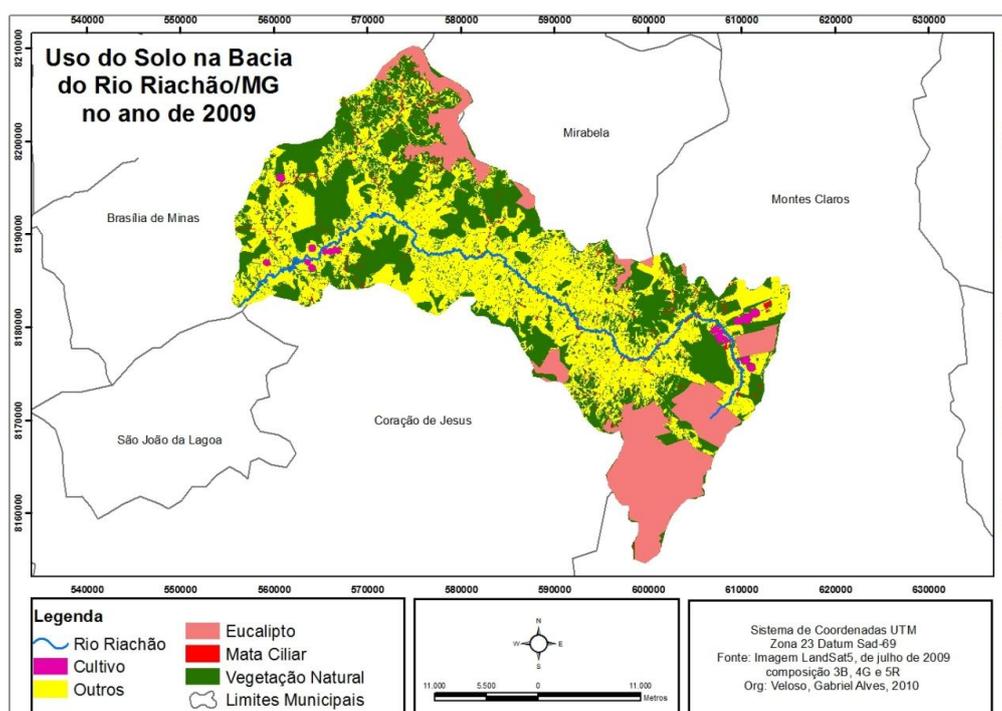
agroquímicos, que provoca uma contaminação do lençol freático e, conseqüentemente, do rio.

Concernente às matas ciliares o período de 2009 apresentou 25 Km<sup>2</sup>, ou seja, 2% do total da bacia hidrográfica, como exposto no mapa 4. Assim, há a supressão da mata ciliar na bacia do Riachão em toda a área da bacia, porém em alguns pontos não há o cumprimento da preservação desta vegetação. Esta situação é mais crítica na parte alta da bacia, embora no médio Riachão existam alguns resquícios da vegetação ripária. Desse modo, a preservação da mata ciliar é maior no baixo curso do Riachão, essa situação pode ser explicada pelo predomínio da pequena propriedade.

Logo, a partir da análise do uso da terra na bacia hidrográfica do Riachão foi observado que o consumo de água é maior

na parte alta da bacia hidrográfica. Essa análise está baseada na quantidade de pivôs centrais que estão localizados próximos à área de nascentes. A situação de oferta e consumo de água se agrava

pelas classes de uso do solo presentes na parte alta, como na predominância do eucalipto e escassez de vegetação natural, notadamente, a mata ciliar.



Mapa 4. Uso do solo na bacia do Rio Riachão no ano de 2009.

Org.: VELOSO, G. A., 2010.

A vegetação natural se encontra quase extinta no alto Riachão e vestígios no médio e baixo curso do rio, sendo ocupada por pastagem, eucalipto e cultivo. Além desses usos constatou-se que há a presença de solo exposto e pastagem em estágio de degradação nas áreas que deveriam ser preservadas. Tal situação no uso do solo e da água na parte alta tem interferência direta nos outros pontos da bacia do

Riachão, pois a bacia hidrografia é entendida como um sistema.

Dessa forma, a alteração de um elemento provoca alteração no fluxo de matéria e energia em todo o sistema. Esta lógica explica a preocupação dos órgãos ambientais responsáveis pelo Riachão e, principalmente, dos agricultores do baixo Riachão.

## CONCLUSÕES

As análises realizadas neste trabalho, sobre o uso do solo na bacia do rio Riachão, foram subsidiadas pelos dados extraídos de produtos orbitais, isto é, imagens de satélites, o que nos possibilitou verificar as potencialidades dos recursos tecnológicos no monitoramento ambiental. Neste contexto, a análise da unidade de planejamento ambiental, Bacia Hidrográfica, juntamente com a utilização das geotecnologias mostram-se eficientes.

Com a análise das imagens observou-se que o uso do solo é intenso, visto que, tem trazido danos ao rio e, conseqüentemente, para as populações que dependem dele para a sua sobrevivência. Nota-se que as atividades antrópicas cresceram significativamente entre 1989 e 2009.

Desta forma, salienta-se que a monocultura do eucalipto, principalmente na parte alta da bacia e da classe denominada como “Outros” (Pastagem, Pastagem Degradada e Solo Exposto), obtiveram um crescimento significativo em toda a área da bacia hidrográfica. O “cultivo” também apresentou um relevante aumento, principalmente no alto curso do rio, onde se encontram os pivôs de irrigação. O desmatamento da vegetação natural para diversos fins, especialmente para a pecuária extensiva, vem provocando a compactação do solo e prejudicando as

áreas de recarga hídrica, acelerando os processos erosivos e o assoreamento do rio.

Outra constatação preocupante foi em relação à escassez de vegetação ripária, que vem sendo ocupada por outros usos do solo como pastagem, eucalipto, cultivo, além do solo exposto até as margens do rio, provocando sérios danos ao corpo da água e para as populações que dependem desse recurso.

O mapeamento, que traz o uso do solo na bacia hidrográfica do Riachão, apontou um contraste explícito na preservação da vegetação natural, pois há maior área desta vegetação ocupando a área da parte baixa da bacia, enquanto na área do alto Riachão apresenta menor percentual de cobertura natural. Além disto, a forma de uso do solo, com a utilização de pivôs centrais próximo às nascentes faz com que o consumo de água seja mais intenso, provocando a redução hídrica no baixo curso do Riachão.

Com isto, o presente trabalho demonstrou que as geotecnologias podem ser usadas como instrumentos que auxiliam na análise do uso do solo e da utilização dos recursos hídricos, podendo ser, também, utilizados pelo poder público na tomada de decisões sobre o planejamento e a gestão dos recursos ambientais.

## REFERÊNCIAS

- AFONSO, P. C. S. **Gestão e Disputa pela Água na Sub-Bacia do Riachão, Montes Claros/MG**. Uberlândia: UFU, 2008. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, 2008.
- AFONSO, P. C. S.; PEREIRA, A. M. A questão da água na bacia do Riachão (MG): uso e gestão. **Revista Cerrados**. Montes Claros: Universidade Estadual de Montes Claros/ Departamento de Geociências. v.3. n. 1. 2005. 115p. p. 75 - 86.
- ANDRADE, F. *et.*. Levantamento Florístico do Componente Arbustivo Arbóreo de uma Área de Mata Ciliar do Arroio do Monjolo, Guarapuava-PR. **Revista Brasileira de Agroecologia**. Nov. 2009.
- BOTELHO, R. G. M. Planejamento ambiental em microbacias hidrográficas. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (Org.) **Erosão e conservação dos solos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p. 269 - 297.
- BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil: promulgada em 5 de outubro de 1988**. Organização do texto: Juarez de Oliveira. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 1990.
- BRASIL, Lei Federal (1965). **Código Florestal Brasileiro** – Lei nº. 4771, DF: Congresso Federal, 1965.
- BRASIL, Lei Federal (1989). **Código Florestal Brasileiro** – Lei nº. 7803, DF: Congresso Federal, 1989.
- CAMPOS, S.; ARAÚJO JÚNIOR, A. A. de ; BARROS, Z. X. ; CARDOSO, L. G.; PIROLI, E. L. . Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicado no uso da terra em microbacias hidrográficas, Botucatu-SP. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 421 - 430, 2004.
- FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
- LEITE, M. E. **Geoprocessamento aplicado ao estudo do espaço urbano: o caso da cidade de Montes Claros/MG**. 2006. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Estadual de Uberlândia, Uberlândia, 2006.
- MIRANDOLA, P. H. Análise Ambiental com uso de Geotecnologias da Bacia Hidrográfica do Rio Cabaçal-MT. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros**. Seção Três Lagoas, v. 1, p. 5 - 29, 2007.
- MIRANDOLA, P.H. **Análise Geográfica - Ambiental Multitemporal para fins de Planejamento Ambiental: um exemplo aplicado à Bacia Hidrográfica do Rio Cabaçal Mato Grosso - Brasil**. 2006. Tese (Doutorado em Geografia). Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006.
- NIMER, E.; BRANDÃO, A. M. P. M. **Balanco Hídrico e clima da região de Cerrado**. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Hídricos Naturais e Estudos Ambientais, 1999.
- NOVO, E. M. L. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. 3ª ed, São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 2008.
- OLIVEIRA, P. C. A. de. **Cenários ambientais e diagnose da bacia hidrográfica do córrego Guaribas**. Uberlândia: UFU, 2009. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, 2009.

- PAZ, V. P. S.; TEODORO, R. E. F.; MENDONÇA, F. C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 3, p. 465-473, 2000.
- PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E.; DEL PRETTE, M. E. A Utilização do conceito de bacia hidrográfica para a conservação dos recursos naturais. In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. (Org.). **Conceito de bacias hidrográficas, teoria e aplicação**. Ilhéus: Editora da UESC. 2002.
- PNUMA. **Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente**. 2005. Disponível em <<http://www.brasilpnuma.org.br>>. Acesso em 27/09/2010.
- SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. **Conceitos de Bacias Hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus/BA : Editus, 2002.
- SCHULT, S. I. M. **Desafios da gestão integrada de recursos naturais: a relação entre a gestão de recursos hídricos e a gestão do território em bacias urbano-rurais. Um estudo de caso na bacia hidrográfica do rio Itajaí (SC)**. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.
- SILVA, F. L. M. da ; CORRÊA, A. C. B. Relações entre Geossistemas e Usos da Terra em Microbacia Hidrográfica Semi-Árida: O Caso do Riacho Gravatá/Pesqueira-PE. **Revista de Geografia (Recife)**, v. 24, p. 171-188, 2007.
- SILVA, A. M. **Princípios Básicos de Hidrologia**. Departamento de Engenharia. UFLA. Lavras-MG. 1995.
- TANCREDI, N. S. H.; BORGES, M. S. Aplicação de geoprocessamento na análise ambiental das bacias hidrográficas do igarapé Juruti Grande e rio Aruã - Juruti - Pará. **Anais... XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 2009, Natal - RN. XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2009.
- TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**.- 2ª ed.- São Carlos: Rima, 2005.
- VIANA, G.; SILVA, M.; DINIZ, N. (Org.). **O Desafio da Sustentabilidade - Um debate sócio-ambiental no Brasil**. São paulo: Ed. Fundação Perseu Abramo, 2001.
- VILAÇA, M. F.; GOMES, I.; MACHADO, M. L.; VIEIRA, E. M.; SIMÃO, M. L. R. Bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão: o estudo de caso da bacia do ribeirão Conquista no município de Itaguara-MG. **Anais... XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**, Viçosa, 2009.