

Coop. i. d'atruportibus.

## GEOPROCESSAMENTO: MAPEAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO ALTO CURSO DO RIO PIEDADE

**Amara Borges Amaral**

Mestranda em Geografia – Instituto de Geografia (IG) – Universidade Federal de Uberlândia. Professora da Pós-graduação em Gestão Ambiental da Faculdade Católica de Uberlândia -MG.  
E-mail: amaraamaral@yahoo.com.br

**Aila de Souza Rios**

Mestranda em Fitotecnia – Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG) – Universidade Federal de Uberlândia - MG.  
E-mail: ailagro@yahoo.com.br

### Resumo

As bacias hidrográficas são unidades físico-territoriais que apresentam uma identidade regional caracterizada por aspectos físicos, sócio-culturais, econômicos e políticos. No presente trabalho buscou-se avaliar a cobertura vegetal nativa na bacia do rio Piedade, especificamente em seu alto curso, contrapondo-se às exigências legais de proteção das áreas de preservação permanente e Reserva Legal. Para tanto, foi utilizado o Sistema de Informações Geográficas ArcGis para o processamento digital da imagem de satélite, obtida pelo sensor TM/Landsat 5. A composição colorida 3R2G1B obtida passou por uma classificação supervisionada para a confecção do mapa de uso e ocupação do solo na bacia do alto curso do rio Piedade, no oeste de Minas Gerais.

**Palavras-chave:** Geoprocessamento. Bacia hidrográfica. Uso e ocupação do solo.

### Abstract

Watersheds are physical-territorial units that have a regional identity characterized by physical, social, cultural, economic and political aspects. In the present study aimed to evaluate the native vegetation in the river basin Piedade, specifically in its upper course, in opposition to the legal requirements for protection of areas of permanent preservation and legal reserve. For this purpose, it was used the Geographical Information System ArcGIS digital processing of satellite image, obtained by the sensor TM / Landsat 5. The colored composition obtained 3R2G1B underwent a supervised classification for the preparation of the map use and land cover in the basin of the upper course of the river Piedade, in the western of Minas Gerais.

**Keywords:** GIS. Watershed. Use and land cover.

### Introdução

A bacia hidrográfica, adotada como unidade básica para o planejamento ambiental, representa o espaço geográfico no qual podem ser desenvolvidas e implementadas ações que priorizem a conservação ambiental da bacia como um todo e, em especial, do recurso hídrico.

A necessidade de conservação dos mananciais, a sua utilização racional e a garantia de acesso à água, aliado às preocupações acerca dos impactos ambientais ocasionados pela atual forma como ocorre o uso e ocupação do solo, são aspectos importantes na gestão de bacias hidrográficas com vistas ao bem estar de todos, à preservação do meio

ambiente e resolução dos conflitos relacionados à questão hídrica.

O processo de ocupação do território, determinado por condicionantes naturais e sociais, e as suas conseqüências sobre os sistemas ecológicos, produzem efeitos na paisagem e no ambiente que precisam ser compreendidos para que possam ser oferecidas alternativas para o futuro de nossas.

O levantamento do uso e ocupação do solo é imprescindível para analisar a forma pela qual determinado espaço está sendo ocupado, podendo este servir para planejadores e legisladores, pois ao verificar a utilização do solo em determinada área, pode-se elaborar uma melhor política de uso da terra para desenvolvimento da região (PRUDENTE; ROSA, 2007).

De acordo com Rosa (2009), o sensoriamento remoto e os sistemas de informações geográficas são instrumentos poderosos no levantamento, mapeamento e monitoramento dos recursos naturais.

Nesse intuito, o presente estudo objetivou o levantamento e mapeamento do uso e ocupação do

solo na bacia do alto curso do rio Piedade, com enfoque nas áreas providas de cobertura vegetal nativa contrapondo-se inclusive à legislação ambiental em vigência.

## Material e Método

### Área de estudo

A área delimitada para esse estudo corresponde ao alto da bacia hidrográfica do rio Piedade, um importante afluente do rio Paranaíba pela margem esquerda, na mesorregião do Triângulo Mineiro.

A bacia do rio Piedade compreende parte dos municípios de Tupaciguara, Monte Alegre de Minas, Canápolis, Centralina e Araporã e apresenta uma área de 1.861km<sup>2</sup> (CRUZ et al., 2010). A extensão máxima da bacia, no sentido sudeste-noroeste, é de 88,30 km, e a sua largura máxima é de 40 km, já o seu perímetro compreende aproximadamente 274 km. O canal principal do rio Piedade possui um comprimento aproximado de 217 km (LIMA, 2007).

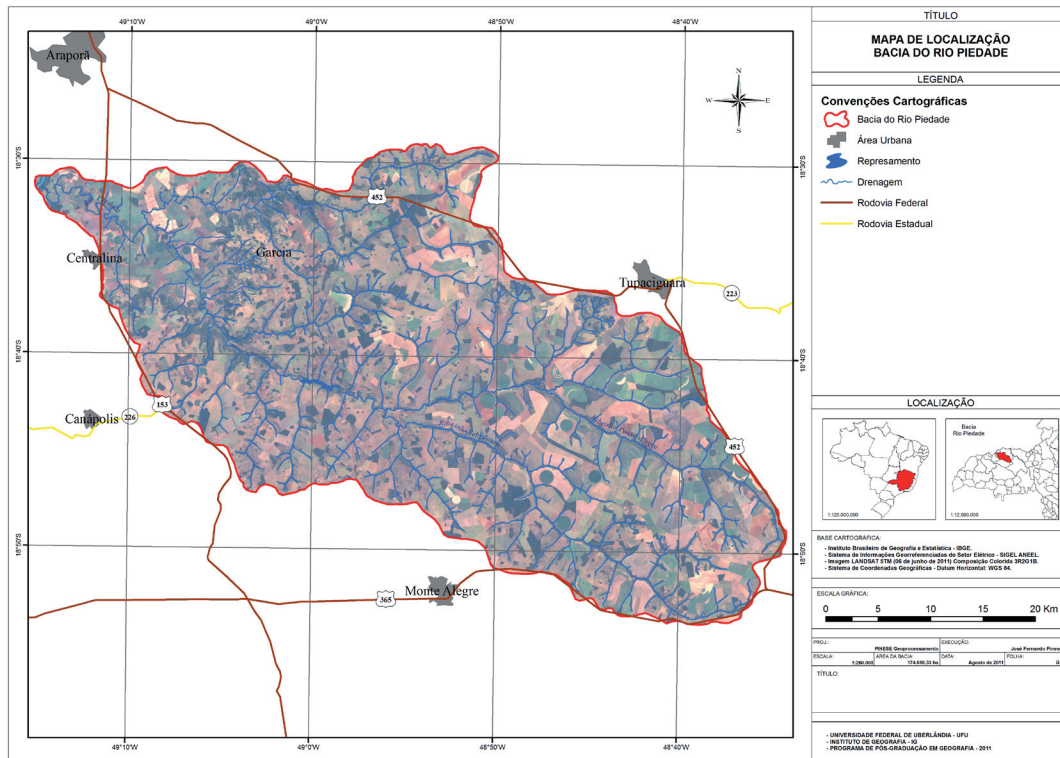


Figura 1 - Delimitação da bacia hidrográfica do rio Piedade.

Para a confecção desse artigo, optou-se pela análise da bacia do alto curso do rio Piedade, entre as coordenadas geográficas de Latitudes 18°35'S a 18°53'S e 48°34'W a 48°56'W, iniciando-se na região das nascentes dos ribeirões Bebedouro e Pouso Alegre e córrego Capão D'Anta até a confluência do ribeirão Bebedouro com o rio Piedade. Essa parte alta da bacia localiza-se nos municípios de Tupaciguara e Monte Alegre de Minas, compreendendo uma área de aproximadamente 876,45 km<sup>2</sup>.

A região do alto Piedade possui afloramentos de sedimentos referentes ao Membro Araguari da Formação Marília, Grupo Bauru. Estes sedimentos estão sotopostos às rochas básicas extrusivas representadas pelos basaltos da Formação Serra Geral, que se assentam sobre os arenitos das Formações Botucatu (EIA Usina Aroeira, 2009).

Quanto aos aspectos geomorfológicos, é possível afirmar que os arenitos da formação Adamantina apresentam índices de dissecação e declividade das vertentes um pouco mais elevados que os das áreas com arenito da formação Marília. As áreas com índices mais elevados de dissecação e declividade são as vertentes situadas na porção do alto curso da bacia onde se encontram as chapadas que estão relacionadas às rochas do grupo Araxá (LIMA, 2007).

## Metodologia

O mapeamento do uso e ocupação do solo foi realizado por meio do processamento de imagem de satélite, obtida pelo sensor TM/Landsat 5, para a qual utilizou-se uma composição colorida 3R2G1B. O tratamento da imagem foi possibilitado pela utilização do Sistema de Informações Geográficas ArcGis.

Para a interpretação da imagem de sensoriamento remoto utilizou-se a classificação supervisionada. A classificação de imagens refere-se à utilização de computadores para a interpretação de imagens de sensoriamento remoto, quando são atribuídos significados aos pixels, em função das características numéricas (ROSA, 2009).

Na classificação, os pontos de uma imagem são associados a uma classe ou grupo, chamadas aqui de categorias de uso, as quais podem ser: água, culturas anuais, culturas perenes, vegetação nativa, pastagem. A classificação supervisionada consiste na identificação das classes de informação (tipos de cobertura do solo) presentes na imagem e posteriormente é desenvolvida uma caracterização estatística das reflectâncias para cada classe de informação. Nesse tipo de classificação,

o analista identifica os tipos específicos de cobertura do solo já conhecidos da área de estudo, ou seja, é necessário que se tenha conhecimento sobre as classes na imagem (ROSA, 2009).

Os passos metodológicos percorridos foram: coleta, análise, interpretação e discussão dos dados. As categorias de uso definidas para a fotointerpretação foram **matas e vegetação natural** (1), **pastagem** (2), **agricultura perene e temporária** (3) e **preparo de plantio ou solo exposto** (4).

Na classe matas e vegetação natural foram considerados todos os remanescentes de vegetação nativa presentes nas áreas de preservação permanente ou na forma de fragmentos isolados. Para a categoria preparo de plantio ou solo exposto consideraram-se todas as áreas que estavam sendo manejadas ou preparadas para a agricultura ou ainda desprovidas de vegetação nativas e não classificadas nas demais categorias.

## Resultados e Discussão

A aplicação de SIGs tornou-se uma ferramenta poderosa que, atrelada ao uso de outros *softwares* de mapeamento, permite não somente maior rigor e precisão nas análises, mas também a atualização periódica desses dados, num intervalo de tempo cada vez menor, gerando uma dinâmica contínua de monitoramento da área a ser estudada (COSTA; SILVA, 2004).

Após o processamento digital da imagem da bacia do rio Piedade, confeccionou-se por meio da classificação supervisionada o mapa de uso e ocupação do solo, conforme demonstrado na Figura 4.

O levantamento do uso e ocupação do solo de uma região tornou-se um aspecto de interesse fundamental para a compreensão dos padrões de organização do espaço (ROSA, 2009). O conhecimento do padrão de uso e ocupação do solo no alto curso da bacia do Piedade e como essa ocupação ocorreu ao longo dos anos permite a projeção de cenários futuros quando poderão ser estabelecidas estratégias de planejamento sócio-econômico e ambientais a médio e longo prazo.

A escolha pelo alto curso da bacia do rio Piedade justifica-se pela importância que a região das nascentes representa para a hidrodinâmica nos trechos de jusante da bacia. Nesse sentido optou-se pelo levantamento do uso e ocupação do solo com ênfase na cobertura de vegetação nativa.

De acordo com o mapa de biomas brasileiros proposto pelo IBGE, a bacia do rio Piedade encontra-se inserida no domínio dos Cerrados em seu médio e alto curso. O baixo curso, próximo ao encontro com o rio Paranaíba, encontra-se no bioma Mata Atlântica.



Fonte: ZEE, 2011.

Figura 2 - Delimitação dos biomas Cerrado e Mata Atlântica na bacia do rio Piedade.

A Lei Federal n. 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do bioma Mata Atlântica assim define:

Art. 2º Para os efeitos desta Lei, consideram-se integrantes do Bioma Mata Atlântica as seguintes formações florestais nativas e ecossistemas associados, com as respectivas delimitações estabelecidas em mapa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, conforme regulamento: Floresta Ombrófila Densa; Floresta Ombrófila Mista, também denominada de Mata de Araucárias; Floresta Ombrófila Aberta; **Floresta Estacional Semidecidual**; e Floresta Estacional Decidual, bem como os manguezais, as vegetações de restingas, campos de altitude,

brejos interioranos e encaves florestais do Nordeste. (grifo nosso)

Apesar de o IBGE não apontar a região do alto curso do rio Piedade como pertencente ao bioma Mata Atlântica, levantamentos de campo confirmam a existência de fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual, a exemplo do localizado às coordenadas geográficas Latitude 18°45'17,8"S e Longitude 48°36'27,1"W situado paralelamente à rodovia BR-452. Esse remanescente apresenta uma nítida transição de mata estacional semidecidual para cerradão, com subdossel bastante sombreado e indivíduos das espécies *Ocotea corymbosa* e *Virola sebifera*. (EIA Bioenergética Aroeira, 2009)



Fonte: EIA Bioenergética Aroeira, 2009.

Figura 3 - Fragmento de Floresta Estacional Semidecidual no alto curso da bacia do rio Piedade.

O Cerrado é uma das 25 áreas do mundo consideradas críticas para conservação, devido à riqueza biológica e à alta pressão antrópica a que vem sendo submetido (MYERS *et al.* 2000). As atividades humanas mais significativas têm sido a grande expansão das pastagens plantadas e de culturas comerciais (soja, milho, cana de açúcar), que podem representar ameaças à biodiversidade no Cerrado. Estes fatos, aliados ao pequeno percentual (2,5%) de sua área protegida por Unidades de Conservação (KLINK, 1996), dão idéia dos riscos de perda das informações ecológicas e florísticas do Cerrado.

A cobertura vegetal é um fator importante na manutenção dos recursos naturais renováveis. Além de exercer papel essencial na manutenção do ciclo da água, protege o solo contra o impacto das gotas da chuva, aumentando a porosidade e a permeabilidade do solo através da ação das raízes, reduzindo o escoamento superficial, mantendo a umidade e a fertilidade do solo pela presença de matéria orgânica (BELTRAME, 1994).

Considerando a importância que a cobertura vegetal nativa representa na bacia hidrográfica, o levantamento realizado para o alto curso do rio Piedade revelou que somente 14,27% da área é coberta por vegetação nativa, estando aí representadas as áreas de preservação permanente e Reserva Legal.

**Tabela 1** - Classes de uso e ocupação do solo e respectivas áreas.

Classe	Área (ha)	Porcentagem
Matas e vegetação natural	12.511,40	14,27%
Pastagem	40.325,37	46,01%
Agricultura perene e temporária	14.854,06	16,95%
Preparo de plantio ou solo exposto	19.954,72	22,77%
<b>Total</b>	<b>87.645,55</b>	<b>100%</b>

De acordo com o atual Código Florestal (Lei n. 4.771/1965) e com a Política Florestal de Minas Gerais (Lei n. 14.309/2002), as áreas de preservação permanente – APPs são assim definidas:

Art. 10. Considera-se área de preservação permanente aquela protegida nos termos desta lei, revestida ou não com cobertura vegetal, com a

função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, de proteger o solo e de assegurar o bem-estar das populações humanas e situada:

- I - em local de pouso de aves de arribação [...]
- II - ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água, a partir do leito maior sazonal, medido horizontalmente [...]
- III - ao redor de lagoa ou reservatório de água, natural ou artificial, desde o seu nível mais alto [...]
- IV - em nascente, ainda que intermitente, qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50m (cinquenta metros);
- V - no topo de morros, monte ou montanha [...]
- VI - em encosta ou parte dela, com declividade igual ou superior a cem por cento ou 45° (quarenta e cinco graus) na sua linha de maior declive [...]
- XI - em vereda. (MINAS GERAIS, 2002)

Conforme se pode verificar no mapa de uso e ocupação do solo (Figura 4), muitos trechos margeantes aos cursos d'água, denominados Áreas de Preservação Permanente, estão totalmente desprovidos de vegetação nativa.

Além da vegetação nativa que deveria estar presente nas áreas de preservação permanente por se tratarem de áreas legalmente protegidas, a que se pontuar acerca da manutenção de remanescentes florestais no interior das propriedades rurais em consonância à exigibilidade de Reserva Legal.

De acordo com o artigo 14° da Lei Estadual n. 14.309/2002, considera-se Reserva Legal:

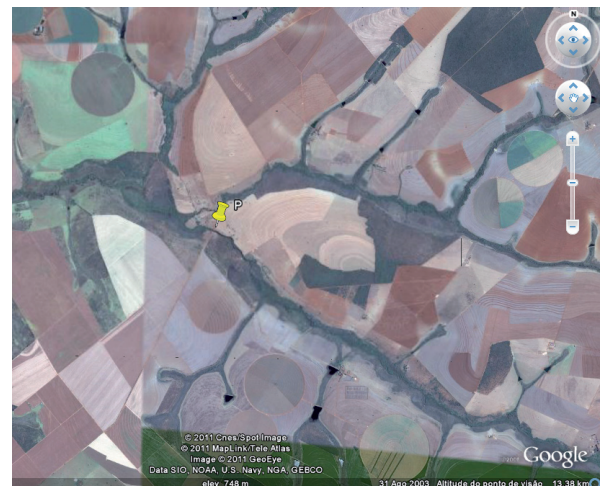
A área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, ressalvada a de preservação permanente, representativa do ambiente natural da região e necessária ao uso sustentável dos recursos naturais, à conservação e reabilitação dos processos ecológicos, à conservação da biodiversidade e ao abrigo e proteção da fauna e flora nativas, equivalente a, no mínimo, 20% (vinte por cento) da área total da propriedade.

Partindo desse pressuposto, o alto curso da bacia do rio Piedade deveria conter um mínimo de 20% de cobertura de vegetação nativa, exclusive a das áreas de preservação permanente. Contudo, conforme identificado nesse estudo, somente foi delimitado um percentual de 14,27% de vegetação nativa, incluindo-se aí as APPs.



Figura 4 - Mapeamento do uso e ocupação do solo na bacia do alto rio Piedade.

Alguns exemplos podem ser observados a seguir:



Fonte: Foto – EIA Bioenergética Aroeira, 2009. Imagem – Google Earth, 2011.

Figura 5 - Imagem e foto do ribeirão Pouso Alegre, alto curso da bacia do rio Piedade.



Fonte: Foto – EIA Bioenergética Aroeira, 2009. Imagem – Google Earth, 2011  
 Figura 6 - Imagem e foto de barramento no alto curso da bacia do rio Piedade.

Da análise do gráfico a seguir também depende-se que, em relação às demais categorias de uso do solo, a pastagem ocupa a maior parte da área analisada com 40.325,37 hectares, correspondente a 46,01% da área total, seguida pelas agriculturas anuais e perenes com 14.854,06ha (16,95%). Acresce-se a esses resultados que parte das áreas classificadas como preparo de plantio ou solo exposto, tão brevemente, também poderão figurar como áreas de agricultura.

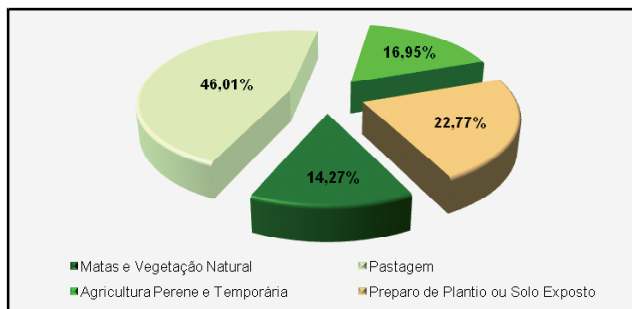


Gráfico 1 - Uso e ocupação do solo no alto curso da bacia do rio Piedade (Imagem de satélite LANDSAT 5TM de 05/02/2011).

Estudo realizado por Oliveira (2009) na bacia do córrego Guaribas no município de Uberlândia também aponta o predomínio das atividades antrópicas, lideradas pela pastagem (40,51%) seguida pela agricultura (29,58%).

Nessa perspectiva, constata-se que a intensa ocupação dos solos por atividades agropastoris, característica dos municípios do Triângulo Mineiro, provocou não só profundas alterações como, muitas vezes, eliminou quase completamente a antiga cobertura vegetal, modificando também os ecossistemas existentes (NUNES, 2005).

### Considerações Finais

Face ao exposto, depende-se que a análise da evolução do uso e ocupação do solo, tomando por unidade de planejamento a bacia hidrográfica, contribuiu significativamente para o diagnóstico e conseqüente conhecimento de como os processos antrópicos se estabeleceram na bacia.

A compreensão da dinâmica de ocupação do solo e de sua interferência nos processos naturais é fundamental para o estabelecimento de ações de planejamento sócio-ambientais para a bacia hidrográfica.

Percebe-se claramente neste levantamento a necessidade urgente de recomposição florística das áreas de preservação permanente assim recuperação de áreas para fins de averbação de reserva legal, conforme preconiza a legislação vigente. É possível, a partir dessas premissas, estabelecer tendências de cenários futuros para a bacia.

Acrescenta-se ainda que, diante da análise das alterações do uso e ocupação do solo no alto curso da bacia do rio Piedade, há uma tendência às áreas de pastagens se tornarem agricultáveis, uma vez que houve a instalação de uma Usina sucroalcooleira no ano de 2009.

## Referências Bibliográficas

- BELTRAME, A. da V. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação**. Florianópolis: UFSC, 1994.
- COSTA, N. M. C. da; SILVA, J. X. da. Geoprocessamento aplicado à criação de planos de manejo: o caso do Parque Estadual da Pedra Branca-RJ. In: SILVA, J. X. da; Z AidAN, R. T. **Geoprocessamento & análise ambiental: aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand, 2004.
- CRUZ, L. M. et al. Mapeamento Geomorfológico da bacia do rio Piedade com uso de técnicas de Geoprocessamento e SIG's. In: **VIII SINAGEO**, Recife, 2010.
- ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL Bioenergética Aroeira. Uberlândia: Céleres Consultoria Ambiental, 2009.
- KLINK, C. A. **Relação entre o desenvolvimento agrícola e a biodiversidade**. In: Anais VIII Simpósio sobre o Cerrado, 1st International Symposium on Tropical Savannas – Biodiversidade e Produção Sustentável de Alimentos e Fibras nos Cerrados. Brasília: Embrapa-CPAC, 1996, p. 25-27.
- LIMA, J. D. **Mudanças ambientais na bacia hidrográfica do rio Piedade – Triângulo Mineiro (MG)**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2007.
- MINAS GERAIS. Zoneamento Ecológico-Econômico do estado de Minas Gerais. Disponível em: < [http://www.zee.mg.gov.br/zee\\_externo/#](http://www.zee.mg.gov.br/zee_externo/#)>. Acesso em 05 fev 2011.
- MYERS, N.; MITTERMEIRE, C.G.; FONSECA, G.A.B.; KENT, J. **Biodiversity hotspots for conservation priorities**. Nature, 2000, 403: 853-858.
- NUNES, J. M. **O transporte urbano no plano diretor de Tupaciguara: caracterização e proposta de intervenção**. Dissertação. Programa de Pós-Graduação – Mestrado em Geografia. Universidade Federal de Uberlândia. 2005. Disponível em: <[http://www.ig.ufu.br/posgrad/disserta/2005/jefferson\\_mamede.html](http://www.ig.ufu.br/posgrad/disserta/2005/jefferson_mamede.html)>. Acesso em 01 Jun. 2011.
- NUNES, V. dos G. A. **Plano diretor: uma metodologia de elaboração para municípios de pequeno porte**. Dissertação. Programa de Pós-Graduação – Mestrado em Geografia. Universidade Federal de Uberlândia. 2005.
- OLIVEIRA, P. C. A. de. **Cenários ambientais e diagnose da bacia hidrográfica do córrego Guaribas, Uberlândia-MG**. Dissertação. Programa de Pós-Graduação – Mestrado em Geografia. Universidade Federal de Uberlândia. 2009. Disponível em: <[http://www.ig.ufu.br/sites/ig.ufu.br/files/Anexos/Bookpage/Anexos\\_PaulaCristina.pdf](http://www.ig.ufu.br/sites/ig.ufu.br/files/Anexos/Bookpage/Anexos_PaulaCristina.pdf)>. Acesso em 01 jun. 2011.
- PRUDENTE, T. D.; ROSA, R. **Geoprocessamento e sensoriamento remoto aplicados no mapeamento de uso da terra e cobertura vegetal do município de Tupaciguara-MG**. In: Anais. XII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Natal, Rio Grande do Norte, 2007.
- ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. 7. ed. Uberlândia: EDUFU, 2009