

Avaliação paramétrica de terreno e o uso da terra e cobertura vegetal da bacia do córrego João Dias, Aquidauana – MS

Edwaldo Henrique Bazana Barbosa ¹
Vitor Matheus Bacani ¹

¹ Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS/CPAQ
CEP: 79.200-000 - Aquidauana - MS, Brasil
bazana_barbosa@yahoo.com.br
vitor@cpaq.ufms.br

Abstract. The aim of this paper was to perform a parametric evaluation of terrain and analyze its relationship with the land use and land cover of the João Dias basin stream through remote sensing data and geoprocessing techniques. The area of the hydrographical basin is approximately 119.5 km², located between latitudes 20°28'31" to 20°18'26" S and longitudes 55°38'43" to 55°48'56" W, in the municipality of Aquidauana, State of Mato Grosso do Sul, Brazil. Techniques of remote sensing and GIS had been used for the elaboration and analysis of thematic mappings. Methods included land use and land cover classification based on supervised classification by regions of a LANDSAT 5/TM image and parametric evaluation of terrain. Supervised classification by regions was based on the Bhattacharya distance with a threshold of 99.9% for correct classification. To parametric method of terrain classification were used as parameters: the hypsometric, the slope and aspect. The results demonstrate that current land use are organized in three different forms of occupation: a) urban area (lower course), b) cattle ranches (medium course), and c) indigenous area (upper course). This organization has a relationship with the physical aspects of basin, according to parameters evaluation the terrain mapped. The results allowed to verify that the geoprocessing techniques were of fundamental importance in the identification of land use and land cover of the João Dias basin stream.

Palavras-chave: environmental analysis, physical diagnosis conservationist, remote sensing, análise ambiental e diagnóstico físico-conservacionista, sensoriamento remoto.

1. Introdução

Considerando a totalidade da paisagem, representada pelos elementos físicos, biológicos e pelas relações sociais, observa-se que as preocupações em torno das questões ambientais estão cada vez mais em evidência, pois o meio natural compreende a base para a sobrevivência, constituindo-se como palco das relações humanas. Os avanços tecnológicos propiciaram um significativo aumento da rede urbana e o crescimento das atividades agropecuárias que são elementos integrantes da vida humana, portanto, devem-se planejar as ações de desenvolvimento econômico e contornar os agentes agressivos dos processos de exploração irracional. (RODRIGUES et al., 2009).

A bacia hidrográfica é uma unidade de planejamento fundamental da superfície terrestre, considerada como principal unidade fisiográfica do terreno, porque suas características governam, no seu interior, todo o fluxo superficial da água. Constitui, portanto uma área ideal para o planejamento integrado do manejo dos recursos naturais no meio ambiente por ela definido. A noção de bacia obriga, naturalmente, a existência de divisores d'água, cabeceiras ou nascentes, cursos d'água principais, afluentes, subafluentes, bem como, uma hierarquização dos canais escoadouros e uma distribuição dos solos predominantes (TUCCI, 2004 apud DEAMO et al., 2008). Segundo Beltrame (1994), a análise de bacias hidrográficas pode ser incrementada com a utilização de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), de modo a aprimorar os processos decisórios que exigem informações de cunho espacial. Desta forma, são representadas as entidades reais do espaço geográfico (estradas, hidrografia, cobertura vegetal e os demais tipos de uso e ocupação). As geotecnologias envolvem a utilização de um conjunto de recursos computacionais e metodológicos para o cumprimento de suas funções, entre esses, os SIGs e o sensoriamento remoto (ALMEIDA, 2009).

A bacia hidrográfica do córrego João Dias está localizada entre os paralelos de 20° 28' 31" S e 20° 18' 26" S, e os meridianos de 55° 38' 43" W e 55° 48' 56" W, na porção sul do município de Aquidauana, região centro-oeste do Estado de Mato Grosso do Sul (Figura 1). A área da bacia hidrográfica do córrego João Dias é de aproximadamente 119,5 km². Sua nascente encontra-se em uma propriedade rural, próximo ao aldeamento denominado Limão Verde, da tribo terena, no município de Aquidauana.

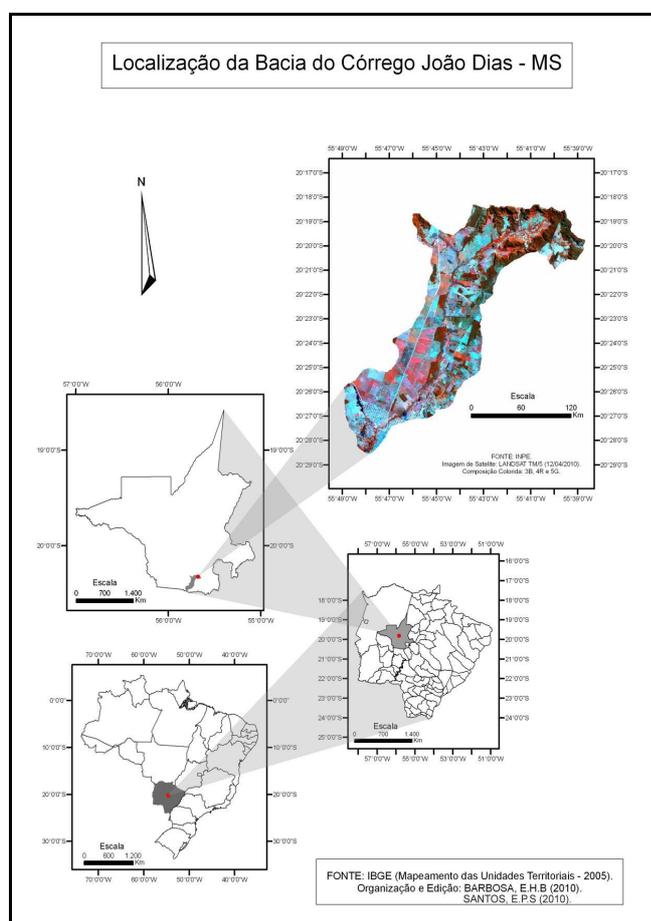


Figura 1. Localização da bacia do córrego João Dias, Aquidauana, Mato Grosso do Sul.

Com 28 km de extensão, o córrego João Dias apresenta um sistema de drenagem que nasce no morro Ponteiro, a 553 metros de altitude (DSG, 1971). A nascente localiza-se na região do primeiro patamar da borda ocidental da Bacia Sedimentar do Paraná, com litologia pertencente ao Grupo Cuiabá. Em direção a jusante, suas águas desembocam na margem direita do rio Aquidauana, a 700 metros a jusante da ponte Roldão Carlos de Oliveira (Ponte Velha), em terras do destacamento da Polícia Militar Ambiental, na cidade de Aquidauana. O arcabouço geológico da bacia hidrográfica do córrego João Dias encontra-se predominantemente estruturado sobre a Formação Aquidauana, a qual se destaca pela presença de arenito com granulometria variável de fina a grosseira, com cores vermelho-tijolo, esbranquiçadas e cinza arroxeadas, também apresentando base geológica formada por rochas Pré-Cambrianas representadas pelo Grupo Cuiabá e seqüências rudimentares paleozóicas dos Grupos Paraná (Formação Furnas e Formação Aquidauana), compostos de arenitos porosos e friáveis (BRASIL, 1982).

Com relação ao clima, destacam-se duas estações bem definidas: chuvosa no verão e seca no inverno, muito embora os meses abrangidos por ambas possam sofrer pequenas variações que não chegam a alterar a média. Segundo a classificação de Köppen o clima é do tipo Aw,

definido como clima tropical úmido (RUSSI, 1975 apud SILVA et al., 1996). A precipitação média anual dessa região está em torno de 1350 mm (SANT'ANNA NETO, 1993 apud SILVA et al., 1996).

O objetivo desta pesquisa foi realizar uma avaliação paramétrica de terreno e analisar suas relações com o uso da terra e cobertura vegetal da bacia do córrego João Dias por meio de dados de sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento.

2. Materiais e Métodos

O referencial teórico-metodológico que subsidiou os procedimentos técnicos operacionais fundamentou-se nas propostas de: Oliveira (1984); Beltrame (1994); Ross (1994); DeBiase (1992) e Mendonça (1999).

Inicialmente extraiu-se a rede de drenagem a partir da carta topográfica Folha Aquidauana, SF. 21-X-A-III (DSG, 1971), na escala 1:100.000. Logo em seguida, obteve-se uma imagem do RADAR interferométrico SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), disponibilizada gratuitamente no site do INPE (www.dpi.inpe.br/topodata), em seguida, gerou-se curvas de nível, com equidistância de 30 metros, que auxiliaram na delimitação da área da bacia e na espacialização das feições do relevo.

Posteriormente confeccionou-se o mapa hipsométrico com o fatiamento em nove classes, de maneira a contribuir para o entendimento da compartimentação geomorfológica e da dinâmica de uso da terra.

O mapa clinográfico apoiou-se na proposta de DeBiase (1992), a imagem de radar foi utilizada como a carta base para a definição da área de análise que culminou com a determinação das classes de declividade. A definição das classes de declividades respeita um caráter particular, levando-se em conta a necessidade de cada pesquisador, neste caso, foram definidas cinco classes para melhor análise dos resultados, conforme proposta descrita em Ross (1994).

O mapa de orientação de vertentes foi elaborado de modo a representar os diferentes graus azimutais de exposição das vertentes, sendo fatiadas em quatro classes de análise com as variações: 315° a 45° (N), 45° a 135° (E), 135° a 225° (S), 225° a 315° (W), segundo a proposta de Mendonça (1999).

Para a geração do mapa de uso da terra e cobertura vegetal do ano de 2010, foi utilizada uma imagem do satélite LANDSAT 5/TM, datada de 12/04/2010, do INPE (www.dgi.inpe.com.br/CDSR), em formato digital, sendo usadas as bandas 3B, 4R e 5G para a composição colorida. Para o registro da imagem, utilizou-se pontos de controle baseando-se na imagem georreferenciada do satélite LANDSAT TM/5 do ano de 2005 com órbita ponto 225/74, datada em 14/04/2005, obtida gratuitamente no site da NASA (*National Aeronautics and Space Administration*), (www.glcf.umd.edu), em formato digital.

Em seguida, aplicou-se o contraste linear e submeteu-se a imagem a classificação supervisionada por regiões. O procedimento de classificação pautou-se na utilização do algoritmo Bhattacharya. Este classificador apresenta melhores resultados para a distinção das classes temáticas, como proposto por Prado (2006). O classificador de Bhattacharya é um algoritmo de classificação supervisionada que requer a seleção de áreas de treinamento, podendo utilizar as regiões separadas durante o processo de segmentação ou polígonos representativos das regiões a serem classificadas. Ele utiliza as amostras de treinamento para estimar a função densidade de probabilidade das classes apontadas no treinamento. Em seguida, avalia, em cada região, a distância de Bhattacharya entre as classes, conforme Equação 1 (MOREIRA, 2005). A etapa de segmentação pautou-se na utilização do método de crescimento de regiões. Por meio do método exploratório definiram-se os limiares de similaridade e área (*pixels*) os quais correspondem aos valores 10 e 10 respectivamente.

$$B(pi, pj) = \frac{1}{2}(m1 - m2)^T \sum (mi - mj) + \frac{1}{2} \ln \frac{|\sum (mi - mj)|}{|\sum i|^{1/2} |\sum j|^{1/2}} \quad (1)$$

Onde:

B = distância de Bhattacharya;

Pi e pj = pixels nas classes i e j;

mi e mj = médias das classes i e j;

T = matriz transposta;

ln = logaritmo neperiano;

i e j = classes dentro do contexto.

Com a definição do algoritmo de classificação e limiar de aceitação de 99,9%, procedeu-se a definição de cinco classes temáticas.

A validação da classificação pautou-se na confrontação 100 amostras de campo, sendo 20 para cada classe, com o mapa temático classificado, segundo os parâmetros estatísticos: índice de concordância Kappa (Equação 2) e acurácia global (Equação 3):

$$\hat{K} = \frac{N \sum_{i=1}^k x_{ii} - \sum_{i=1}^k (x_{i+} \cdot x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^k (x_{i+} \cdot x_{+i})} \quad (2)$$

$$Acurácia_{global} = \left(\frac{\sum_{i=1}^k x_{ii}}{N} \right) \quad (3)$$

Onde:

\hat{K} : valor estimado Kappa;

k: número de linhas;

x_{ii} : número de observações na linha i e coluna i;

$\sum_{i=1}^k x_{ii}$: soma dos elementos da matriz em sua diagonal principal;

x_{i+} : soma total das observações para as linhas;

x_{+i} : soma total das observações para as colunas;

N: número de observações total.

Após o emprego do algoritmo de classificação, o produto temático passou pelo processo de edição matricial.

3. Resultados e Discussão

A avaliação paramétrica de terreno apresentou os seguintes documentos cartográficos: hipsometria, clinografia e a orientação de vertentes (Figuras 2).

O mapa hipsométrico indicou que a área situada nas maiores altitudes encontra-se mais preservada, trata-se de áreas de morro que apresentam elevadas inclinações (superiores a 30%). Na borda desses morros, no fundo dos vales, ocorre a ocupação indígena, cujo uso da terra destaca-se pela agricultura de subsistência. No médio curso, encontram-se áreas ocupadas predominantemente pela pecuária, onde há a criação de gado de corte, leiteiro, entre outros. No baixo curso, localiza-se parte da área urbana do município de Aquidauana. Esta porção urbana é caracterizada por conter uma função onde predomina o uso domiciliar, cuja configuração é marcada por ruas predominantemente não pavimentadas e pela ausência de

serviços de rede de esgotamento sanitário. Ainda nesta área, há uma empresa do setor industrial voltada para a produção e comercialização de ferro gusa, com área 7,7ha.

Observa-se que a urbanização na bacia do córrego João Dias consolidou-se nas áreas de baixa altitude, próxima a foz, ocupando um compartimento altimétrico, com variações de 138 a 180m de altitude. A área indígena ocupa oito compartimentos altimétricos, com as seguintes variações: a) 180 a 213 m, b) 213 a 244, c) 244 a 281 m, d) 281 a 328 m, e) 328 a 378 m, f) 378 a 429 m, g) 429 a 485 m e h) 485 a 633 m de altitude. Essa elevada amplitude altimétrica mapeada na terra indígena (cultivo agrícola de subsistência) configura-se como uma unidade ambiental com maior susceptibilidade a problemas erosivos que os demais compartimentos que se encontram em terrenos mais planos. As áreas de maior vulnerabilidade a ocupação situam-se justamente na área de terra indígena, no alto curso do córrego. Contudo, os maiores problemas erosivos foram observados no baixo/médio curso associados à atividade pecuária. Isso traduz que as relações antrópicas dos indígenas com a paisagem natural são mais harmônicas que as praticadas pelo homem branco.

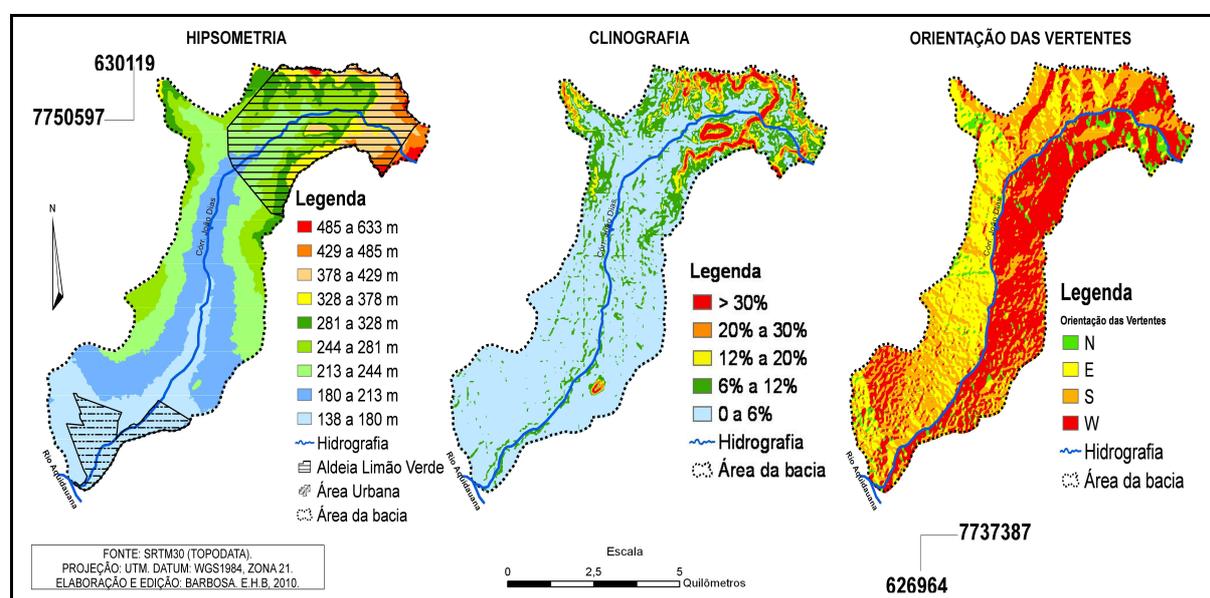


Figura 2. Avaliação paramétrica de terreno da bacia do córrego João Dias.

A bacia do córrego João Dias encontra-se estruturada em uma superfície predominantemente plana, ocorrendo grandes variações altimétricas no alto curso, na área indígena. No médio-baixo curso, a margem esquerda do córrego João Dias apresenta um morro testemunho, com inclinações maiores que 30%. Este local recebe a denominação de Morrinho, onde são realizadas práticas religiosas e atividades de contemplação a natureza.

As áreas mais inclinadas encontram-se nas nascentes, onde se constatou inclinações superiores a 30%, o que tende a aumentar o fluxo de escoamento superficial e o arrastamento de matéria provenientes das rochas e do solo. De acordo com Mendonça (1999), em áreas com inclinações mais acentuadas ocorrem deslizamentos de terreno e como consequência a perda agrícola. O efeito erosivo nessa área é potencializado pela retirada da cobertura vegetal próxima ao leito do córrego, contribuindo com o processo de assoreamento do leito. A retirada da cobertura vegetal altera as relações processuais, com isso a chuva deixa de ser interceptada, proporcionando a desagregação mecânica do solo pelo efeito de "splash", ao mesmo tempo em que responde pelo aumento do fluxo por terra com consequente dessolagem, ravinamento ou mesmo deslizamento de massa.

As vertentes da bacia do córrego João Dias estão orientadas predominantemente no sentido oeste. Essas vertentes caracterizam-se, segundo Neves (1989), como as mais desfavoráveis

quanto à incidência solar e ao conforto térmico, pois recebem a radiação solar direta durante à tarde, período em que a temperatura é mais elevada. Assim, a margem direita recebe maior incidência de radiação solar. Em relação às vertentes voltadas para leste, Neves (1989) afirma que estas apresentam um beneficiamento quanto ao conforto térmico, sendo favoráveis principalmente à ocupação urbana, já que a insolação ocorre de forma direta pela manhã, período em que as temperaturas são mais amenas. Desta maneira, apresentam-se adequadas para a implantação de projetos que visem à restauração da floresta. As áreas que recebem menor quantidade de calor solar estão distribuídas no alto curso e ao longo de toda a margem esquerda do canal principal do córrego. No hemisfério sul as vertentes orientadas para norte recebem maior irradiância solar, enquanto que as vertentes voltadas para o sul recebem menor incidência solar, sendo, portanto, menos privilegiadas quanto à insolação. Para Lombardo (1996) o fluxo de radiação que chega a uma vertente bastante inclinada e posicionada em direção norte, em áreas subtropical austral, será mais intenso do que outra, com a mesma inclinação e no mesmo local, posicionada em direção sul. Nesse sentido, o mapa de orientação de vertentes apresentou-se com um importante documento de apoio a orientação de ocupações futuras na bacia como, por exemplo, a criação de um parque natural.

A Tabela 1 indica que o mapeamento temático do uso da terra e cobertura vegetal do córrego João Dias realizado com o classificador Battacharya apresentou uma qualidade muito boa para o ano de 2010.

Tabela 1 - Validação *Kappa* e Exatidão Global do ano de 2010 da bacia do córrego João Dias.

Classificador	Índice <i>Kappa</i>	Exatidão Global	Qualidade*
Battacharya	0,76	0,81	Muito Boa

*Conforme Landis e Koch (1977).

A Figura 3 apresenta a distribuição das áreas ocupadas por classe na bacia do córrego João Dias. O mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal atual indicou a existência de um predomínio na utilização das terras da bacia pela pecuária, que ocupa 53,6% da mesma, seguido pela mata com 37,4%, solo exposto com 4,9%, agricultura com 2,9% e, por último, área de brejo (veredas) com apenas 1,1% da área total. O predomínio da área de pastagem em relação à área de mata traduz a forte ação antrópica ao produzir e transformar o espaço.

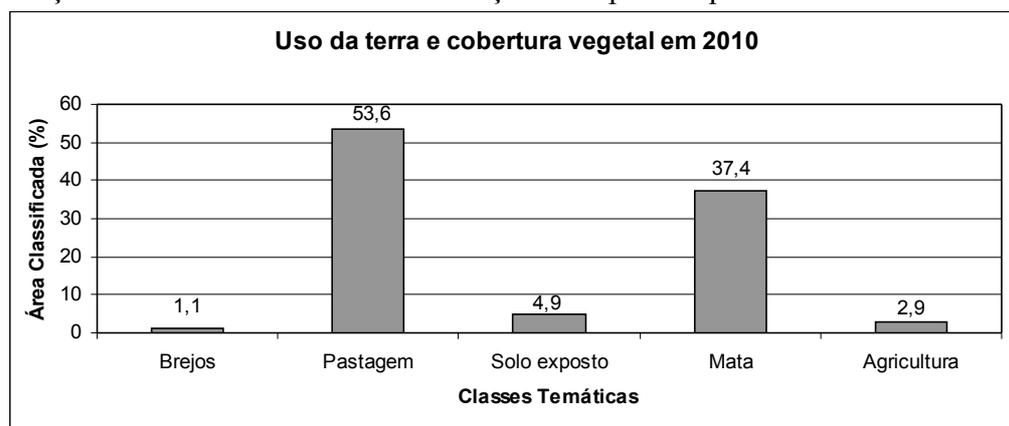


Figura 3: Área ocupada por classe temática do córrego João Dias em 2010.

O mapeamento do uso da terra atual, representado na Figura 4 revelou que na área de nascente a existência de uma forte ocupação urbanizada, que corresponde à aldeia Limão

Verde, onde domina o desenvolvimento de atividades agrícolas para o seu sustento e comercialização em uma feira na cidade de Aquidauana.

Nota-se a utilização indevida da terra desde a nascente até a foz do córrego João Dias. Devido à retirada da cobertura vegetal, o escoamento superficial traz toda matéria e energias provenientes do solo, fazendo com que ocorra grande deposição de carga de sedimentos no leito do córrego.

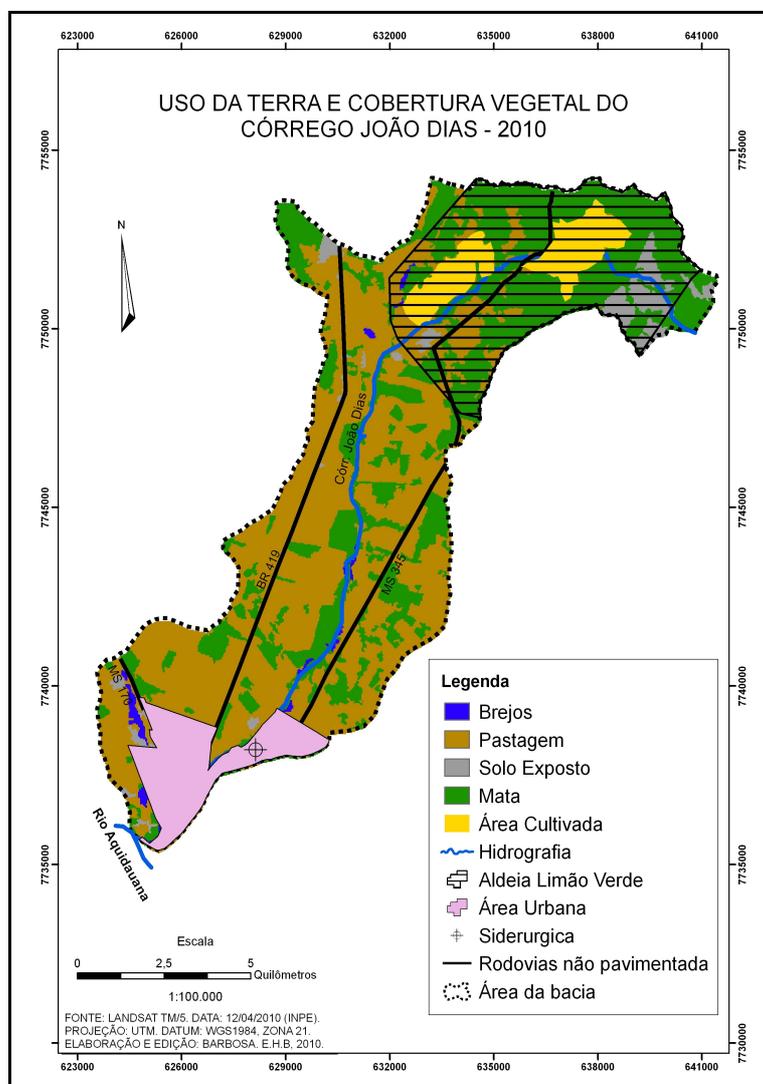


Figura 4. Mapa de uso da terra e cobertura vegetal córrego João Dias em 2010.

De acordo com as análises dos elementos químicos e físicos da água do córrego João Dias realizadas por Gradella et al. (1999), observa-se que a intensificação da ação antrópica está fazendo com que a água da bacia perca suas características de potabilidade. A deterioração da qualidade da água é algo freqüente e a ocorrência de empreendimentos industriais e habitacionais a margem nas redes de drenagem contribuem para a elevação das cargas de sedimentos, efluentes e resíduos sólidos no sistema fluvial da área ocupada.

3. Conclusões

A avaliação paramétrica configurou-se como um importante instrumento de análise das relações entre as formas de utilização da terra e as feições morfológicas do terreno.

O uso de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto possibilitam a análise preliminar dos aspectos físico-naturais tornando-se importantes fatores para a avaliação da degradação ambiental da bacia hidrográfica do córrego João Dias.

O mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal analisado preliminarmente será complementado com a avaliação da evolução temporal de modo a detectar todas as alterações na paisagem.

4. Referências Bibliográficas

Almeida, A. Q. de.; Souza, C. A. M. de.; Tulli, L. M. A. **Uso de técnicas de sensoriamento remoto na análise multitemporal do desmatamento ocorrido na microbacia do córrego do Galo, Domingos Martins, ES.** Revista Científica eletrônica de engenharia florestal. anoVIII. Nº. 14. Agosto, 2009. Disponível em: <http://www.revista.inf.br/florestal/pages/artigos/7.sensoriamento.pdf>. Acesso em: 19/10/2009.

Brasil. Ministério das Minas e Energia. Secretaria-Geral. **Projeto RadamBrasil.** Folha SF. 21-Campo Grande; Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso Potencial da Terra. Rio de Janeiro, 1982. 416 p.

Beltrame, A. da V. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: Modelo e aplicação.** Florianópolis: UFSC, 1994.

Deamo, J.C.M.; Valle Junior, R.F. do; Oliveira, S.B. de; CAMILO, M.J. **Diagnóstico Físico-Conservacionista da Microbacia do Córrego Boa Vista,** Uberlândia-Mg. Uberaba, 2008. Disponível em:http://www.cefetuberaba.edu.br/paginas_html/revista/pdf/Resumo_12.pdf. Acesso em: 19/10/2009.

DeBIASE, Mario. **A Carta Clinográfica. Os métodos de representação e elaboração.** Revista do Departamento de Geografia. São Paulo: FFLCH/USP. n.6, 1992.p.45-61.

Gradella, Frederico. S. et al. **Análise preliminar dos elementos químicos e físicos da água da bacia hidrográfica do córrego João Dias, Aquidauana, MS.** Anais 1º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Emprapa Informática Agropecuária-INPE, p.96-105. Campo Grande, 2006.

Landis, J.R.; Kock, G. G. **The measurement of observer agreement for categorical data.** Biometrics, v. 33, n. 1, p. 159-174, 1977.

Lombardo, M. A. **O clima e a cidade.** Boletim Climatológico. Presidente Prudente: ed.UNESP.ano1, n.2,1996.

Mendonça, Francisco. **Diagnostico e análise ambiental de microbacia hidrográfica – Proposição metodológica na perspectiva do zoneamento, planejamento e gestão ambiental.** RA'EGA – O espaço geográfico em análise. Paraná, Nº. 3. Ano III, 1999.

Moreira, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação.** 2. ed. Viçosa: UFV, 2005. 307 p.

Neves, L.P. **Adoção do Partido na Arquitetura.** Salvador: ed.UFBA, 1989.

Oliveira. M. C. de. **Construção de uma carta para determinação de orientação de vertentes.** Revista do Instituto Geológico. São Paulo. jan/dez. 1984. 47-50p.

Prado, R. B. **Avaliação da Dinâmica do Uso e Cobertura da Terra na Bacia Hidrográfica de Contribuição para o Reservatório de Barra Bonita.** São José dos Campos: INPE, 2006-12-23. (INPE ePrint sid.inpe.br/ePrint@80/2006/12.22.13.10).Disponívelem:<http://urlib.net/sid.inpe.br/ePrint@80/2006/12.22.13.10>. Acesso em: 21 nov. 2010.

Rodrigues, S. C.; Silva, T. I. **Análise da fragilidade ambiental do córrego das moças em Uberlândia-MG. Uberlândia,** 2009. Disponível em: <http://www.geo.ufv.br/simposio/sim>. Acesso em: 19/10/2009.

Ross, J. L. S. **Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados.** Revista do Departamento de Geografia. n.8, p.63-74, 1994.

Silva, J. dos S.V. da.; Romero, H.R.; Marisco, N. **Uso da terra no município de Aquidauana em 1990 - Pantanal.** Corumbá, MS: EMBRAPA-CPAP, 1996. 24p.