

ANÁLISE DO USO E OCUPAÇÃO DAS TERRAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO BORÁ (MG)

Beatriz Aparecida Bessa Florêncio

Mestranda em Geografia, PPGEO/UFU, Bolsista CAPES
beatrizflorencio@gmail.com

Washington Luiz Assunção

Professor Doutor Instituto de Geografia - UFU
assuncao@ufu.br

RESUMO

O objetivo do artigo é analisar o uso e ocupação das terras da BHRB, a partir de sua dinâmica hidrológica, e cruzamento das informações sobre uso da terra e cobertura vegetal, com a declividade. A BHRB localiza-se em Minas Gerais, na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, zona UTM 23, Meridiano Central 45° Oeste de Greenwich, entre as coordenadas 228000 - 264000mE e 7816000 - 7788000mN. Foram utilizados imagem do satélite ETM+/Landsat 5, (agosto de 2009), bandas 3G 4R 7B; base cartográfica digitalizada a partir das cartas topográficas de Sacramento e Uberaba (1:100.000); dados MDE/SRTM; cálculos morfométricos; e dados de vazão obtidos pela estação fluviométrica da ANA (1996-2006). Os índices morfométricos de sinuosidade (1,86) e declividade média (10,86%) revelam que a bacia não apresenta tendências para ocorrência de enchentes. O cálculo de vazão específica média confirma que existe em média um volume de água na ordem de 32.187,62 m³/h; valor suficiente para suprir ao longo do ano, as atividades econômicas e necessidades humanas na bacia. Em relação à declividade e uso da terra, verificou-se que a maior parte da bacia possui declives entre 3 e 8% (58%), significando que a área possui inclinações favoráveis às práticas agropastoris.

Palavras-chave: Uso e ocupação das terras; Declividade; Dinâmica hidrológica.

ANALYSIS OF USE AND OCCUPATION OF LANDS OF THE WATERSHED OF RIBEIRÃO BORÁ (MG)

ABSTRACT

The aim of this paper is to analyze the use and occupation of lands in the watershed of Ribeirão Borá, from the hydrological dynamics, and the information about the land use and the vegetal cover, with the slope. This watershed is located in Minas Gerais, in the region of Triângulo Mineiro and Alto Paraíba, UTM Zone 23, Central Meridian 45° West, between the coordinates 228000 - 264000mE and 7816000 - 7788000mN. We used the image of the satellite ETM+ /Landsat 5, (August 2009), bands 3G 4R 7B; basemap scanned from topographic maps of Sacramento and Uberaba (1:100,000); data MDE / SRTM; morphometric calculations; and flow data obtained by the fluviometric station of ANA (1996-2006). The morphometric indices of sinuosity (1.86) and the average slope (10.86%) indicate that the watershed doesn't show trends for the floods occurrence. The calculation of the average specific flow confirms that exists, on average, a water volume of 32187.62 meters³ per hours; an amount sufficient to supplement, throughout the year, the economic activities and human needs in the watershed. Regarding the slope and the land use, we checked that most part of the watershed has slopes between 3 and 8% (58%), this means that the area has favorable inclinations to the practice of agrarian and pastoral activity.

Keywords: Use and occupation of lands; Slope; Hydrological dynamics.

1. INTRODUÇÃO

A problemática ambiental é cada vez mais discutida no mundo contemporâneo, e sua análise e compreensão requerem ponderação sobre os valores e ideais humanos adotados até o

Recebido em 26/05/2010

Aprovado para publicação em 22/11/2010

momento, sobretudo no que diz respeito à relação homem/natureza, que atualmente é uma das maiores preocupações dos planejadores e gestores das cidades. Ao apropriar-se de recursos naturais, o ser humano ocupa o espaço com objetivo de suprir suas necessidades, gerando diversos impactos ao ambiente; entre eles: uso desordenado do solo, retirada da vegetação natural, e crescente impermeabilização da área urbana, que possibilitam a ocorrência de erosão das encostas, alteração no microclima, assoreamento de cursos d'água, rebaixamento do lençol freático, desequilíbrio do ciclo hidrológico e ocorrência de inundações.

Nesse sentido, apoiando-se em Rosa (2003), "uso da terra" é a expressão que pode ser entendida como sendo a forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem. Seu levantamento é de grande importância na medida em que os efeitos de um uso desordenado causam deterioração no ambiente. Portanto, a classificação do uso da terra numa dada região tornou-se um aspecto fundamental para compreender os padrões de organização do espaço.

O mapeamento de uso da terra e cobertura vegetal visa observar as mudanças devido a fatores naturais e antrópicos, em busca de uma maior eficácia na elaboração de planos de manejo de recursos naturais, assim como na análise da paisagem. Anderson et al. (2005), comentam sua importância para realização e monitoramento de um adequado planejamento ambiental.

A intensa exploração agropecuária nas áreas de cerrado brasileiro, especialmente na década de 1970, foi dominada por um processo de ocupação desordenado, e manejo inadequado do solo. Esse fator resultou na destruição de grande parte da cobertura florestal nativa, e vem, ao longo do tempo, desencadeando processos erosivos nas bacias hidrográficas. Assim, qualquer decisão sobre o uso da terra, necessita a priori, ser analisada conforme suas características ambientais, isto é, de acordo com sua realidade hidrológica, geológica, geomorfológica, pedológica e climática.

A bacia hidrográfica do Ribeirão Borá (BHRB), inserida na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, no domínio morfoclimático onde predomina a vegetação de cerrado, sofreu consideráveis transformações ao longo dos anos, na composição de sua vegetação nativa, em consequência do processo de ocupação humana, crescimento populacional e adequação ao sistema econômico. As atividades econômicas exercidas na bacia justificam a necessidade de um estudo que possa indicar um melhor aproveitamento do espaço e desenvolvimento sustentável, principalmente pelo fato da cidade de Sacramento ter se desenvolvido as margens do Ribeirão Borá, que atravessa todo o perímetro urbano, numa extensão de aproximadamente 4,5 Km. Por conseguinte, esta bacia hidrográfica pode ser considerada como a de maior relevância para o município, onde acontece a captação de água para abastecimento da população, e lançamento dos efluentes domésticos e industriais.

O conceito de bacia hidrográfica, resumidamente, pode ser definido como sendo a área de captação da água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um ponto de saída. Tucci, 1997 apud Lamonica, 2002 explicam que as bacias de drenagem são basicamente compostas por um conjunto de superfícies vertentes, e de uma rede hidrográfica formada por cursos d'água que confluem até resultar um leito único no exutório. Desse modo, adotou-se a BHRB, como unidade de planejamento e análise. Sob ponto de vista político, as bacias de drenagem revelam-se excelentes áreas de estudos para o planejamento, asseguradas pela Lei nº. 9.433/97 – Política Nacional dos Recursos Hídricos, que em seu art. 1º diz:

[...] a água é um bem de domínio público; é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico; em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais; a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas; a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos; a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

Para Guerra; Cunha (1996), "a bacia hidrográfica é uma unidade ecossistêmica e morfológica", portanto sua análise recai sobre as bases científicas fundamentadas na teoria geossistêmica, que pressupõe a formação do ambiente a partir de aspectos fisionômicos heterogêneos, e um complexo essencialmente dinâmico (CHRISTOFOLETTI, 1999). Conseqüentemente, o sistema

de drenagem formado, é considerado um sistema aberto (CHORLEY (1962); COELHO NETO (1995), apud GUERRA; CUNHA (1996)), onde ocorrem entrada e saída de energia.

Seguindo esse conceito de auto-ajuste, pode-se considerar que alterações ambientais significativas em certa porção da bacia de drenagem, poderão afetar outras áreas da mesma. Como no caso da BHRB, onde o lançamento de dejetos na parte central da bacia (área urbana) pode comprometer todo o sistema localizado à sua jusante. Tais aspectos devem ser levados em consideração no planejamento das formas de intervenção humana, mesmo que o interesse do planejador ou do poder público recaia sobre uma área restrita da bacia de drenagem.

Portanto, o objetivo principal deste trabalho é analisar o uso e ocupação das terras da BHRB, a partir de sua dinâmica hidrológica, e cruzamento das informações sobre uso da terra e cobertura vegetal com a declividade; de forma a indicar áreas com maior potencial para aproveitamento agrícola, e fornecer subsídios para melhor utilização do espaço, podendo contribuir para o desenvolvimento das potencialidades da bacia como um todo.

2. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO

A BHRB localiza-se no centro oeste do estado de Minas Gerais, na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, região historicamente conhecida como “sertão da farinha podre”; ocupando a porção central do município de Sacramento, e uma pequena faixa alongada a oeste, pertencente ao município de Conquista. A bacia está inserida na zona UTM 23, Meridiano Central 45° Oeste de Greenwich, entre as coordenadas 228000 - 264000mE e 7816000 - 7788000mN (Cf. Mapa 01); ocupando uma área de aproximadamente 357,8 Km².

Embora ocupe parte de dois municípios mineiros (Sacramento e Conquista), a bacia apresenta maior concentração de terras em Sacramento, que engloba 88,8% de sua amplitude territorial. É nessa área que se encontram as atividades econômicas mais importantes da bacia, além de ser responsável pelo abastecimento de água potável na cidade, e escoamento dos efluentes produzidos na área urbana.

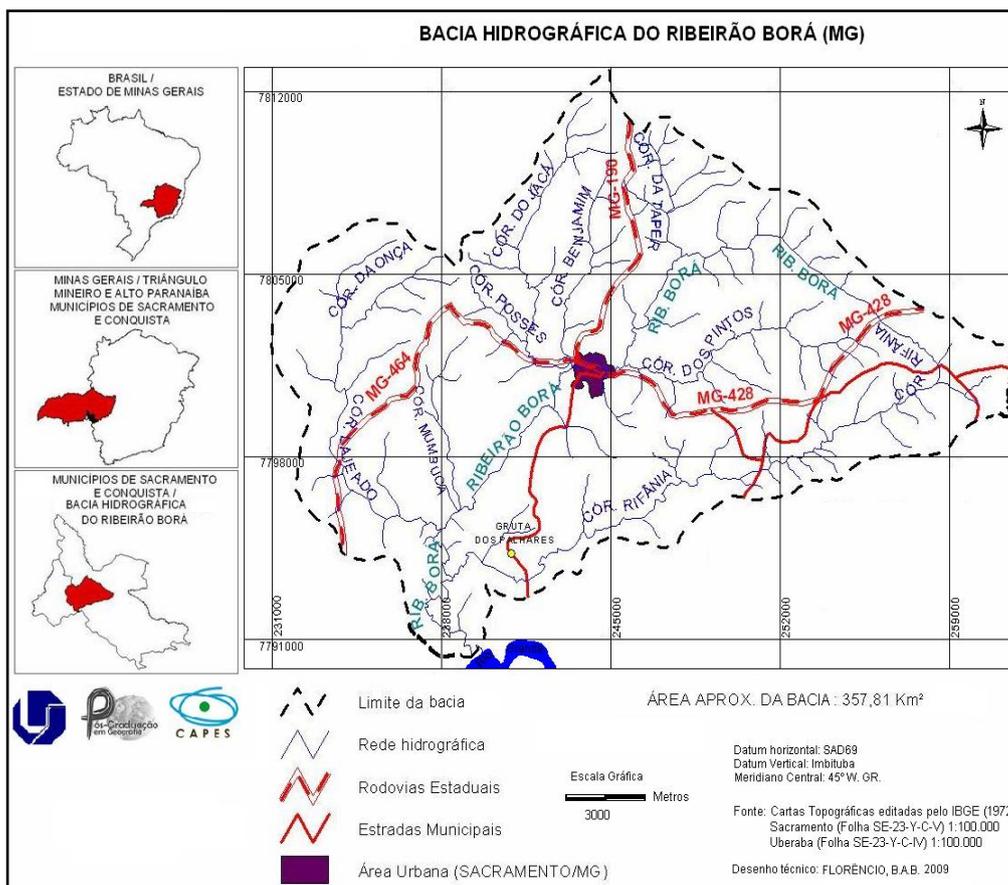
As principais vias de acesso à área de estudo, são as rodovias estaduais MG-464, MG-428 e MG-190. A primeira liga Sacramento ao município de Conquista (distância de 20 km), a segunda, à Araxá (distância de 86 km), e a terceira, serve como acesso para o município de Uberaba (distância de 78 km). Existem outras vias secundárias pavimentadas e não pavimentadas, que permitem o acesso à área de estudo em várias direções.

A BHRB é composta pelos seguintes afluentes: Córrego da Tapera, Córrego Benjamim, Córrego das Posses, Córrego Jacá, Córrego Lajeado, Córrego Santa Maria, Córrego Ibituruna e Córrego da Onça, na margem direita; e, Córrego da Mumbuca, Córrego do Picão, Córrego dos Pintos e Córrego Rifânia, na margem esquerda. Na porção oeste, o Ribeirão Borá, juntamente com os afluentes Córregos da Onça e Lajeado, drenam além do município de Sacramento, terras do município de Conquista, sendo que 11,17% (36,94 Km²) da bacia pertencem a este último município.

Quanto às informações socioeconômicas da bacia, o último censo demográfico realizado em 2007, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), aponta que o município de Sacramento, com 3.017 Km² de extensão, apresenta uma população de 22.159 habitantes, e deste total, mais de 80% vivem na zona urbana. Já o município de Conquista, com uma área territorial de 616 Km², possui 6.922 habitantes, com aproximadamente 70% vivendo no meio urbano (IBGE, 2007). A economia da bacia é fortemente influenciada pelas atividades agropecuárias. Em Sacramento, conforme apresenta a PMS (2009), sempre se destacaram as atividades do setor rural, produtor de café, arroz, feijão, milho, e também na pecuária com a produção de bovinos e suínos. Atualmente esse setor contribui com uma média de 29% da arrecadação, tendo como principais produtos o milho, a soja, a batata e a cana-de-açúcar, ocupando aproximadamente 99.000 hectares das terras do município; e a pecuária leiteira, que produz diariamente cerca de 280.000 litros (EMATER/SUPERINTENDÊNCIA MUNICIPAL DO DESENVOLVIMENTO DO AGRONEGÓCIO, 2008).

MAPA 1

Localização da bacia hidrográfica do Ribeirão Borá (MG)



Em Conquista também predominam as atividades econômicas do setor primário, com grande destaque para a produção da cana-de-açúcar. Segundo dados do governo do Estado de Minas Gerais, em 2006, esse município foi responsável por 68% da produção canavieira do Estado (SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2008). Porém, outros cultivos, como o milho, o café e a soja, também movimentam a economia local.

Há também outros setores da economia a serem destacados, como por exemplo, a geração de energia elétrica, realizada pela Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG), na represa de Jaguará, e mais duas Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH's) instaladas na BHRB, dentro dos limites do município de Sacramento. Além disso, o setor industrial voltado para a agroindustrialização, particularmente com o Laticínio Scala, e a fabricação de produtos não duráveis, englobam significativa parcela da arrecadação municipal. A área urbana de Sacramento está totalmente inserida na BHRB, que é um afluente da margem direita do Rio Grande, um dos formadores do Rio Paraná. Desse modo, conclui-se que a bacia em estudo, pertence à bacia do Rio Paraná, uma das mais importantes bacias hidrográficas brasileiras, de relevante destaque socioeconômico no panorama nacional.

De acordo com a Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC, 1983), as unidades morfoestruturais na qual se insere a bacia, correspondem à Bacia Sedimentar do Paraná e, Faixa de Dobramentos Brasília; acrescentando que:

“[...] A Bacia Sedimentar do Paraná corresponde às camadas sedimentares e derrames de rochas vulcânicas (basaltos). Uma das características morfológicas mais marcantes dessa feição é a disposição dos planaltos em degraus ou patamares sucessivos, resultantes da atuação de processos erosivos sobre as camadas areníticas alternadas com os basaltos. [...] Já a

Faixa de Dobramentos Brasília, apresenta-se envolvida por altos e extensos escarpamentos, sendo que a maioria deles é controlada por fraturas e falhas de direções gerais NO-SE e E-O” (CETEC, 1983).

Na área em estudo, estes domínios resultam em morfoesculturas que podem ser facilmente percebidas por um extenso e contínuo planalto dissecado, com predominância de formas tabulares e planas no topo dos planaltos, associados à presença do Planalto da Canastra.

Tem-se como ponto mais alto da BHRB, o divisor de água com a bacia hidrográfica do Rio Araguari, situado a 1.100 m de altitude; e o ponto mais baixo, na cota aproximada de 550 m de altitude, onde o Ribeirão Borá deságua no Rio Grande.

Predominam na área de estudo, as classes de latossolos, variando entre álico e eutrófico, como solos do tipo Latossolo Vermelho Acriférico e Vermelho-Amarelo Ácrico nos topos recobertos por arenito de textura média e, Argissolo de textura mais fina, argilosa, nas formas de colinas sustentadas por basalto.

Quanto à composição vegetal, Ab’ Saber (2003), afirma que a vegetação típica na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, é representada pelo domínio dos cerrados, com chapadões recobertos por cerrado de diferentes fitofisionomias e florestas-galeria de variadas composições.

O clima da região, de acordo com a classificação climática de Köppen, é do tipo Aw, Tropical com chuvas de verão (Ayoade, 2001). Ferreira; Assunção (2004), em estudos realizados sobre o clima de Sacramento, ressaltam que o regime pluviométrico local é bastante uniforme, dividido em duas grandes estações: uma seca (maio a setembro), sendo o mês de abril uma transição para o final do período chuvoso; concentrando apenas 16% das precipitações anuais (261 mm) e, outra chuvosa (outubro a março), correspondendo a 84% das médias pluviométricas anuais (1.360 mm), com média anual por volta de 1.600 mm. A temperatura média anual é de aproximadamente 22°C; junho representa o mês mais frio (17,2°C), janeiro e fevereiro os meses mais quentes, ambos com média térmica de 23,4°C.

3 MATERIAIS E PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS

3.1 Materiais

3.1.1 Documentos

Dados hidrológicos

- Dados de Vazão da estação fluviométrica com Código nº. 60220000, instalada no distrito de Desemboque (MG), Latitude 20° 0’ 50” S e Longitude 47° 1’ 2” W a uma altitude de 960 metros. Os dados foram obtidos pelo Sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional das Águas (HIDROWEB/ANA), no período de 1996 a 2006.

Documentos Cartográficos

- Folhas topográficas de Sacramento (folha SE-23-Y-C-V) e de Uberaba (folha SE-23-Y-C-IV) fornecidas editadas pelo IBGE na escala de 1:100.000;
- Imagem do satélite ETM+/Landsat 5, bandas 3G 4R 7B de agosto de 2009, com resolução espacial de 50 metros;
- Modelo Digital de Elevação do sensor SRTM, do Estado de Minas Gerais obtidos junto ao Laboratório de Geoprocessamento do Centro de Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, no ano de 2009 (WEBER et al., 2009).

3.1.2 Softwares

- Cartalinx;
- IDRISI, versão 32;
- SPRING 5.0.2;

- ArcView 3.2 a;
- Excel (editor de planilhas eletrônicas);
- Word 2007 (editor de textos);
- Adobe Photoshop CS (editor de imagens).

3.2 Procedimentos Operacionais

3.2.1 Dinâmica hidrológica

Para analisar a dinâmica hidrológica que opera na BHRB, foram realizados cálculos morfométricos e de vazão específica média. Os dados utilizados para a análise morfométrica foram trabalhados no software CartaLinx, onde foram digitalizadas os arquivos vetoriais - curva de nível, drenagem e limite da bacia. As fórmulas para obtenção dos parâmetros morfométricos podem ser encontradas em Villela e Mattos (1975), Rocha; Kurtz (2001), e Teodoro et al. (2007), e estão apresentadas a seguir.

Equação 1 : Coeficiente de Compacidade (Kc)

$$Kc = 0,28 \times \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Equação 2 : Fator Forma (Kf)

$$Kf = \frac{A}{L_e^2}$$

Equação 3 : Densidade de Drenagem (Dd)

$$Dd = \frac{L_c}{A}$$

Equação 4: Sinuosidade do Curso Principal (Is)

$$Is = \frac{L_t}{D_v^2}$$

Equação 5: Índice de Circularidade (IC)

$$IC = \frac{4\pi \times A}{P^2}$$

Equação 6: Declividade média (H)

$$H = \frac{(Cn \times h)}{A} \times 100$$

Equação 7: Coeficiente de Rugosidade (RN)

$$RN = Dd \times H$$

Onde:

A = área da bacia em Km²

P = perímetro da bacia em Km

L_t = soma dos comprimentos dos canais (em Km)

L_c = Comprimento total dos rios e/ou canais em km

L_e = Comprimento do eixo da bacia

D_v = Distância vetorial do canal principal

C_n = soma, em km, dos comprimentos de todas as curvas de nível

h = equidistância, em km, entre as curvas de nível

O cálculo da vazão específica média foi realizado a partir de dados de uma bacia localizada próxima à área de estudo, com características semelhantes à BHRB. Os dados coletados para a realização dos cálculos de vazão média específica foram obtidos pela estação fluviométrica Código nº. 60220000, instalada no distrito de Desemboque (MG), no Rio Araguari, com área de drenagem de 1.073 Km².

Essas informações encontram-se disponíveis no banco de dados do Sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional das Águas (HIDROWEB/ANA). Para esse estudo optou-se por trabalhar com uma série histórica de 10 anos de dados (1996-2006).

A partir dos dados disponíveis pela ANA, foi estimada a vazão específica média (1996-2006) da bacia utilizada como referência (Estação do Desemboque), obedecendo aos seguintes passos:

1 – Utilizando os *softwares SisCah e Excel*, calculou-se a vazão média, mensal e anual, do período estudado, sendo que os dados foram fornecidos na unidade de m³/s.

2 – Os valores de vazão encontrados em m³/s foram transformados para litros/segundos (l/s), multiplicando-se os valores obtidos por 1.000 (1 m³ = 1.000 litros).

3 – Calculou-se também a vazão em m³/h, multiplicando m³/s por 3.600 (onde 1 hora corresponde a 3.600 segundos).

4 – Para obter o valor da vazão específica média da estação base, foi calculado l/s/km², dividindo-se l/s por 1.073 Km² (valor da área de drenagem da Estação do Desemboque).

A partir dos dados de vazão específica média (1996-2006) calculados para a estação de referência (Estação do Desemboque), obtiveram-se os valores de vazão estimados para a bacia hidrográfica do Ribeirão Borá, em l/s e m³/h, obedecendo-se aos seguintes passos:

1– Para obter a vazão em l/s, multiplicou-se a vazão específica (l/s/km²) calculada para a estação base (Desemboque), pela área da bacia do Ribeirão Borá (357,81 Km²), obtendo dessa forma, a vazão média em l/s.

2 – Para obter o valor da vazão média em m³/s, dividiu-se a vazão em l/s por 1.000.

3 – Por último, para obter o valor da vazão média em m³/h, multiplicou-se a vazão em m³/s por 3.600.

3.2.2 Elaboração dos mapas temáticos

Para elaboração do mapa de “Uso da Terra e Cobertura Vegetal”, utilizou-se a imagem do satélite ETM+/Landsat 5 bandas 3G 4R 7B de agosto de 2009, e a base cartográfica digitalizada a partir das cartas topográficas de Sacramento e de Uberaba (1:100.000). O software ArcView GIS 3.2a, foi empregado para confeccionar o mapa temático, sendo que o mesmo possibilita ligar informações geográficas a uma dada localização. O processamento digital de imagens foi realizado a partir do software Spring 5.0.2, e da imagem do satélite

ETM+/Landsat 5 de agosto de 2009. Segundo Rosa (2003), esse processo engloba correção de imagens, que pode ser dividida em radiométrica ou geométrica; registro de imagens; retificação da imagem; realce das imagens, através da ampliação de contrastes e das composições coloridas; georreferenciamento de imagens; classificação das imagens, e por fim uma reclassificação.

Foram identificados e relacionados na imagem e no mapa, os pontos de controle, para efetuar o registro da imagem. Em seguida, realizou-se o contraste linear, visando o melhoramento da qualidade da imagem por meio da transferência radiométrica nos pixels, e aumentar a capacidade de visualização dos diferentes alvos que compõem a imagem.

Dessa maneira gerou-se a composição colorida 3G 4R 7B, pertinente para a classificação e mapeamento de uso da terra e cobertura vegetal da BHRB, possibilitando a identificação de 11 categorias: Mata Ciliar, Cerradão, Cerrado, Campo sujo, Campo rupestre, Campo Limpo, Silvicultura, Pastagem, Agricultura, Mancha Urbana e Influência Urbana. As ferramentas do Software Idrisi 32 permitiram a elaboração do mapa de "Declividade", a partir dos dados do MDE/SRTM de Minas Gerais. As classes de declive utilizadas seguiram os intervalos adotados por Ramalho Filho; Beek (1994), que são ideais para demonstrar os graus de limitação por suscetibilidade à erosão e, indicar áreas mais propícias para agricultura.

Neste software também foi realizado o cruzamento das informações do mapa de declividade com o mapa de uso da terra e cobertura vegetal, a fim de estabelecer as áreas de maior potencial agrícola, e propor o uso racional da BHRB.

Os *layouts* finais dos mapas foram executados com auxílio do software Adobe Photoshop CS.

4 RESULTADOS

4.1 Dinâmica Hidrológica

4.1.1 Análise Morfométrica

A rede de drenagem e a dinâmica hidrológica que operam em uma bacia hidrográfica, são fortemente influenciadas pela declividade e pelo substrato rochoso do terreno, e podem também refletir no potencial de degradação dos recursos naturais renováveis, influenciando ou não no processo erosivo da bacia (BELTRAME, 1994).

Nesse sentido, foi realizada a análise morfométrica da BHRB, para fazer uma caracterização quantitativa da bacia por meio de variáveis numéricas que podem ser obtidas diretamente de um mapa topográfico. Essa caracterização é um dos primeiros e mais comuns procedimentos executados em análises hidrológicas ou ambientais, e tem como objetivo elucidar as várias questões relacionadas com o entendimento da dinâmica ambiental local e regional (TEODORO et al., 2007).

De acordo com Christofletti (1980), a análise morfométrica de bacias hidrográficas pode ser dividida em quatro itens. O primeiro trata da *hierarquização da rede de drenagem*. O segundo item, a *análise linear da rede de drenagem*, compreende as medições efetuadas ao longo das linhas de escoamento. A *análise areal* da bacia hidrográfica é o terceiro item, englobando vários índices que utilizam medições planimétricas, e lineares. Por último, a *análise hipsométrica*, que compreende a análise da distribuição altimétrica na bacia.

No software Cartalinx foram digitalizadas os arquivos vetoriais: curva de nível, drenagem e limite da bacia, os quais foram utilizados para a análise dos dados morfométricos. Neste estudo, para atingir os objetivos propostos, foram trabalhadas informações lineares, areais e hipsométricas da BHRB. No Quadro 1, encontram-se os dados morfométricos da bacia, que apresenta uma área aproximada de 35.781 ha e perímetro igual a 91,49 Km.

QUADRO 01

Dados Morfométricos da BHRB

Índices morfométricos	Unidade	Ribeirão Borá
Área	ha	35.781
Perímetro	km	91,49
Comprimento do ribeirão	km	38,85
Coefficiente Compacidade (Kc)	-	1,35
Fator forma (Kf)	-	0,38
Densidade de drenagem (Dd)	km/km ²	0,85
Sinuosidade curso principal (Is)	-	1,86
Índice de circularidade (IC)	-	0,53
Somatório comprimento das curvas	km	777,20
Eqüidistância entre curvas	m	50
Declividade média (D)	%	10,86
Coefficiente de rugosidade (RN)	-	9,26

Org.: FLORÊNCIO, B.A.B., 2009.

O coeficiente de compacidade (número adimensional) varia conforme a forma da bacia, independente de seu tamanho e, quanto maior for o seu valor, mais irregular será a bacia. Um coeficiente mínimo igual a uma unidade corresponderia a uma bacia circular e, para uma bacia alongada, seu valor é expressivamente superior a um; como no caso da bacia em estudo, que apresentou para esse parâmetro um valor de 1,35, significando que área não apresenta tendência para ocorrência de enchentes.

A densidade de drenagem indica a eficiência da drenagem da bacia. Sua definição é dada pela relação entre o comprimento total dos cursos de água e a área de drenagem, e é expressa em km/km². Na BHRB, a densidade de drenagem (Dd) apresentou um valor igual a 0,85 km/km², o que pode ser considerado um valor baixo. Isso indica um relevo em sua maioria pouco declivoso, com rampas longas e solos profundos, contribuindo para uma alta capacidade de infiltração, com exceção nas áreas próximas a sua foz, onde o relevo apresenta maior declividade e vertentes mais curtas.

O cálculo para o índice de circularidade (Ic) foi de 0,53 (valor adimensional). Esse parâmetro tende para unidade à medida que a bacia aproxima-se a forma circular e diminui à medida que a forma torna-se alongada. Assim, juntamente com o valor do coeficiente de compacidade, conclui-se que a bacia não apresenta formato circular, o que também dificulta a ocorrência de enchentes.

A sinuosidade do curso de água principal é um fator controlador da velocidade de escoamento e representa a relação entre o comprimento do canal principal e a distância vetorial entre os extremos do canal. O índice próximo a 1, indica que os canais tendem a ser retilíneos, já os valores superiores a 2,0, indicam que os canais tendem a ser tortuosos e os valores intermediários indicam formas transicionais, regulares e irregulares. Desta forma, conclui-se que o Ribeirão Borá possui formas transicionais, já que o valor encontrado para este parâmetro foi de 1,86 (valor adimensional).

A declividade relaciona-se com a velocidade em que se dá o escoamento superficial, afetando, portanto, o tempo que leva a água da chuva para concentrar-se nos leitos fluviais que constituem a rede de drenagem das bacias, sendo que os picos de enchente, infiltração e susceptibilidade para erosão dos solos dependem da rapidez com que ocorre o escoamento sobre os terrenos da bacia (VILLELA; MATTOS, 1975 apud TEODORO et al., 2007). Desse modo, tem-se como declividade média da BHRB, o valor de 10,86%, o que indica que água escoar em alta velocidade.

Por último, comenta-se sobre o coeficiente de rugosidade (RN) da bacia. Esse parâmetro direciona o uso potencial da terra com relação às suas características para agricultura, pecuária, pecuária/floresta ou floresta. O RN apresenta a relação entre a densidade de drenagem e a declividade média da bacia, e quanto mais baixo o valor obtido, indica maior aptidão agrícola da área. O valor do coeficiente de rugosidade para a área em estudo, foi de 9,26 (valor adimensional), indicando que as terras da BHRB são propensas às atividades agrícolas e pecuárias.

4.1.2 Vazão Específica Média da BHRB

Considerando a vocação para agricultura, e o fato do município de Sacramento utilizar as águas do Ribeirão Borá, sobretudo, para abastecimento da cidade e geração de energia elétrica, torna-se fundamental conhecer a disponibilidade hídrica da BHRB; tanto para propor usos mais indicados, quanto para auxiliar uma gestão adequada dos recursos hídricos.

Lima et al. (2008) descrevem a importância do monitoramento hidrométrico especialmente nas regiões de relevância, social, econômica, ambiental, ou com risco de ocorrência de conflito pelo uso da água (quantitativo e/ou qualitativo). Argumentam também que a disponibilidade dos dados hidrológicos é dispendiosa, requer significativa quantidade de recursos humanos e financeiros. Esse fator dificulta o monitoramento das áreas de interesse ambiental, pois com a escassez de dados, torna-se complexa a busca por informações dos locais não monitorados.

No caso da BHRB, devido à ausência de dados hidrológicos para a área, estimou-se a vazão específica média mensal, a partir de dados de uma bacia localizada próxima ao local, com similaridades físicas em relação à área de estudo. Esses dados foram obtidos pelo Sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional das Águas (HIDROWEB/ANA), da estação fluviométrica nº. 60220000, instalada no distrito de Desemboque/MG, no Rio Araguari, com área de drenagem de 1.073 Km². Foram trabalhados dados num período de 10 anos (1996-2006), e o cálculo da vazão específica média foi executado no software Excel.

Segundo Lima et al. (2008), a “vazão específica” (l/s/Km²) é um índice que representa a capacidade de geração de vazão de uma determinada bacia hidrográfica. Os autores também expõem que:

“[...] a vazão específica é definida pela razão entre a vazão que flui em um determinado ponto do rio e sua respectiva área de drenagem”. “[...] o conhecimento desse índice possibilita, de forma fácil e rápida, a estimativa da vazão que passa por diferentes locais ao longo do curso d’água a partir de sua área de drenagem (Km²)” (LIMA et al., 2008, p.1).

Essa amostragem permite uma caracterização satisfatória sobre a realidade da bacia em relação à sua capacidade de vazão. Na Tabela 1 estão apresentados os valores de vazão média mensal estimados (em l/s/Km², l/s e m³/h) para o Ribeirão Borá, sob uma área de drenagem de 357,81 Km².

Quanto à demanda e oferta hídrica na bacia, o último relatório técnico mensal (abril de 2010) apresentado pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE), sobre captação e consumo da água em Sacramento, aponta que a soma das vazões captadas e tratadas na BHRB para abastecimento público, é igual a 140,5 m³/h. Deste total, são consumidos 102,19 m³/h, com perda de 37% no sistema.

Os domicílios consomem 92% deste valor, seguidos pelo comércio com 7,5%, e indústrias, com 0,5% (SAAE, 2010). Pela observação da Tabela 1, constata-se que durante o período analisado (1996-2006), os meses que vão de dezembro a março apresentam os maiores volumes de água, compreendendo cerca de 59% do valor total da vazão específica média.

Conforme esperado, os meses com maiores vazões, coincidem com a estação chuvosa, sendo que no mês de janeiro obteve-se o maior volume registrado nos anos (51,53 l/s/Km²), e, o mês de abril apresentou um valor de 25,19 l/s/Km², evidenciando uma transição para o período com menores volumes de água, já que dependendo do ano, a estação seca inicia-se neste mês, ou então, prolonga-se a estação chuvosa até abril.

TABELA 1

Vazão Específica Média Mensal Estimada para o Ribeirão Borá / Sacramento (MG) / Área de drenagem: 357,81 Km² (1996-2006)

Meses	Vazão específica Média l/s/Km ²	Vazão l/s	Vazão m ³ /h
Janeiro	51,53	18.439,51	66.382,23
Fevereiro	44,87	16.055,83	57.800,97
Março	39,96	14.299,36	51.477,71
Abril	25,19	9.014,22	32.451,18
Maio	18,11	6.479,87	23.327,53
Junho	14,45	5.171,16	18.616,18
Julho	11,80	4.223,81	15.205,73
Agosto	9,90	3.543,24	12.755,66
Setembro	10,45	3.739,98	13.463,94
Outubro	13,24	4.738,56	17.058,83
Novembro	19,77	7.072,53	25.461,11
Dezembro	40,56	14.514,00	52.250,39
Média	24,99	8.941,01	32.187,62

Fonte: HIDROWEB / ANA, 2010.
Org.: FLORÊNCIO, B.A.B., 2010.

Verifica-se também que nos meses entre junho e outubro, os valores de vazão específica média são bastante inferiores ao restante do período analisado, que apresentou como média 24,99 l/s/Km². Esse fato pode ser atribuído ao baixo índice pluviométrico, como fonte principal de alimentação dos rios, sendo que neste período os cursos d'água contam com a contribuição do lençol freático para sua sustentação.

O trimestre com menor volume de água disponível (julho, agosto e setembro) representa aproximadamente 10,7% do total de vazão para o período de estudo. Já o trimestre mais úmido, representado pelos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, contribui em média com 136,96 l/s/Km², ou aproximadamente 46% do valor total da vazão específica média obtida para o Ribeirão Borá.

Analisando a Tabela 1, verifica-se que o comportamento das vazões específicas médias é controlado pelo regime pluviométrico local. No mês de agosto (ápice da estação seca), foi registrado o menor valor de água disponível na bacia (9,90 l/s/Km²). Esse fato merece atenção especial quanto à utilização de água, pois, conforme a demanda, a oferta torna-se insuficiente, e sem planejamento adequado das atividades, podem ocorrer situações de conflito e escassez hídrica.

Praticamente os valores de vazão específica média correspondem à quantidade de água disponível para todas as atividades que são realizadas na bacia, e por meio dos dados obtidos na Tabela 1, conclui-se que em média, a área de estudo conta com um volume de água na ordem de 32.187,62 m³/h.

A topografia plana, predominante na bacia, é característica das regiões de chapada e favorece a infiltração de água no solo; conseqüentemente há uma regulação da vazão durante o ano. Práticas adotadas na região, como o plantio direto, e a criação de represas artificiais, causa impacto ambiental, visto que as mesmas comumente são construídas em áreas de veredas, alterando esse meio que contribui com a regulação das vazões durante o período seco, quando o déficit hídrico se acentua.

A Tabela 1 permite observar que existe um período crítico durante a estação chuvosa, especialmente no mês de outubro, cujos valores ficam próximos aos das médias das vazões do período seco (abril a setembro); podendo causar problemas de abastecimento na cidade e comprometer as demais atividades na bacia.

A ausência de excedentes hídricos registrados nos meses de junho a setembro, durante o período analisado, coincide com a estação seca, onde as alturas pluviométricas são de baixa representatividade, e o abastecimento do Ribeirão Borá é garantido principalmente por meio das águas acumuladas no subsolo. É importante comentar que os resultados obtidos e apresentados são valores médios de um período de dez anos (1996-2006); portanto em anos de chuva abaixo da média, é muito provável que as vazões específicas também apresentem valores inferiores à média.

Além da agricultura, pecuária e abastecimento, os dados de vazão média mensal estimados para a BHRB, forneceram subsídios que permitem concluir que a oferta de água no interior da bacia, para o período em estudo, apresentou-se suficiente para suprir as atividades econômicas ao longo do ano. No entanto, é necessário ressaltar a importância da atuação de um sistema de gestão dos recursos hídricos que colabore com a preservação dos mesmos, a partir do desenvolvimento de atividades compatíveis com a realidade da bacia.

4.2 Análise da Declividade

Vieira (1998) explica que no estudo do solo e da capacidade de uso da terra, o mapeamento da declividade merece atenção especial. A declividade do terreno se refere à inclinação da superfície do solo com relação ao plano horizontal e tem a sua determinação em metros para cada 100m deste plano. A declividade também pode ser expressa como a representação do gradiente das encostas expresso em graus ou porcentagem (GUERRA et al., 2003).

A inclinação do terreno é um fator relevante para a avaliação dos impactos ambientais em uma bacia hidrográfica, pois quanto maior o declive maior será o escoamento superficial das águas em sua superfície, tornando a região instável e aumentando seu grau de fragilidade.

Analisando o mapa de declividade da BHRB (Cf. Mapa 2) e a Tabela 2, observa-se que a maior parte da área encontra-se em terrenos com declive variando entre 3 e 8%, o que compreende 58% da área de estudo, ou seja, a maior parte da bacia possui áreas de relevo suave ondulado. Para tanto, o manuseio do solo exige uma moderada tecnologia de implementos e técnicas agrícolas, como a implantação de terraços para a contenção de água pluvial. As áreas que apresentam entre 8 e 13% de declividade (29% da área total da bacia), proporcionam a formação de um relevo moderadamente ondulado, com interflúvios intensos e aplainados; sendo que nesse intervalo de declive, são exigidas práticas agrícolas um pouco mais complexas, com maior utilização de recursos tecnológicos. As áreas com declividade inferior a 3%, ocupam 8% da bacia, e apresentam um relevo plano, que propicia o uso intensivo do solo, sendo um local que não necessita utilização de tecnologias avançadas de manejo, onde o escoamento superficial é lento ou muito lento.

Por último, as áreas que apresentam intervalos maiores que 13% de declividade, ocupam 5% da bacia, e possuem relevo ondulado a forte ondulado, muito suscetíveis à erosão, portanto, não são indicadas para uso agrícola; devendo ser utilizadas como áreas, conforme recomenda o Código Florestal Brasileiro (Lei nº. 4.771/1965), como Reserva Legal e Proteção Permanente, devido principalmente à baixa resistência do solo.

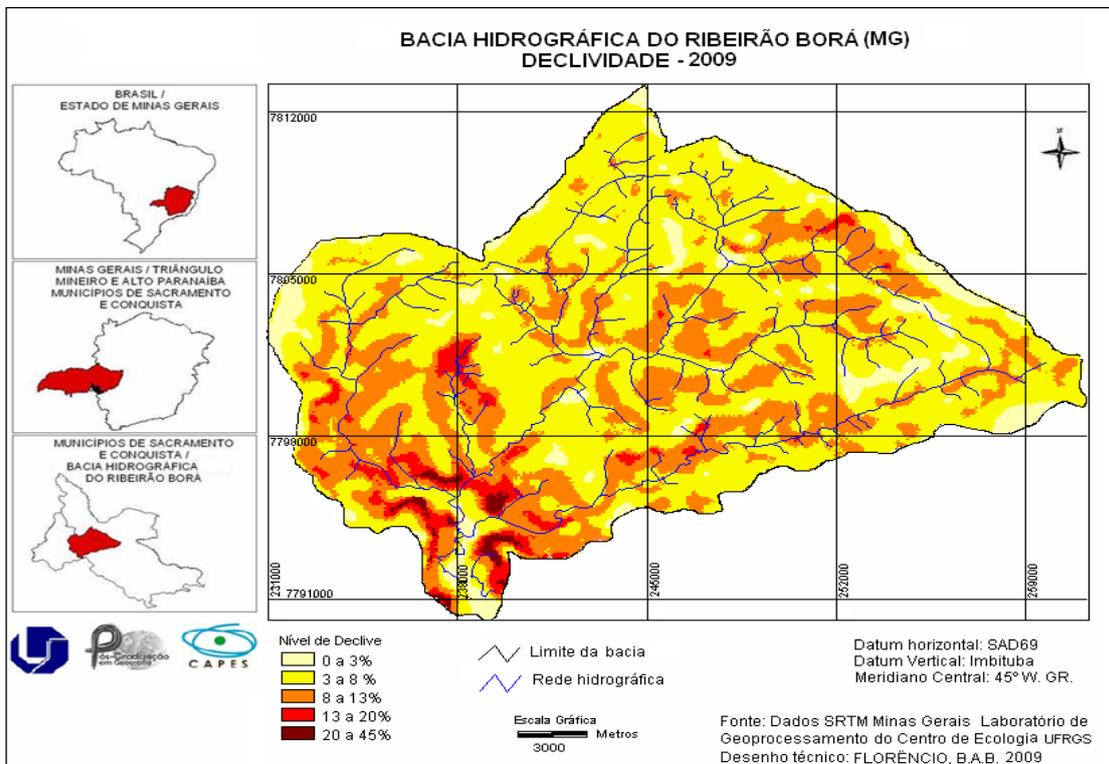
TABELA 2

Área das classes de declive na bacia hidrográfica do Ribeirão Borá

Nível de Declive	Caracterização do relevo	Área Total	
		Km ²	%
Menor 3%	Plano/praticamente plano	29,4	8
3 a 8%	Suave ondulado	208	58
8 a 13%	Moderadamente ondulado	104,4	29
13 a 20%	Ondulado	13	4
Maior 20%	Forte ondulado	3	1
Total		357,81	100,00

Fonte: RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K.J., 1994. Org.: FLORÊNCIO, B.A.B., 2010

MAPA 2
Declividade da bacia hidrográfica do Ribeirão Borá (MG)



4.3 Uso da Terra e Cobertura Vegetal X Declividade

A partir da interpretação da imagem do satélite ETM+/Landsat 5, de agosto de 2009, e da observação da paisagem, foi possível elaborar o mapa de Uso do Terra e Cobertura Vegetal (Cf. Mapa 3). Esta atividade permitiu o conhecimento da área, e as posteriores análises para a proposta de uso racional e potencial agrícola, de acordo com sua dinâmica hidrológica e as variações da declividade. Rosa (2003) comenta que o levantamento de uso da terra numa dada região, é de interesse fundamental para compreender os padrões de organização do espaço. Na Tabela 3 e Gráfico 1, verifica-se a porcentagem das onze categorias de uso observadas na bacia.

TABELA 3
Uso da Terra e Cobertura Vegetal da BHRB (MG) - 2009

Categorias	ha	Km²	%
Mata Ciliar	3.000,00	30	8,3
Cerradão	1.110,00	11	3,2
Cerrado	1.850,00	18,5	5,1
Campo Sujo	1.075,00	10,7	3
Campo Rupestre	1.115,00	11,5	3,2
Campo Limpo	237,00	2,3	0,6
Silvicultura	752,00	7,5	2,1
Pastagem	15.881,00	159	44,4
Agricultura	10.030,00	100	28
Mancha Urbana	632,00	6,3	1,8
Influência Urbana	380,00	0,4	0,1
Total	35.781	357,81	100

Fonte: Imagem do satélite ETM+/Landsat 5 (agosto de 2009) Org.: FLORENCIO, B.A.B., 2009.

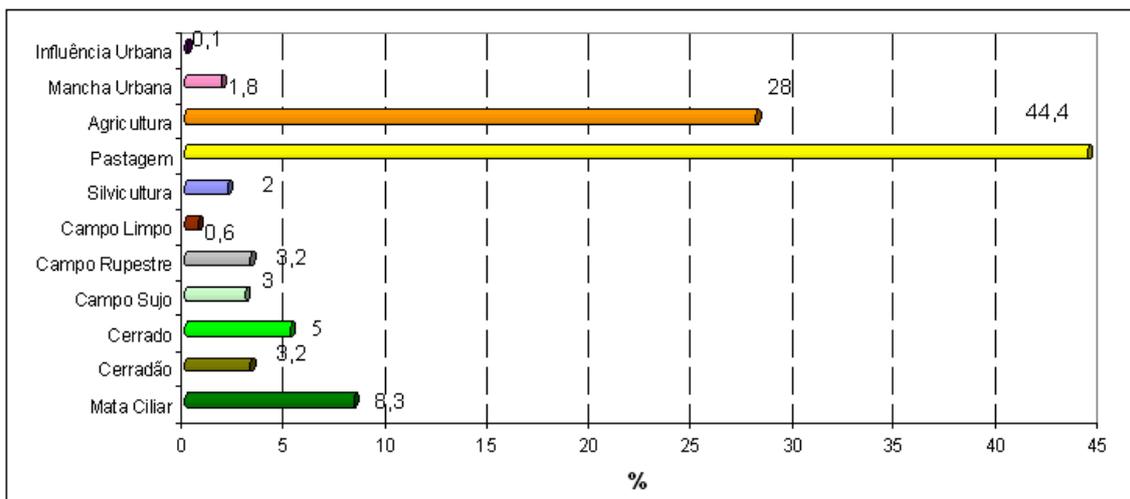
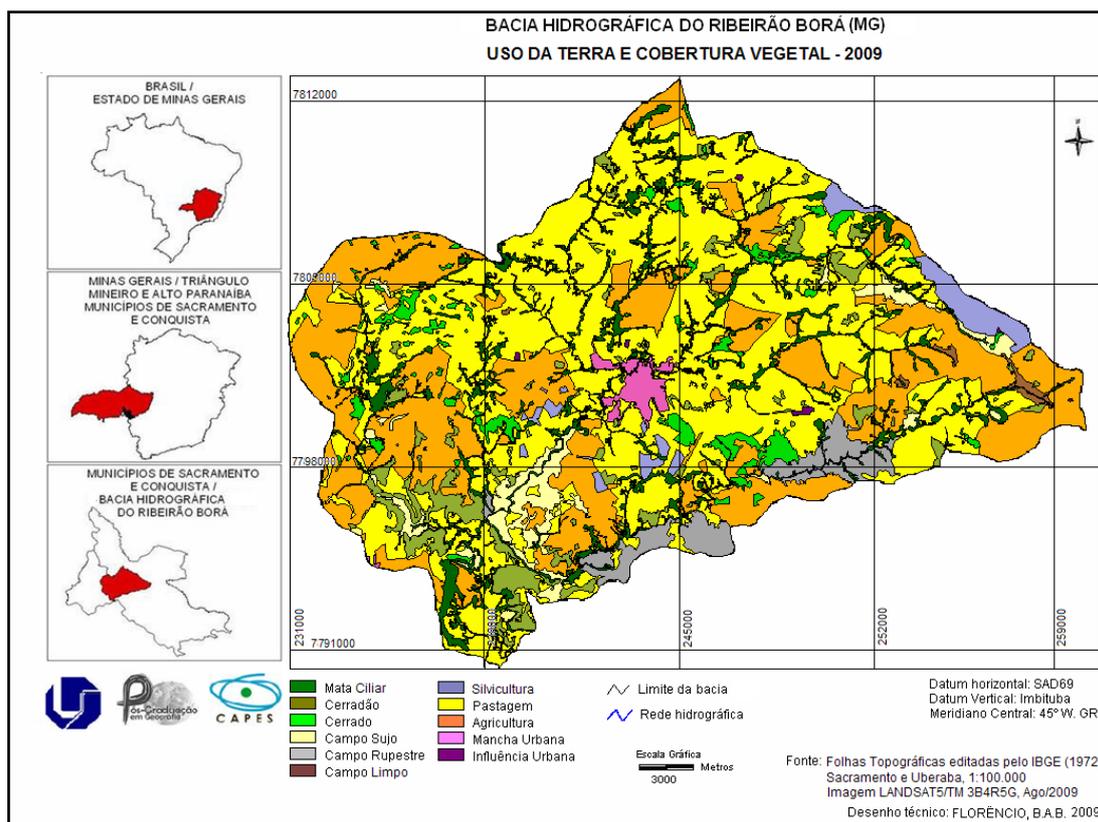


Gráfico 1: Distribuição das categorias de uso da terra e cobertura vegetal na BHRB (MG), 2009. Org.: FLORÊNCIO, B.A.B., 2010.

MAPA 3

Uso da Terra e Cobertura Vegetal da bacia hidrográfica do Ribeirão Borá (MG), 2009



A Tabela 3 e o Gráfico 1 permitem afirmar que a pastagem foi a categoria de maior ocupação na BHRB, ocupando 44,4% do total de sua área, o que equivale a 159 Km². Esse fato deve-se principalmente à facilidade de cultivar pastagens em diferentes intervalos de declividade, e na área de estudo, observou-se que nos locais de relevo dissecado, a ocupação se dá de maneira predominante por esta categoria. Sobre isso, comenta-se também que a economia da região é fortemente influenciada pela pecuária, destacando-se a pecuária leiteira. No entanto, isso

significa que as áreas de vegetação nativa estão bastante degradadas e, devido às condições do relevo local, deve-se considerar o problema que o uso do solo por pastagens representa. Pois este tipo de ocupação interfere diretamente no desequilíbrio ambiental, impossibilitando uma satisfatória proteção do solo.

Outra categoria de relevante destaque foi a agricultura, ocupando 28% da bacia. Estas informações permitem concluir que a influência antrópica é muito intensa na área de estudo e, também que a organização sócio-espacial da bacia é condicionada pela sua realidade morfofodinâmica. Estas áreas ocupadas predominantemente por pastagens e agricultura, situam-se nos intervalos de declive que vão de 0 a 13%, o que exige pouca utilização de implementos tecnológicos.

As áreas ocupadas por silvicultura, embora tenham apresentado uma pequena porcentagem (2,1%), merecem destaque, pois mostra uma diversificação das atividades antrópicas na bacia. Atualmente o município de Sacramento está investindo mais na extração madeireira, a partir das espécies introduzidas (pinus e eucalipto). Essas espécies são facilmente reflorestadas e adaptadas às condições de cerrado, e em muitos locais se localizam em áreas anteriormente desocupadas e em processo de degradação, podendo oferecer cobertura para o solo, mesmo que seja como medida compensatória. Apesar disso, muitos estudos indicam que em grandes áreas, a silvicultura pode exercer influência no microclima, regime hídrico e fauna da região (ROSA, 2003).

Quando se analisa a cobertura vegetal natural da BHRB, percebe-se que a mesma vem se tornando cada vez mais escassa, e atualmente (Cf. Tabela 3) menos de 25% de sua área, é composta pelas variações fisionômicas naturais do cerrado. Isto mostra que, tanto as áreas destinadas à Preservação Permanente (APPs), quanto as áreas de Reserva Legal, não estão em conformidade com a legislação ambiental.

A preservação da cobertura vegetal, tanto nas propriedades rurais quanto na área urbana da bacia, é um fator importante para o equilíbrio ambiental e permanência dos recursos naturais renováveis. É necessário considerar que a qualidade do meio ambiente constitui fator determinante para o bem-estar social, sucesso das atividades econômicas, e qualidade dos recursos ambientais. A qualidade ambiental representa as condições do ambiente segundo um conjunto de normas e padrões pré-estabelecidos. Sobre isso, a Resolução CONAMA nº. 001/1986, em seu art. 1º, define que:

“[...] impacto ambiental é qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que direta ou indiretamente, afetam: I – a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II – as atividades sociais e econômicas; III – a biota; IV – as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V – a qualidade dos recursos ambientais”.

Neste sentido, entende-se que os processos de ocupação na bacia, aceleram os fatores que desencadeiam os impactos ambientais, pois, ao retirar a vegetação natural do ambiente, o solo torna-se exposto às intempéries climáticas, facilitando a ocorrência de problemas relativos à erosão, e conseqüentemente empobrecendo e desvalorizando o solo.

As informações de uso da terra e cobertura vegetal, juntamente com as informações de declividade e dinâmica hidrológica da BHRB, serviram de base para indicar que a área apresenta um alto potencial agrícola, o que se justifica também pelo fato de 72,4% de suas terras serem ocupadas por atividades antrópicas (pastagem e agricultura). Porém, é necessário destacar que as mesmas devem ser adequadamente planejadas, e respeitem a legislação ambiental vigente, com a adoção de práticas conservacionistas que utilizam racionalmente as terras da bacia.

Para melhor compreensão sobre a distribuição das categorias de acordo com a declividade, foi necessário cruzar as informações do mapa de declividade com o mapa de uso da terra e cobertura vegetal, no software Idrisi 32. Desse modo quantificaram-se os usos de acordo com a declividade (Cf. Tabela 4), tornando-se possível propor o uso racional das terras da BHRB.

TABELA 4

Área ocupada pelas categorias de uso da terra e cobertura vegetal de acordo com a declividade na BHRB (MG) - 2009

Nível de Declive (%)	ÁREA OCUPADA PELAS CATEGORIAS																					
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11	
	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%
0 a 3	1,32	0,37	0,76	0,21	0,89	0,25	0,37	0,10	0,42	0,12	0,08	0,02	1,81	0,51	29,09	8,13	11,89	3,32	1,41	0,39	0,01	0,0
3 a 8	11,60	3,24	2,34	0,65	2,86	0,80	3,83	1,07	9,62	2,69	2,11	0,59	4,16	1,16	71,47	19,97	41,96	11,73	3,38	0,94	0,36	0,1
8 a 13	16,71	4,67	3,56	0,99	10,07	2,81	2,85	0,80	1,05	0,29	0,18	0,05	1,55	0,43	28,49	7,96	33,87	9,47	1,36	0,38	0,01	0,0
13 a 20	3,79	1,06	4,81	1,34	3,85	1,08	2,93	0,82	0,32	0,09	-	-	-	-	26,58	7,43	9,08	2,54	0,17	0,05	-	-
20 a 45	0,54	0,15	-	-	0,83	0,23	0,78	0,22	0,09	0,02	-	-	-	-	1,73	0,48	0,88	0,25	-	-	-	-
TOTAL	33,96	9,49	11,47	3,21	18,50	5,17	10,75	3,00	11,50	3,21	2,37	0,66	7,52	2,10	157,36	43,98	97,68	27,30	6,32	1,77	0,38	0,11

Nota: 1-Mata Ciliar; 2-Cerradão; 3-Cerrado; 4-Campo Sujo; 5-Campo Rupestre; 6-Campo Limpo; 7- Florestamento; 8-Pastagem; 9-Agricultura; 10-Mancha Urbana; 11-Influência Urbana (-) ausência da categoria.

Org.: FLORÊNCIO, B.A.B., 2009.

De acordo com a Tabela 4, a agricultura ocupou 24,52% das áreas com declives que variam entre 3 a 13%, esta ocupação deve-se ao fato de que nesse intervalo de declive, o relevo é favorável às práticas agrícolas, exigindo para tanto, poucas técnicas de conservação do solo. Já a pastagem ocupou em sua maioria uma declividade que varia entre 0 e 20%, ou seja, 43,49% das áreas ocupadas por pastagens se concentram neste intervalo de declive. Isto pode ser explicado pelo fato destas áreas apresentarem um relevo que varia entre plano e ondulado (Cf. Tabela 2), facilitando a pecuária, atividade que não exige grande investimento tecnológico e pouca mecanização.

No entanto, percebe-se que as atividades antrópicas, especialmente a agricultura e a pecuária, também ocupam as áreas com maior declividade (entre 20 e 45%) o que não é recomendado, e não está em conformidade com a Lei nº. 4.771/1965; pois tais áreas deveriam ser destinadas à Preservação Permanente e Reserva Legal. Analisando o mapa de Uso da Terra e Cobertura Vegetal, também foi observado que as áreas às margens dos rios são ocupadas por agricultura e pastagem, atividades que se não forem planejadas adequadamente podem causar deterioração e exaustão dos cursos d'água, além de não respeitarem a legislação ambiental.

5 CONCLUSÃO

O Ribeirão Borá possui uma extensão de 38,85 km, e sua bacia drena terras de dois municípios mineiros (Sacramento e Conquista). De acordo com os dados morfométricos calculados, conclui-se que o formato alongado da bacia, juntamente com o alto valor de sinuosidade (1,86) e declividade média (10,86%), revelam que a área não apresenta tendências para a ocorrência de enchentes, embora a densidade de drenagem (0,85 km/km²) tenha apresentado um baixo valor.

A partir do cálculo “coeficiente de rugosidade” (9,26), infere-se que a BHRB apresenta um bom potencial agrícola. Sabe-se que na área existe grande parte ocupada por esta atividade (28%), embora a exploração por pastagens (44,4%) seja mais empregada, devido à alta produção leiteira e ao nível de tecnologia menos exigente.

O cálculo de vazão específica média para a BHRB, confirma que existe em média um volume de água na ordem de 32.187,62 m³/h. Esses valores correspondem à quantidade de água disponível para todas as atividades que são realizadas na bacia. No entanto, existe um período crítico durante a estação chuvosa (Cf. Tabela 1), especialmente no mês de outubro, cujos valores ficam próximos aos das médias das vazões do período seco (abril a setembro); podendo causar problemas de abastecimento na cidade de Sacramento, e comprometer as demais atividades na bacia.

Além da agricultura, pecuária e abastecimento, os dados de vazão média mensal estimados para a BHRB, forneceram subsídios que permitem concluir que a oferta de água no interior da bacia, durante o período analisado, apresenta-se suficiente para suprir suas atividades econômicas e necessidades humanas, podendo com tranquilidade, durante todo o ano, usufruir-se de grande quantidade de água, desde que haja um planejamento adequado para a execução dessas atividades. No entanto, é necessário ressaltar a importância da atuação de

um sistema de gestão dos recursos hídricos que colabore com a preservação dos mesmos, a partir do desenvolvimento de atividades compatíveis com a realidade da bacia.

Nesse sentido, a gestão consciente do uso das águas na BHRB, deve e precisa contar com o auxílio dos produtores que, por meio de medidas mitigadoras, e em concordância com os requisitos legais, constituem condições primordiais pelas leis ambientais vigentes para a conservação dos recursos hídricos.

Para ampliar a produção e a produtividade na bacia, aconselha-se que o produtor implante em sua propriedade estações termo-pluviométricas, que irão quantificar a real necessidade de reposição hídrica das culturas e, demonstrarão como o homem pode utilizar melhor a água evitando desperdícios e conflitos entre usuários.

Com relação à declividade verificou-se que a maior parte da BHRB apresenta intervalos de declives que variam entre 3 e 8% (58%), correspondendo a um relevo suave ondulado, o que significa que a área possui inclinações favoráveis às práticas agrícolas. A área da bacia possui a maior parte ocupada por atividades antrópicas (72,4%), inclusive nas áreas com declividades superiores a 20%, as quais estão localizadas próximas aos cursos d'água, e deveriam ser destinadas a Preservação Permanente. A produtividade agrícola nessas áreas pode apresentar-se baixa, devido à dificuldade de empregar práticas mecanizadas de manejo e conservação do solo.

Pela análise do mapa de Uso da Terra e Cobertura Vegetal (Cf. Mapa 3), percebe-se que a BHRB vem sendo cada vez mais ocupada por atividades antrópicas, substituindo a vegetação natural, que atualmente ocupa menos de 25% de sua área, e se encontra em risco por estar localizada em locais de baixo declive (0 a 13%), comprometendo sua preservação e conservação, pois futuramente essas áreas poderão ser ocupadas por atividades antrópicas.

Nesse sentido, como proposta para melhor utilização e desenvolvimento das potencialidades das terras da bacia, sugere-se que os produtores e pecuaristas, respeitem as áreas de Reserva Legal e de Preservação Permanente. Isto porque além de garantirem a sobrevivência das espécies nativas, estarão também garantindo a oferta de água, e o sucesso de seus cultivos; uma vez que o clima local é diretamente modificado pelas ações que o homem realiza no ambiente.

Por último, comenta-se que a metodologia adotada mostrou-se satisfatória, permitindo o levantamento, organização e integração dos dados. As variáveis do meio físico analisadas (declividade e dinâmica hidrológica) serviram para melhor entendimento em relação ao comportamento morfodinâmico da paisagem, e disponibilidade de água para uso, ambos associados às diversas formas de uso e ocupação das terras da bacia hidrográfica do Ribeirão Borá.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Prefeitura Municipal de Sacramento (PMS) pelos dados fornecidos. A primeira autora agradece também a CAPES (Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa e incentivo à pesquisa.

REFERÊNCIAS

AB' SABER, Aziz Nacib. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 159 p.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Sistema de Informações Hidrológicas (HIDROWEB/ANA)** Disponível em: <www.ana.gov.br>. Acesso: março de 2010.

ANDERSON, L. O et al. Utilização de dados multitemporais do sensor MODIS para o mapeamento da cobertura e uso da terra. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia, **Anais...** Goiânia, 2005. p. 3443-3450.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**; tradução de Maria Juraci Zani dos santos. 6ª edição. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. 332 p.

BELTRAME, A. da. V. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas**: modelo e aplicação. Florianópolis. Ed. Da UFSC, 1994. 112p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

_____. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1999. 236 p.

CETEC. **Fundação Centro Tecnológico**: diagnóstico ambiental do Estado de Minas Gerais (série de publicações técnicas). Belo Horizonte, 1983. 1 v., 158 p.

FERREIRA, D., ASSUNÇÃO, W. L. Abordagem preliminar sobre o regime pluviométrico no município de Sacramento (MG). In: **III Simpósio Regional de Geografia**: "Cultura e Meio Ambiente das Gentes do Cerrado". Uberlândia/MG, 2004. P.01-07.

GUERRA, A. J. T.; BOTELHO, R. G. M Encostas e questão ambiental. In: CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. (Orgs.). **A questão ambiental: diferentes abordagens**. Rio de Janeiro, B. Brasil, 2003, p.191-218.

GUERRA, A. J. T. e CUNHA, Sandra B. (Orgs.). **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. 372 p.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso: agosto de 2008.

LAMONICA, Maurício Nunes. **Impactos e reestruturação da gestão dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do Rio São João – RJ**. Universidade Federal Fluminense Niterói – RJ, 2002.

Lei nº. 4.771/1965 – **Código Florestal Brasileiro**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771.htm>. Acesso: janeiro de 2010.

Lei nº. 9.433/1997 – **Política Nacional dos Recursos Hídricos**. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/leis/L9433.htm>>. Acesso: novembro de 2009.

Lei nº. 001/1986 - **Resolução CONAMA**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=23>>. Acesso: setembro de 2009.

LIMA, J.E.F.W.; SILVA, E.M. da.; SILVA, F.A.M. da.; MÜLLER, A.G.; SANO, E.E. Variabilidade espaço-temporal da vazão específica média no Estado de Goiás. In: **IX Simpósio Nacional do Cerrado**: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais. Brasília, DF. 2008. P. 1-6.

PMS. **Prefeitura Municipal de Sacramento – Inventário Cultural**. 2006.

_____. Site Oficial. **História do município de Sacramento/MG**. Disponível em: <<http://www.sacramento.com.br/historia.htm>>. Acesso: março de 2009.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K.J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3ª ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1994. 65 p.

ROCHA, J.S.M; KURTZ, S.M.J.M. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas**. 5ª edição. Santa Maria: Edições UFSM CCR/UFSM, 2001. 302 p.

ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. 5ª Edição Revisada. Uberlândia: EDUFU, 2003. 228 p.

SAAE. **Serviço Autônomo de água e esgoto**. Disponível em: <<http://www.saaesac.com.br/>> Acesso: abril de 2010.

_____. **Estudo de viabilidade para o abastecimento por gravidade** (dados sobre a cidade e o município). Vol. 1, Parte 1. Escritório Técnico de Engenharia, 1994. 60 p.

SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (SEDE). **Minas em Números**. Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.mg.gov.br>>. Acesso: janeiro de 2010.

TEODORO, V.L.I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D.J.L.; FULLER, B.B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. In: **Revista Uniara**, número 20, 2007. P. 137-157.

VIEIRA, L. S. **Manual da Ciência do Solo com Ênfase em Solos Tropicais**. São Paulo: Agronômica Ceres. 1988, 464 p.

VILLELA, S.M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGRAWHill do Brasil, 1975. 245p.

WEBER, E.; HASENACK, H.; FERREIRA, C.J.S. **Adaptação do modelo digital de elevação do SRTM para o sistema de referência oficial brasileiro e recorte por unidade da federação**. Porto Alegre, 2004. UFRGS Centro de Ecologia. Disponível em: <<<http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo>>> Acesso em 2009.