

ANÁLISE HIDROLÓGICA DAS NASCENTES DA BACIA DO ALTO CURSO DO RIO UBERABA

Vera Lúcia Abdala

Profa. MSc. Geografia do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia Triângulo Mineiro
vlabdala@uol.com.br

Jose Luiz Rodrigues Torres

Pesquisador do CEFET-Uberaba-MG
Prof. jlrtorres@terra.com.br

Antônio Carlos Barreto

Prof. Dr. em Engenharia Agrícola do IFET-Uberaba-MG

RESUMO

A qualidade e a quantidade de água de uma região são determinadas pelos processos naturais e pela influência antrópica nas áreas de recarga das nascentes. O objetivo deste estudo foi mapear a rede de drenagem e realizar a análise hidrológica das nascentes dos principais córregos da área de proteção ambiental (APA) do rio Uberaba. Utilizou-se carta topográfica do IBGE (Folha Uberaba), na escala 1:100.000, em formato digital, imagem Landsat 7 ETM+, bandas 3R, 4G e 7B, resolução 30 m, projeção ortogonal e CIBERS. Utilizou-se o Sistema de Informação Geográfico (SIG), processamento digital de margens (PDI) e os Softwares SPRING, ENVI 4.0 e AutoCadMap2000i. O sistema de drenagem da área de proteção ambiental (APA) do rio Uberaba apresenta ramificações de primeira e segunda ordem, principalmente nas bordas da chapada; a rede de drenagem da bacia caracteriza-se por ter um padrão dendrítico; as declividades predominantes na APA do rio Uberaba são menores que 10%; a sustentação hídrica do rio Uberaba no período da seca é feita pelos córregos que tem nascentes na borda da chapada.

Palavras-chave: Microbacia hidrográfica, Área de proteção ambiental, Cerrado.

HYDROLOGY SPRINGS ANALYSIS OF THE BASIN OF RIO UBERABA'S HIGH COURSE

ABSTRACT

The quality and quantity of water in a region are determined by natural processes and human influence in the areas of the springs recharge. The objective of this study was to map the drainage system and perform the hidrologic analysis of water streams in the area of environmental protection (APA) of the Uberaba River. Topographical letter of IBGE (Folha Uberaba) was used, in the scale 1:100,000, in digital form, image, Landsat 7 ETM +, bands 3R, 4G and 7B, resolution 30 m, projection ortogonal and CIBERS. It was used the Geographic Information System (GIS), digital processing margins (DPM) and the software SPRING, ENVI 4.0 and AutoCadMap2000i. The drainage system in the area of environmental protection (APA) of the Uberaba River presents ramifications of first and second order, especially at the edges of the plateau; the drainage network of the basin is characterized by having a dendritic pattern; the predominant steepness in APA of the river Uberaba are smaller than 10%; the support Uberaba river water during the drought is made by the streams that spring is on the edge of the plateau.

Key words: Microbasin, The environmental protection area, Cerrado.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o país com a maior disponibilidade hídrica do mundo. Somando-se as vazões de todos os rios existentes no planeta ($42.600 \text{ km}^3 \text{ ano}^{-1}$), cerca de 19% deste montante ($8.130 \text{ km}^3 \text{ ano}^{-1}$) flui sobre solo brasileiro, mesmo assim, o país ainda apresenta problemas de escassez hídrica e conflitos pelo uso da água em alguma de suas regiões.

Recebido em 21/07/2008

Aprovado para publicação em 07/07/2009

As áreas sob o bioma de cerrado estão distribuídas por quase todas as bacias hidrográficas brasileiras, quase sempre a montante dessas bacias, em regiões de nascentes ou de cabeceiras. No caso da bacia do Rio São Francisco, o Estado de Minas Gerais é responsável por cerca de 70% da vazão gerada em toda sua extensão, mesmo ocupando apenas 47% de sua área, responde por cerca de 94 % da vazão em sua foz (LIMA & SILVA, 2008).

A bacia hidrográfica ou de drenagem são compostas pelo rio principal e seus tributários, sendo limitadas pelos seus divisores de água, podendo ser delimitada sobre uma base cartográfica que contenha cotas altimétricas, como as fotografias aéreas ou a partir de imagens de satélite, porém sua precisão fica a cargo da qualidade e riqueza de informações da imagem considerada (ROCHA & KURTS, 2001). Baruqui & Fernandes (1985) destacam que as bacias são os ecossistemas adequados para avaliação dos impactos causados pela atividade antrópica, os quais podem acarretar riscos ao equilíbrio e a manutenção da quantidade e qualidade da água, uma vez que estas variáveis estão correlacionadas com o uso do solo.

A qualidade e a quantidade de água de uma região são determinadas pelos processos naturais (intensidade de precipitações, intemperismo, cobertura vegetal) e pela influência antrópica (agricultura, concentração urbana, atividade industrial e uso excessivo da água) (ANDRADE et al., 2007). Com relação às nascentes, a declividade, o tipo e uso de solo nas áreas de recarga, influenciam no armazenamento de água subterrânea, no regime da nascente e dos cursos d'água (PINTO et al., 2004).

A quantificação da disponibilidade hídrica de uma bacia serve de base para projeto e planejamento da disponibilidade dos recursos hídricos de uma determinada área de abrangência. Para tanto, é preciso expressar, quantitativamente, todas as características de forma, de processos e de suas inter-relações (TONELLO et al., 2006). Christofletti (1974) destaca que a análise dos aspectos relacionados à rede de drenagem, relevo e geologia podem elucidar diversas questões associadas à dinâmica ambiental local.

As características físicas de uma bacia são elementos importantes na avaliação do seu comportamento hidrológico, pois, ao estabelecerem-se relações e comparações entre eles e dados hidrológicos conhecidos, podem-se determinar indiretamente os valores hidrológicos em locais nos quais faltem dados (VILLELA & MATOS, 1975).

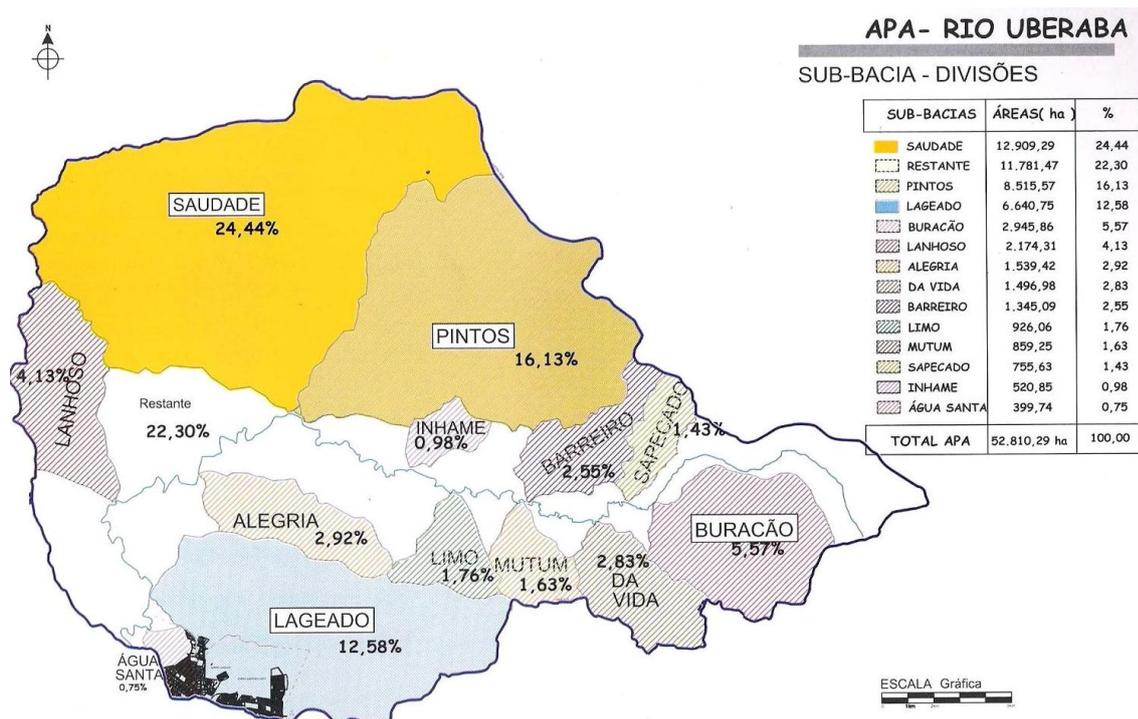
Em Minas Gerais predominam os Latossolos sob o bioma cerrado. As formas de relevo predominantes nestes solos são conhecidas regionalmente como chapadas, que apresentam superfície plana a suave-ondulada (REATTO et al., 2008), entretanto é uma região que apresenta contrastes fisiográficos e bióticos. Em algumas partes do Estado estas áreas vêm sendo intensamente ocupadas por pastagens, agricultura intensiva e mecanizada, o qual tem possibilitado a ocorrência de processos erosivos, o assoreamento dos córregos (LEPSCH, 1975) e conseqüentemente a diminuição do volume de água de alguns mananciais hídricos. Diante deste contexto, o presente estudo teve objetivo de mapear a rede de drenagem e realizar a análise hidrológica das nascentes dos principais córregos da área de proteção ambiental (APA) do rio Uberaba.

MATERIAL E METODOS

Localização

O estudo foi desenvolvido no período de maio a junho de 2005 no município de Uberaba-MG, que está situado na microrregião do Triângulo Mineiro, entre as coordenadas de 19° 39' 10'' S e 47° 57' 18'' W. A sede do Município está a 764 m de altitude, sendo que a altitude máxima é de 1.031 m e a mínima de 522 m, ocupando uma área de 4.536,63 km², dos quais apenas 256 km² são ocupados pelo perímetro urbano (UBERABA, 2006). A bacia do alto curso do rio Uberaba corresponde a área de proteção ambiental (APA) do rio Uberaba ocupara uma área de aproximadamente 528 km², entre as coordenadas geográficas 19° 30' e 19° 19' sul e 47° 57' e 48° 00' oeste de Greenwich (Figura 1) (SEMEA, 2004). A nascente do rio Uberaba localiza-se em uma região de chapada a uma altitude de 1.012 metros, nas proximidades da BR 262, O canal principal do rio Uberaba tem 140 km de extensão da nascente à foz.

Nishyama (1998) destaca que o município de Uberaba faz parte da grande unidade de relevo do planalto arenítico-basáltico da Bacia do Paraná. Com base na geologia regional, os solos possuem as seguintes características: arenosos residuais da Formação Uberaba e Marília; argilosos residuais da Formação Serra Geral. A topografia é caracterizada por superfícies planas ou ligeiramente ondulada. Segundo a Embrapa (1982), os solos predominantes na região do Triângulo Mineiro são os Latossolos e os Argissolos com diferentes graus de fertilidade.



FONTE:(SEMEA, 2004).

Figura 1 - APA do rio Uberaba onde estão destacados os córregos com maior volume de água

Com relação ao clima na região, Gomes (1982) destaca que o inverno é frio e seco, tendo verão quente e chuvoso. O regime pluviométrico caracteriza-se por um período chuvoso de seis a sete meses, de outubro até março, sendo setembro e abril (ou maio) meses de transição e seco. Algumas áreas do Triângulo Mineiro apresentam temperatura (máxima e mínima) e precipitação média anual de 29°C, 16,9°C e 1639,6 mm, respectivamente (ABDALA, 2005).

MATERIAIS UTILIZADOS

Para elaboração do mapas na bacia do alto curso do rio Uberaba, foram utilizados os seguintes materiais:

- Carta topográfica do IBGE, do ano de 1.972 (Folha Uberaba), na escala 1:100.000, em formato digital, levantadas e digitadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2004).;
- Imagem de Satélite: Landsat 7 ETM+, bandas 3R, 4G e 7B, resolução 30 m, 11/10/2002; projeção Ortogonal e CIBERS de 08/09/2004. Bandas 2, 3 e 4; INPE.
- As ferramentas de Sistema de Informação Geográfico (SIG), processamento digital de margens (PDI) e desenho assistido por computador (CAD) utilizado foram o SPRING, ENVI 4.0, AutoCadMap2000i. Com estes Softwares é possível combinar funções de processamento de imagens, análise espacial e modelagem numérica do terreno (BRITO et al., 2005)

Para geração dos mapas na bacia do alto curso do rio Uberaba, foram utilizados os seguintes procedimentos:

Para a geração da base georeferenciada, a folha topográfica foi obtida a partir do processo de captura da imagem utilizando um aparelho scanner. Desta forma a folha topográfica foi transformada em um formato digital Raster (Matricial) no qual foram realizados tratamentos no brilho, contraste espaço útil necessários para a realização da adequação cartográfica da base iniciando o processo de ajuste geográfico (georeferenciamento) da base cartográfica.

A seguir, foi realizado o georeferenciamento da folha de Uberaba, processo que consistiu em estabelecer uma correlação entre pontos de controle do arquivo raster (matricial) e suas respectivas coordenadas latitudinais e longitudinais no espaço geográfico do mapa (coordenadas X, Y), de acordo com o sistema de projeção cartográfica adotada (UTM). Esse processo permitiu que as coordenadas da imagem obtidas por scanner fossem ajustadas às coordenadas do mundo real. No final da coleta dos pontos, o erro médio quadrático (RMS) foi sempre menor do que $\frac{1}{2}$ pixel sendo mais exato com o valor de 0,437 pixel, considerando que a resolução adotada para o processo foi de 30.000 x 30.000.

A imagem de satélite Landsat foi utilizada como base para ordenar a confecção dos demais mapas. Para a geração do mapa de drenagem foi traçado o limite da bacia do alto curso do rio Uberaba a partir da base georeferenciada da folha de Uberaba. Neste processo utilizou-se o software AutoCadMap2000i. No ambiente do AutoCad foram criados os Layers correspondentes ao limite da bacia, estradas infra-estrutura e drenagem. Foi utilizada uma cena CIBERS na qual foi realizado o ajuste geométrico baseado nas precisões cartográfica da folha de Uberaba do IBGE. O ajuste foi realizado no software de processamento de imagens ENVI 4.0 no qual foi configurada uma resolução de projeto de 30.000 x 30.000. O sistema de projeção geográfico adotado para o projeto foi o UTM com o DATUM de referência em SAD 69. O RMS de ajuste da Imagem ficou na ordem de 0,437 pixel, considerando que o valor de um pixel para o projeto possui uma resolução espacial de 30 x 30 metros. Terminada a etapa de ajuste da cena CIBERS no ambiente computacional do software ENVI 4.0, a imagem foi exportada em formato geotiff para o programa AutoCadMap2000i.

A hierarquia fluvial consiste no processo de se estabelecer a classificação de determinado curso de água no conjunto total da bacia hidrográfica na qual se encontra, para facilitar o seu estudo morfométrico (análise linear, areal e hipsométrica) (CHRISTOFOLETTI, 1974). Estas classes receberam um valor referente ao grau de ordenação que pertenciam os canais dispostos na carta base, tornando possível sua hierarquização. Os menores canais, sem tributários considerados de primeira ordem. Os canais de segunda ordem surgem da confluência de dois canais de primeira ordem, só recebendo afluentes de primeira ordem; os canais de terceira ordem surgem da confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber afluentes de segunda e primeira ordens (STRAHLER, 1952).

Para gerar o mapa de ordem dos canais foi utilizado o software AutoCadMap2000i no qual foi realizado o processo manual de classificação dos canais de drenagem segundo sua ordem de grandeza. Os canais de drenagem de 3ª, 4ª e 5ª ordem foram digitalizados a partir da folha topográfica do IBGE e os canais de primeira e segunda ordem foram extraídos da Cena CIBERS realizando assim um maior detalhamento dos canais de primeira ordem da rede hidrográfica da área de estudo.

Utilizou-se a sobreposição dos mapas de rede de drenagem e ordem dos canais, sendo estes dados transferidos para papel milimetrado e efetuado a contagem dos canais de 1ª ordem por quilometro quadrado (km²). A seguir, os dados foram escaneados e exportados para o software AutoCadMap2000i. O procedimento para a geração do mapa de isoconcentração de nascentes foi à geração de quadriculas que possuem uma dimensão de 1 km x 1 km nas quais se realizou o preenchimento de sólidos de acordo com a sua respectiva concentração de canais de primeira ordem estabelecida.

O mapa geológico foi elaborado utilizando imagem de satélite Landsat, a partir de um fluxograma proposto (Figura 2), com auxílio dos softwares ENVI 4.0 e AutoCadMap2000i. As formações geológicas Marília, Uberaba e Serra Geral juntamente com a cobertura Cenozóica, foram descritas na parte referente à geologia da APA do rio Uberaba de acordo Barcelos (1984) e Nishiyama (1998).

A medição da vazão dos córregos nas microbacias da APA do rio Uberaba foi realizada utilizando o método do flutuador, conforme descrito por Mauro (2003). Foram definidos oito pontos para medição de vazão, que foram selecionados levando-se em conta a localização na carta topográfica do município de Uberaba: 1 - Rio Uberaba nas proximidades da nascente, balizado entre as coordenadas de 19°39'25,5" S e 47°42'15,4" W a uma altitude de 979 metros; Córrego Buracão no encontro dos córregos Pindaíba e Carioca, balizados entre as coordenadas de 19°40'36,1" S e 47°44'35,2" W a uma altitude de 850 metros; 3 - Córrego da Vida balizado entre as coordenadas de 19°40'30,7" S e 47°45'55,2" W; 4 - Rio Uberaba (Santa Rosa), balizados entre as coordenadas de 19°39'40 S e 7°49'22,5" W, com 807 metros de altitude; 5 - Córrego Lajeado, balizados entre as coordenadas de 19°42'40,4" S e 47°57'01,7" W, com 760 metros de altitude; 6 - Córrego dos Pintos, balizados entre as coordenadas de 19°38'13,2" S e 47°52'12,6" W, com 782 metros de altitude; 7 - Córrego Borá, balizados entre as coordenadas de 19°35'18" S e 47°54'51" W, com 799 metros de altitude; 8 - rio Uberaba, balizados entre as coordenadas de 19°40'08" S e 47°56'41" W, com 739 metros de altitude. Nesta parte do rio, o leito deste está sobre o basalto.

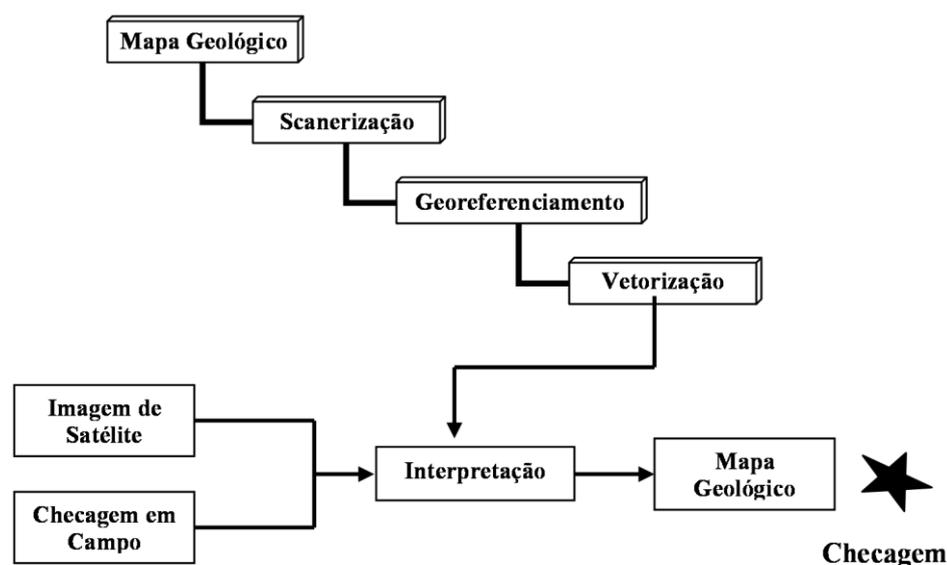


Figura 2 - Fluxograma de produção do mapa Geológico da bacia do alto curso do rio Uberaba.

Para a geração do mapa de pontos de vazão foi utilizado o software AutoCadMap2000i no qual foram inseridas as coordenadas geográficas obtidas em campo representativas dos locais em que foram realizadas as amostragens.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema de drenagem, de acordo com a hierarquia de Strahler (1952), apresenta, em sua grande maioria, ramificação de primeira e segunda ordem, principalmente nas bordas da chapada (Figura 3). Segundo Tonello (2006), ordem inferior ou igual a quatro é comum em pequenas bacias hidrográficas e reflete os efeitos diretos do uso da terra, pois quanto mais ramificada a rede, mais eficiente será o sistema de drenagem. A rede de drenagem da bacia caracteriza-se por ter um padrão dendrítico. Soares (2000) destaca que esse padrão dendrítico ocorre em terras altas, os quais o regolito e a rocha mãe oferecem uma resistência relativamente uniforme a erosão.

Através do mapa de rede de drenagem e ordem dos canais pode-se gerar o mapa de isoconcentração das nascentes da APA do rio Uberaba (Figura 4). Neste, observa-se que ocorre um maior número de nascentes concentradas nas áreas de maior altitude, na chapada ou nas proximidades desta. Castro & Lopes (2001) destacam que as condições climáticas destas áreas, onde a precipitação normalmente excede a evapotranspiração, ocasionando, dessa forma, um suprimento de água que mantém o abastecimento regular dos aquíferos responsáveis pelas nascentes dos cursos d'água.

A hipsometria é o meio pelo qual se determina as altitudes da terra em relação ao nível do mar. A geração de um mapa hipsométrico de determinada área possibilita verificar o índice de dissecação de um relevo e o nível de interferência nos processos erosivos, que normalmente são causados pelo escoamento superficial das águas (ROSA, 1995). Diante deste contexto definiu-se o mapa hipsométrico da APA do rio Uberaba (cf. Figura 5), este revelou que as altitudes na área variaram de 750 a mais de 1000 m. Mesmo nas imediações da cidade, nas terras ao longo do rio Uberaba e seus afluentes, as altitudes variam de 750 a 850 metros.

Sabendo-se que a declividade do terreno é expressa como a variação de altitude entre dois pontos do terreno, em relação à distância que os separa, gerou-se o mapa de declividade da microbacia (Figura 6). Neste mapa, constata-se que a maior parte da área em estudo tem declividades variando entre 0 a 5%. Em estudo semelhante em Uberlândia, Silva et al. (2000) destacaram que o topo das chapadas são os divisores de águas das bacias do rio Uberabinha e Araguari, sendo caracterizadas por declividades menores que 5%, enquanto que entre as áreas de topo e as cabeceiras de drenagem, estas declividades variam entre 5 a 10%.

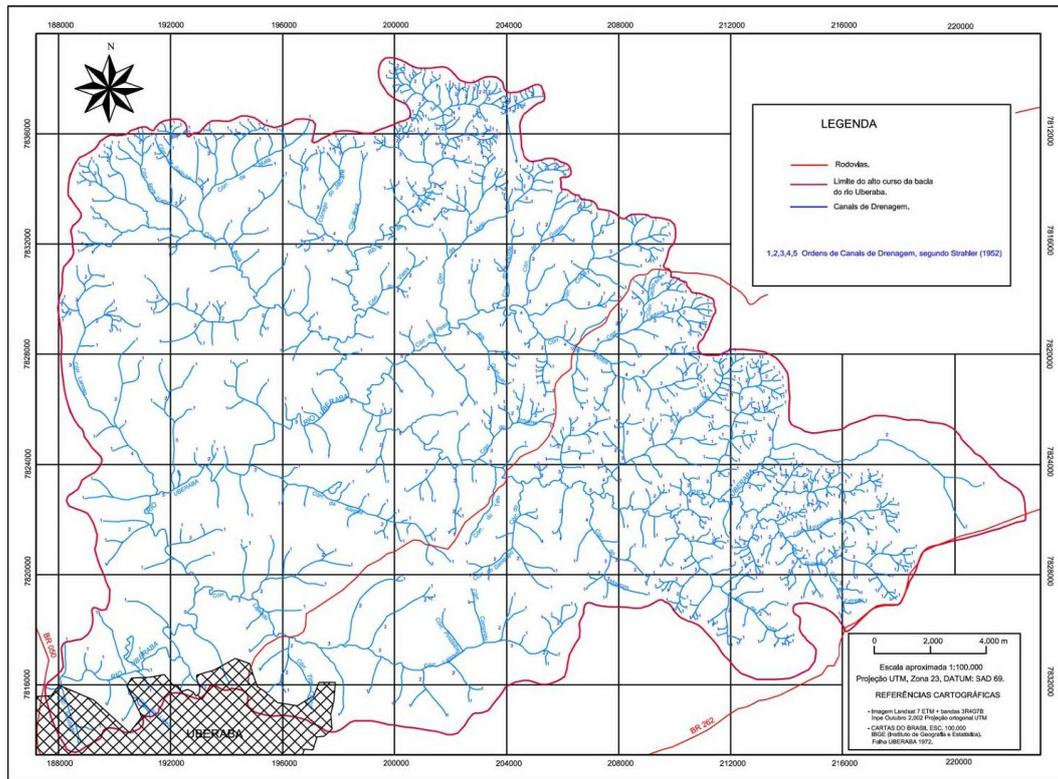


Figura 3 - Mapa de rede de drenagem e ordem dos canais de drenagem da APA do rio Uberaba.

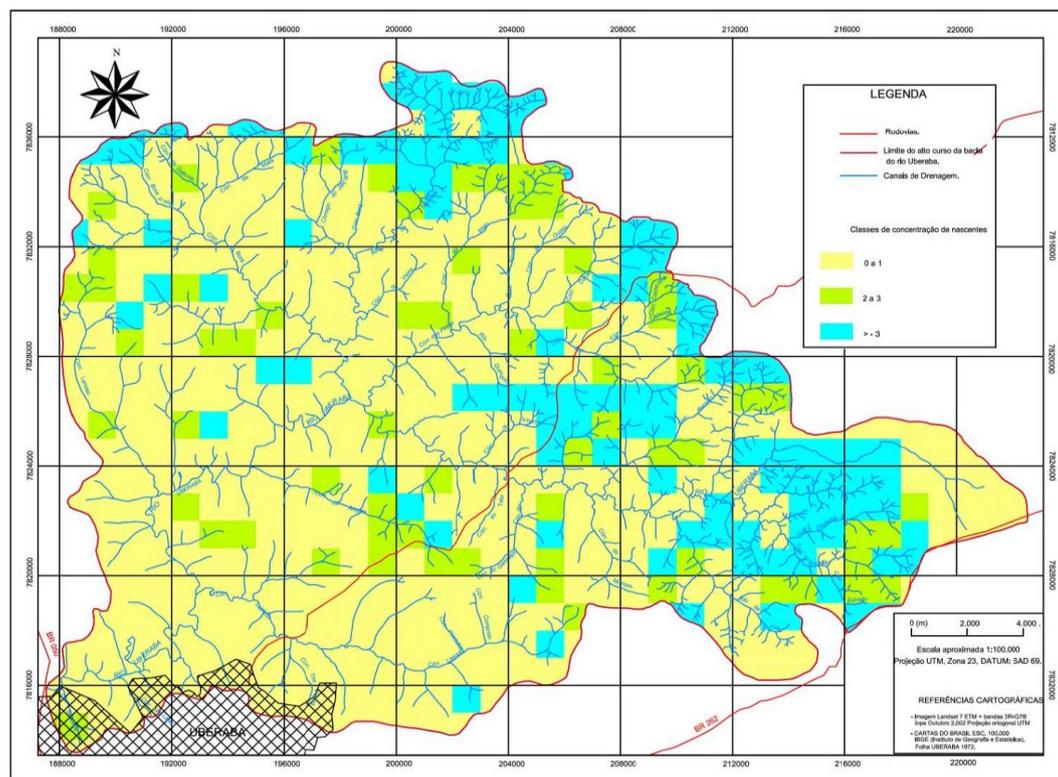


Figura 4 - Mapa de isoconcentração de nascentes da APA do rio Uberaba

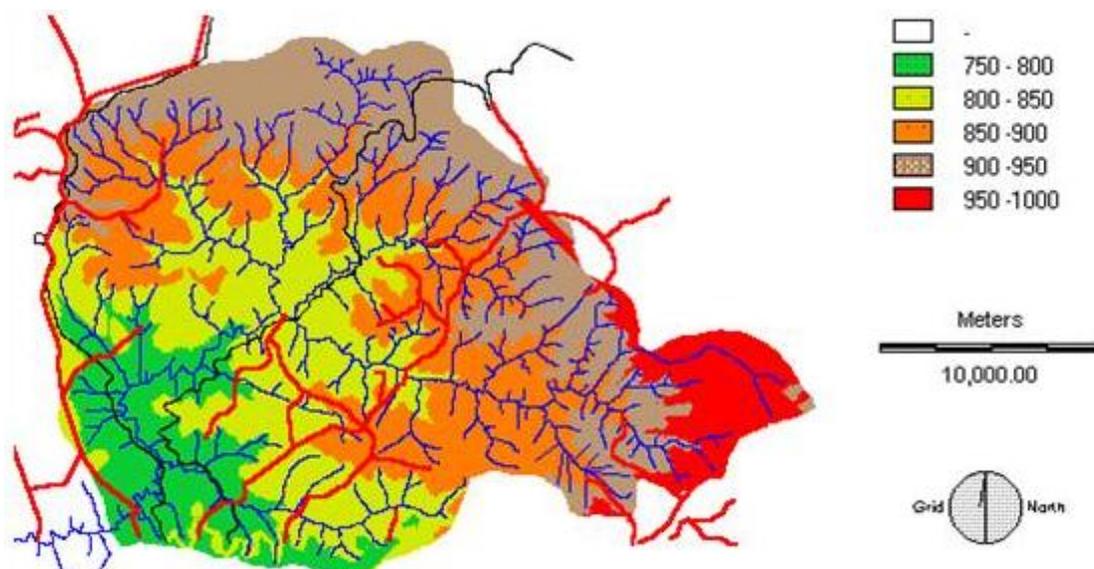


Figura 5 - Mapa de hipsometria da bacia do alto curso do rio Uberaba

Nas bordas da chapada as declividades são menores que 10% e a altitude próxima de 1000 m (Figura 5). Nestas, são encontradas a maior parte das nascentes da APA do rio Uberaba, sendo estas consideradas áreas de recarga. Segundo Pinto et al. (2004) o levantamento do uso do solo nestas áreas é importante, porque a proteção da vegetação natural no entorno das nascentes assegura a conservação de sua pereneidade e qualidade de suas águas, além disso, propicia maior infiltração das águas da chuva e conseqüente recarga do lençol freático. Utilizando a classificação proposta pela Embrapa (1979) (Tabela 1) que relaciona declividades e relevo, observa-se que a maior parte da área da APA tem relevo suave ondulado.

Mosca (2003) destaca que o relevo de uma bacia tem grande influência sobre os fatores meteorológicos e hidrológicos. Rosa et al. (1991) complementam, afirmando que o mapa de declividade do terreno, quando devidamente correlacionado a outros tipos de fenômenos topográficos, constitui-se num importante instrumento de apoio aos estudos de potencialidade de uso agrícola de uma determinada área.

Diante deste contexto, talvez possa ser explicado o forte processo de antropização que vem ocorrendo nas bordas da chapada ao longo dos anos, onde a vegetação nativa foi retirada, em sua maior parte, inicialmente para implantação de pastagem e atualmente para culturas anuais. Frascoli et al. (2000) em seu estudo destaca que chapada vem sendo ocupada desde a década de 70, principalmente pela silvicultura, pastagens e posteriormente pelas culturais anuais. Brito & Prudente (2005) observaram que esta pratica de substituição ocorreu de modo intensivo na cidade de Uberlândia, onde a diminuição da vegetação do cerrado ocorreu principalmente para a expansão agrícola na região. Estas substituições têm ocorrido, pois nestas condições de relevo, tipo de solo e clima, as produtividades de milho (MONTEZANO et al., 2008), soja (VIANA, 2008) e cana de açúcar (FIORIO et al., 2000) são elevadas.

Entretanto, estas duas culturas vêm sendo substituídas gradativamente pela cana de açúcar, principalmente por que nestas áreas a precipitação é elevada, distribuída ao longo do ano e a declividade é mínima, favorecendo todas as etapas do processo produtivo da cultura da cana mecanizada.

As condições climáticas e de relevo destas áreas são ideais para o cultivo da cultura, conforme constatado por Castro & Lopes (2001), que destacam que as áreas de altitudes elevadas tendem receber maior quantidade de precipitação, além da perda de água ser menor, pois nestas regiões, a precipitação normalmente excede a evapotranspiração, ocasionando, dessa forma, um maior suprimento de água. Estes processos de antropização que vem ocorrendo na borda da chapada causarão problemas futuros com relação aos mananciais de água, pois os canais de 1ª e 2ª ordens estão sendo comprometidos nestas áreas, pois a ocorrência de processos erosivos naturais e antrópicos na região vêm sendo acelerada, com isso tem ocorrido o comprometimento dos mananciais hídricos ali existentes.

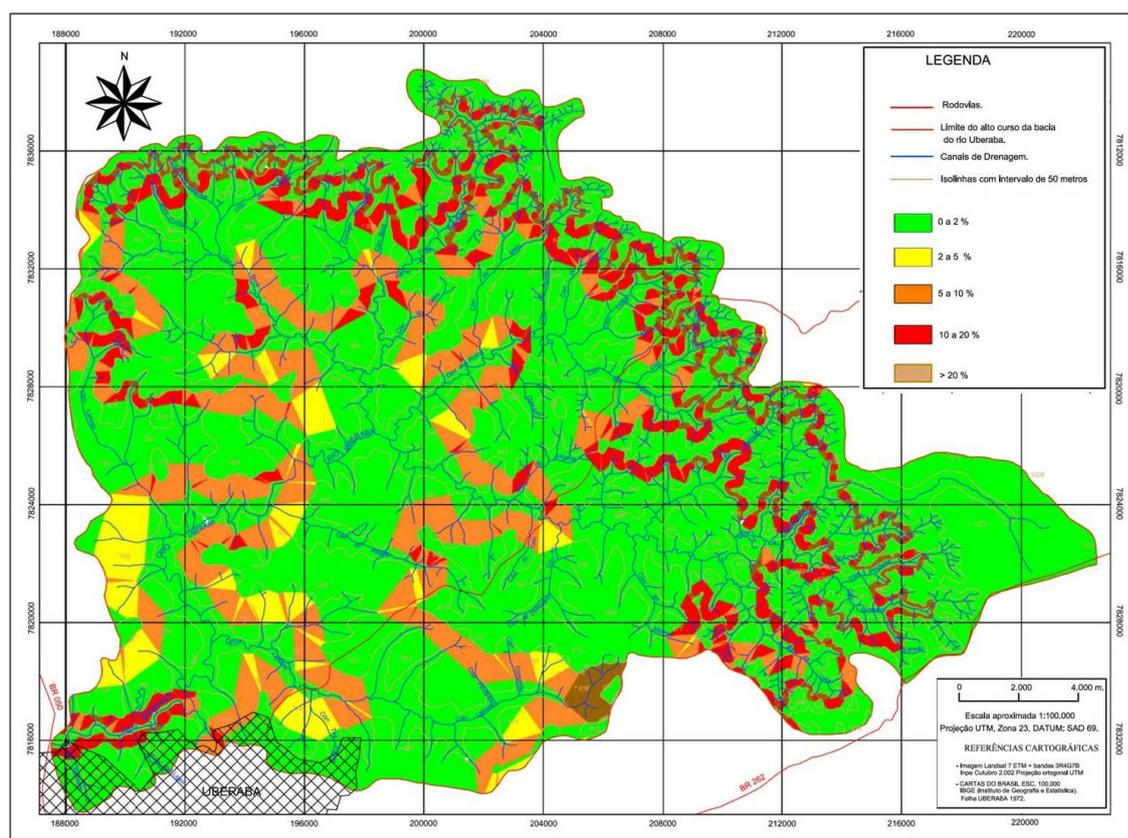


Figura 6 - Mapa de declividade da APA do rio Uberaba

Tabela 1

Classificação do relevo utilizando o critério da declividade média da bacia, proposta pela Embrapa (1979)

Declividade	Discriminação
0 – 3	Relevo plano
3 – 8	Relevo suavemente ondulado
8 – 20	Relevo ondulado
20 – 45	Relevo fortemente ondulado
45 – 75	Relevo montanhoso
> 75	Relevo fortemente montanhoso

Além disso, novas áreas vêm sendo incorporadas ao processo produtivo e nem mesmo nas proximidades da nascente a vegetação tem sido preservada, pois estas se têm misturado às culturas anuais ou pastagens. Outra situação constatada é o aumento de áreas irrigadas na região. Segundo Ongley (2001), no contexto da influência das atividades antrópicas na qualidade das águas, a agricultura é tida como a principal consumidora e uma das principais poluidoras e deterioradoras dos recursos hídricos.

Resende et al. (2002) ainda destaca que sob determinadas condições de solo e clima e o uso excessivo ou o manejo inadequado de fertilizantes, podem acarretar o enriquecimento das fontes hídricas, promovendo a eutrofização de suas águas, com sérios prejuízos ao ambiente e à própria saúde humana. Brito et al. (2005) na bacia hidrográfica do Rio Salitre, observaram que nas áreas sob influência da irrigação ocorreram aumentos significativos no pH, na condutividade elétrica da água e do extrato de saturação do solo. Com a elaboração do mapa geológico (Figura 7) pode-se observar que ocorre o predomínio da formação Marília na borda da chapada, entre as cotas altimétricas de 840 a 950 m, onde está localizada a maioria dos canais de 1ª e 2ª ordem. Nestas áreas ocorrem formas naturais de erosão, entretanto estas vêm sendo aceleradas pelo trânsito de máquinas pesadas para cultivo de milho, soja e cana de açúcar, com isso, os córregos estão passando por um processo de

assoreamento, pois na estação das chuvas esta região recebe um grande volume de água das chuvas, como pode ser comprovado pela precipitação média dos últimos 10 anos (1639,65 mm) (ABDALA, 2006).

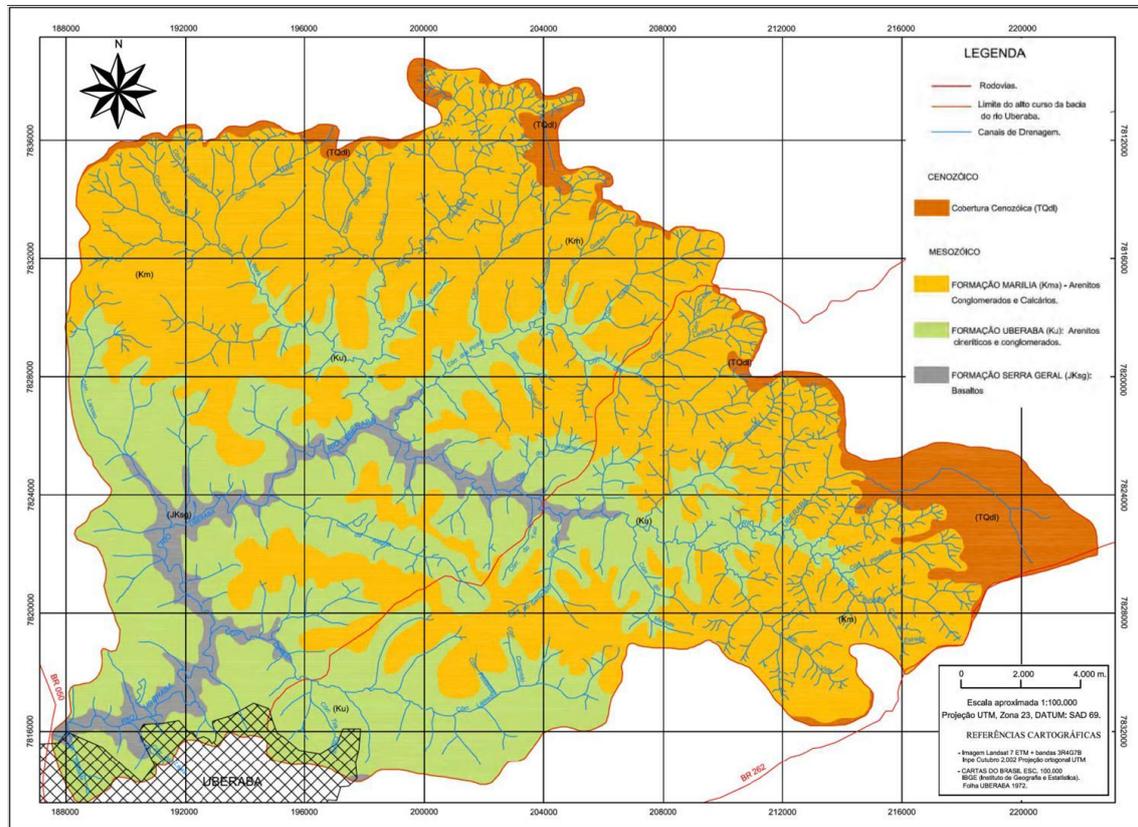


Figura 7 - Mapa geológico da APA do rio Uberaba

Acima de 950 m a formação Marília cede lugar aos sedimentos inconsolidados da cobertura Cenozóica. Silva et al. (2000) fizeram o mapeamento geotécnico da folha do córrego das moças, em Uberlândia-MG, destacaram que as áreas de relevo com topos planos de altitude desenvolvem-se entre 950 e 1050 m, que se caracterizam por apresentar vales espaçados, baixa densidade de canais fluviais e vertentes com declividades variando entre 3 e 5%. São áreas sustentadas pelos arenitos da formação Marília e recobertas por sedimentos Cenozóicos, onde os processos erosivos são menos intensos.

A formação Uberaba pode ser encontrada entre os níveis altimétricos de 770 e 840 m, perfazendo uma espessura de cerca de 60 m, se estendendo ao longo do rio Uberaba e em alguns trechos, aflorando no leito de seus principais afluentes, dentre eles os córregos Borá e dos Pintos. Em parte do leito do rio Uberaba, em alguns trechos dos córregos Lanoso e dos Pintos, também é possível encontrar a formação Serra Geral com afloramento de basalto.

Segundo Del Grossi (1991) a rede de drenagem é condicionada a estrutura geológica e às características do relevo. Os planaltos funcionam como divisões de água e originam os desníveis nos leitos dos cursos d'água.

A partir da observação da rede de drenagem, foram escolhidos pontos para coleta de vazão (Figura 8), de acordo com o levantamento realizado pela Semea (2004), que descreveu alguns córregos como os principais afluentes do rio Uberaba (Figura 1).

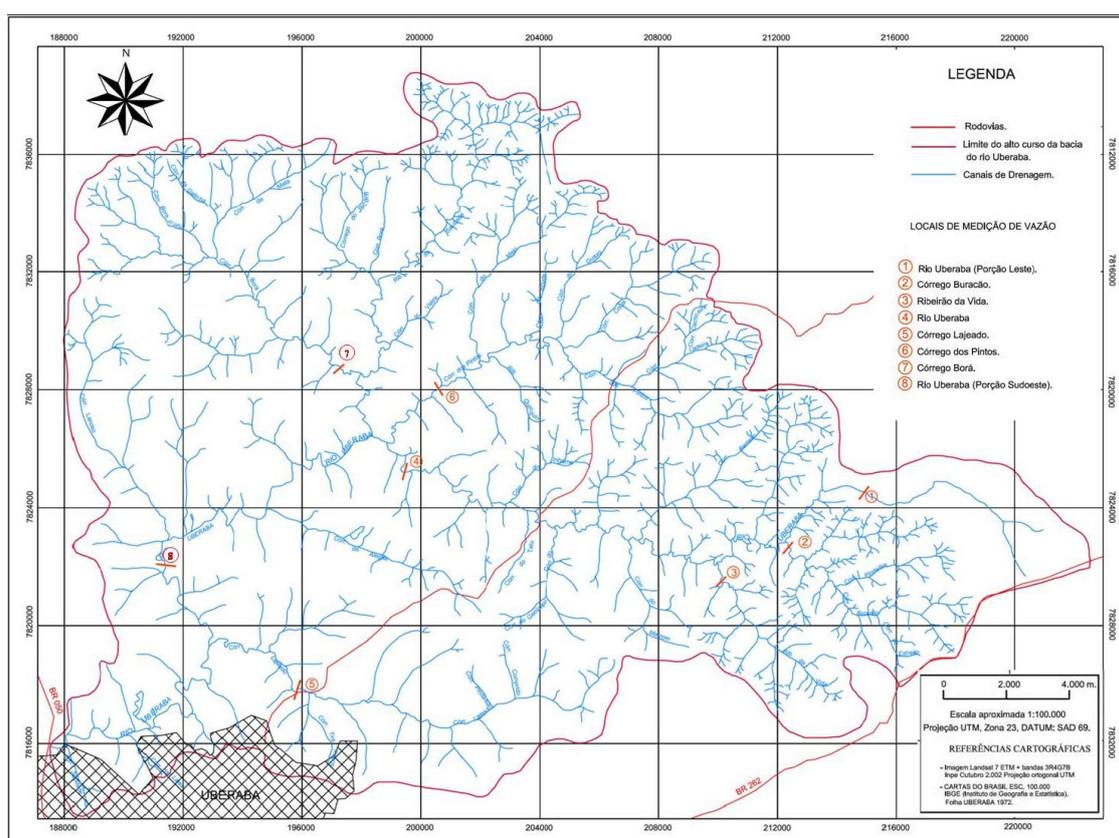


Figura 8 - Pontos demarcados para medição de vazão na APA do rio Uberaba, em 2005.

As medições da vazão foram realizadas no período mais seco do ano (Maio e junho) (UBERABA, 2006). Com isso pode-se avaliar a variação de volume d'água no rio Uberaba, de acordo com o recebimento de maior ou menor número de tributários. No ponto 1 fez-se a medição da vazão na nascente do rio Uberaba e constatou-se um baixo volume de água ($136,8 \text{ l s}^{-1}$). A oeste foram demarcados os pontos 2 e 3, que são afluentes da margem esquerda do rio Uberaba. Estes córregos possuem um emaranhado de canais de drenagem de 1ª a 3ª ordens, porém de vazões menores.

A medição de vazão nos pontos 1 (nascente do rio Uberaba, vazão de $136,8 \text{ l s}^{-1}$), 2 (córrego Buracão, vazão de $242,17 \text{ l s}^{-1}$) e 3 (Ribeirão da Vida, vazão de 107 l s^{-1}), estão totalmente inseridos na área com formação Marília e totalizaram uma vazão de $485,97 \text{ l s}^{-1}$. No ponto 4, após receber água de outros tributários, a vazão observada no rio Uberaba foi de 1.526 l s^{-1} .

O ponto 5 foi locado na foz do córrego Lajeado, com isso obteve-se a vazão de 865 l s^{-1} . Este ponto está localizado a sudoeste da APA, nas proximidades do perímetro urbano e inserido na área com formação Uberaba (Figura 7). Este córrego conta com um menor número de canais, porém sua vazão só não superou o córrego dos Pintos, que tinha seu leito recoberto por rochas basálticas.

A noroeste da APA, na margem direita, foram medidas as vazões dos pontos 6 (córrego dos Pintos, com uma vazão de 1.281 l s^{-1}) e 7 (córrego Borá, com uma vazão de 762 l s^{-1}) (Figura 8). Estes córregos têm seus canais de 1ª ordem localizados na borda da chapada (Figura 3). São córregos que contabilizaram o maior volume d'água (2.043 l s^{-1}), pois têm rede de drenagem mais ramificada, como ocorre no córrego dos Pintos (4ª ordem) e córrego Borá (5ª ordem). Parte de seus afluentes está embasada na formação Marília e parte dos canais principais na formação Uberaba.

O ponto 8 está locado na área de formação Serra Geral e mostra que a junção da rede de drenagem do APA do rio Uberaba, acima do córrego Lajeado, totalizou 3.999 l s^{-1} . Del Grossi ((1991) destaca que as litologias areníticas, sobrepostas aos níveis de rochas basálticas da formação Serra Geral, alimentam os principais canais fluviais, que mantêm a vazão estável, mesmo no período das secas. A partir dessas avaliações de vazão é possível afirmar que a sustentação hídrica do rio Uberaba se dá

pelos córregos que tem nascentes na borda da chapada, que mesmo no período de seca conseguem manter um bom volume de água, gerado por seus inúmeros canais de 1ª ordem.

Os valores observados para vazão dos córregos em estudo são superiores aos apresentados no diagnóstico ambiental da APA do rio Uberaba, realizado pela Semea (2004). Estes valores maiores talvez sejam justificados pelas medições realizadas ao nível de campo e por estas terem sido realizadas pouco antes da junção do córrego em estudo com o rio Uberaba, enquanto que o diagnóstico citado foi baseado em estimativas.

CONCLUSÕES

O sistema de drenagem da área de proteção ambiental (APA) do rio Uberaba apresenta ramificações de primeira e segunda ordem, principalmente nas bordas da chapada; a rede de drenagem da bacia caracteriza-se por ter um padrão dendrítico; as altitudes na área variam de 750 a 1000 m e o relevo é caracterizado como suave ondulado; as declividades predominantes na APA do rio Uberaba são menores que 10%; na APA do rio Uberaba predomina as formações Marília e Uberaba; a sustentação hídrica do rio Uberaba no período da seca é feita pelos córregos que tem nascentes na borda da chapada.

REFERÊNCIAS

- ABDALA, V.L. **Zoneamento Ambiental da Bacia do Alto Curso do Rio Uberaba-MG como Subsídio para a Gestão do Recurso Hídrico Superficial**. 2005, 73 p. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Uberlândia- UFU, Uberlândia-MG.
- ANDRADE, E.M.; ARAÚJO, L.F.P; ROSA, M.F.; GOMES, R.B.; LOBATO, F.A.O. Fatores determinantes da qualidade das águas superficiais na bacia do Alto Acaraú-Ceará, Brasil. **Revista Ciência Rural**, v.37, n.6, nov-dez, 2007.
- BARCELOS, J. H. **Reconstrução geográfica da sedimentação do Grupo Bauru baseado na sua redefinição estratigráfica parcial em território paulista e no estudo preliminar fora do Estado de São Paulo**. 1984, 190 p., Tese (Livre Docência) Universidade Estadual Paulista (UNESP) campus Rio Claro-SP.
- BARUQUI, A.M. & FERNANDES M.R. Práticas de conservação do solo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n.128, p.55 - 59, ago. 1985.
- BRITO, J.L.S. & PRUDENTE, T.D. Análise temporal do uso do solo e cobertura vegetal do município de Uberlândia-MG, utilizando imagens ETM⁺/Landsat7. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v.17, n.32, 37-46, jun.2005.
- BRITO, L. de F.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; LEITE, F. P.; FERREIRA, M. M.; PIRES, L. S. Erosão hídrica de Latossolo Vermelho muito argiloso relevo ondulado em áreas de pós-plantio de eucalipto no Vale do Rio Doce região Centro Leste do estado de Minas Gerais. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 67, p. 27-36, 2005.
- CASTRO, P.S; LOPES, J.D.S. **Recuperação e conservação de nascentes**. Viçosa: Centro de produções técnicas, 2001. 84p (série saneamento e meio ambiente, N.296).
- CHRISTOFOLLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blucher. 150 p. 1974.
- DEL GROSSI, S.R. **De Uberabinha a Uberlândia: os caminhos da natureza - contribuição ao estudo da geomorfologia urbana**. 1991, 237 p. Tese (Doutorado em Geografia), São Paulo: Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas-FFLCH/USP.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos** (Rio de Janeiro, RJ). Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro (EMBRAPA-SNLCS. Miscelânea, 1), 1979, 83p.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos – **Levantamento de reconhecimento de meia intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do Triângulo Mineiro**. Rio de Janeiro, 1982, 562p.
- FIORIO, P.R; DEMATTÊ, J.A.M.; SPAROVEK, G. Cronologia e impacto ambiental do uso da terra na microbacia hidrográfica do Ceveiro, em Piracicaba-SP. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.4, p.671-679, abr.2000.
- FRASCOLI, A.C.; LIMA, S.C.; LILIENTEIN, J.; WILCKE, W.; ZECH, W.; LEPESH, I. F.; AYARZA, M.A.;

- VILELA, L. Solos da chapada Uberlândia-Uberaba (MG) - morfologia, granulometria e pH, em topossequência. **Revista Caminhos de Geografia**, Instituto de Geografia, UFU, v.1, n.1, p.18-26, 2000.
- GOMES, I. A. et. al. **Levantamento de reconhecimento de média intensidade e aptidão agrícola dos solos do Triângulo Mineiro**, Rio de Janeiro, 1982, 118 p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cartas topográficas. Brasília: IBGE, 2004. Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em 25 de agosto de 2005.
- LEPSCH, I.F. Levantamento de solos. In: MONIZ, A.C. (Coord). **Elementos de pedologia. Rio de Janeiro**: Livros Técnicos e Científicos, 1975.
- LIMA, J.E.F.W.; SILVA, E.M. Recursos hídricos do Bioma Cerrado: importância e situação. In: SANO, S.M. (ORG.). **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2008, p. 89-106.
- MAURO, F. **Vazão e qualidade da água em manancial degradado do cinturão verde de Ilha Solteira**. 2003, 75 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), São Paulo, Universidade Estadual Paulista (UNESP) -Ilha Solteira-SP.
- MONTEZANO, Z.F.; CORAZZA, E.J.; MURAOKA, T. Variabilidade de nutrientes em plantas de milho cultivado em talhão manejado homogeneamente. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.4, p.969-976, 2008.
- MOSCA, A.A.O. **Caracterização hidrológica de duas microbacias visando à identificação de indicadores hidrológicos para o monitoramento ambiental do manejo de florestas plantadas**. 2003. 96f. Tese (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP), Piracicaba, SP.
- NISHIYAMA, L. **Procedimentos de mapeamento geotécnico como base para análises e avaliações ambientais do meio físico, em escala 1:100.000: aplicação no município de Uberlândia - MG**. 1998, 180p. Tese (Doutorado em Geotecnia). Universidade de São Paulo, USP-SP.
- ONGLEY, E.D. **Controle da poluição da água pelas atividades agrícolas**. Tradução de: GHEYI, H.R.; DAMACENO, F.A.V.; BRITO, L.T.L. Campina Grande: UFPB, 2001. 92 p. (FAO, Irrigação e Drenagem, 55).
- PINTO, L.V.A.; BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C.; FERREIRA, E. Estudo das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras-MG. **Scientia forestalis**, n.65, p.197-206, jun./2004.
- REATTO, A.; COREIA, J.R.; SPERA, S.T.; MARTINS, E.S. Solos do bioma cerrado: aspectos. In: SANO, S.M. (ORG.). **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2008, p. 107-149.
- ROCHA, J.S.M. & KURTS, S.M.J.M. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas**. 4ª ed. Santa Maria: UFSM/CCR, 2001. 120 p.
- ROSA, R.; LIMA, S.C.; ASSUNÇÃO, W.L. Abordagem preliminar das condições climáticas de Uberlândia. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v.3, n5-6, p. 91-108, 1991.
- ROSA, R. **O uso de SIGs para zoneamento: uma abordagem metodológica**. 1995, 221p. Tese (Doutorado em Geografia), São Paulo: Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas – FFLCH/USP.
- RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B.; CORREA, G. F. **Pedologia. Base para Distinção de Ambientes**. Viçosa, MG. 2002. 338 p.
- SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE (SEMEA). Diagnóstico Ambiental da Área de Proteção Ambiental (APA) do Rio Uberaba, 2004, 127 p.
- SILVA, E.C.; PEDROSA, L.E.; DIAS, L.M.C.; MORENO, M.I.C; NISHIYAMA, L. Mapeamento geotécnico da folha córrego das Moças, no município de Uberlândia-MG. **Revista Caminhos da Geografia**, Uberlândia, v.1, n.2, p.1-24, 2000.
- SOARES, J.V. **Curso de introdução à hidrologia florestal**. INPE: São José dos Campos-SP. 2000. 78p.
- STRAHLER, A.N. 1952. Hypsometric analysis of erosional topography. **Geol. Soc. America Bulletin**,

63, pp. 1117 -1142.

TONELLO, K.C.; DIAS, H.C.T.; SOUZA, A.L.; RIBEIRO, C.A.A.S.; LEITE, F.P. Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães-MG. **Revista Árvore**, v.30, n.5, Viçosa set./out.2006.

UBERABA EM DADOS. **Prefeitura municipal de Uberaba – Secretária de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento**. Boletim Informativo, 2006, 23 p.

VIANA, D.R. **O uso de técnicas de geoprocessamento na avaliação de áreas favoráveis ao plantio da soja no Rio Grande do Sul**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). São José dos Campos-SP, 2008, 43 p.

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