

ANÁLISE FÍSICA DA MICRO BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO BARÃO DE IBITINGA, SOCORRO – S.P.

Jônatas Darcon BIGON⁽¹⁾

Tecnólogo em Gestão Ambiental, formado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas – Campus Inconfidentes;

Luiz Flávio REIS FERNANDES

Professor do Instituto Federal do Sul de Minas campus Inconfidentes-MG. Mestre pela Universidade Federal de Itajubá-MG. Coordenador do Grupo do Grupo de Pesquisa em Resíduos Sólidos – GPRES/IFSULDEMINAS.

Endereço⁽¹⁾: Rua: Doutor Luiz Arantes Dantas, n131, Casa - Abadia - Socorro – S.P. - CEP: 13960-000 – Brasil - Tel: +55 (19) 3895-1336 - Fax: +55 (19) 3895-1336 - e-mail: jonatas_bigon@hotmail.com.

RESUMO

Em diversas atividades o homem utiliza dos recursos naturais para suprir as suas necessidades, o que exige este uso seja adequado e de acordo com a sua disponibilidade. Entretanto, para que o uso se enquadre dentro do ambientalmente correto exige-se um planejamento, e este para ser elaborado torna-se necessário um levantamento dos recursos existentes e em quais condições estejam para se realizar um diagnóstico. O planejamento para atender o propósito ambientalista deverá considerar seus efeitos dentro de uma bacia hidrográfica, a qual é considerada como unidade básica a ser considerada no levantamento para diagnóstico e posterior prognóstico das características físicas, químicas, biológicas e socioeconômicas. Assim na busca de melhor uso dos recursos da bacia do Córrego Barão de Ibitinga no Município de Socorro-SP foi realizado este trabalho, partindo-se da sua caracterização física, suas deficiências em questão ao uso do solo. No levantamento a campo utilizou-se GPS de navegação, e com o auxílio do software AutoCAD 2006 elaborou-se mapas temáticos da rede de drenagem, uso do solo, áreas de preservação permanente (APP), do uso conflitante da terra, e do uso conflitante nas área de APP. As nascentes foram classificadas quanto ao tipo de afloramento e ao estado de conservação da vegetação. O tipo de solo predominante na microbacia é o Latossolo Vermelho Amarelo distrófico. A pastagem representou o único uso da microbacia, constando ela em 214831,08m² (83.34%) do total da área da microbacia. A área de uso não conflitante com a APP é de 31253,50m² (12.12%), a área total de vegetação nativa na microbacia é 42933,74 m², somando a área florestada fora e dentro da APP, ocupando (16.66%) da microbacia. Foram localizadas seis nascentes, das quais três difusas degradadas e três pontuais perturbadas.

PALAVRAS-CHAVE: Bacia Hidrográfica, área de preservação permanente (APP); uso conflitante, Córrego Barão de Ibitinga.

INTRODUÇÃO

A água é fundamental para a manutenção da vida no planeta. Nela, surgiram as primeiras formas de vida, e a partir dessas, originaram-se as formas de vida terrestres, as quais somente conseguiram sobreviver na medida em que puderam desenvolver mecanismos fisiológicos que lhes permitiram retirar água do meio e retê-la em seus próprios organismos. A evolução dos seres vivos sempre foi dependente da água. No sentido de manter esse recurso natural disponível para a vida no planeta, é

importante definir o termo Recurso Hídrico, que considera a água como um recurso finito, escasso e dotado de valor econômico. É um recurso tão importante que de acordo com sua disponibilidade define o desenvolvimento que uma região, país ou sociedade pode alcançar (SETTI et. al. 2001). Muitos quando comparando água com recurso hídrico confundem deixando a falsa idéia de que os recursos hídricos são infinitos. Realmente há muita água no planeta. De acordo com diversos estudos de disponibilidade de água no mundo, dizem que menos de 3 % da água do mundo é doce, da qual mais de 99% apresenta-se congelada nas regiões polares ou em rios e lagos subterrâneo, o que dificulta sua utilização pelo homem (MARANHÃO, 2005). Este milênio que está começando, apresenta o grande desafio de evitar a falta de água. Um estudo realizado em julho de 2000 feito pela revista Science mostrou que aproximadamente 2 bilhões de habitantes enfrentam a falta de água no mundo. Em breve poderá faltar água para irrigação em diversos países, principalmente nos mais pobres. Nos continentes mais atingidos pela falta de água são: África, Ásia Central e o Oriente Médio. Entre os anos de 1990 e 1995, a necessidade por água doce aumentou cerca de duas vezes mais que a população mundial. Isso ocorreu provocado pelo alto consumo de água em atividades industriais e zonas agrícolas (DOMINGOS, 2009).

Vale ressaltar que toda atividade humana gera impacto ambiental negativo, afetando assim a qualidade dos recursos hídricos. As principais causas de deterioração da qualidade dos recursos hídricos dispostos em rios, lagos e oceanos que são através dos lixos, esgotos, dejetos químicos industriais e mineração sem controle. Embora muitas soluções sejam buscadas em esferas governamentais e em congressos mundiais, no cotidiano todos podem colaborar para que a água doce não se torne escassa. A economia e o uso racional da água devem estar presentes nas atitudes diárias de cada cidadão. A pessoa consciente deve economizar, pois o desperdício de água doce pode trazer drásticas conseqüências num futuro pouco distante. A forma adequada de se evitar a escassez de água é a adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gerenciamento, conforme preconiza a Lei 9.433/97 que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Este instrumento legal busca ordenar a utilização da água diante dos usos múltiplos previstos para a mesma. Em seu conceito técnico, uma microbacia é definida como uma área geográfica de captação de água composta por pequenos canais de confluência e delimitada por divisores naturais (OLIVEIRA & NETO, 1991). Esta área é admitida como a menor unidade territorial capaz de enfocar as variáveis ambientais de forma sistêmica. As políticas públicas que determinam as microbacias, ou bacias hidrográficas como unidade de planejamento partem da perspectiva do desenvolvimento sustentável e pressupõem uma racionalização do uso dos recursos naturais. É evidente a necessidade de se preservar os recursos naturais em uma bacia hidrográfica. A microbacia está inserida no bioma Mata Atlântica, no leste paulista precisamente na cidade de Socorro. Nesse trabalho procurou-se identificar a situação da microbacia hidrográfica do Córrego Barão do Ibitinga, propor medidas de recuperação e conservação dos recursos naturais existentes como forma de reabilitar/recuperara a referida bacia.

Uma vez que a microbacia encontra-se com a exploração dos recursos naturais sendo elaborada sem algum tipo de planejamento conflitando em toda sua extensão com a legislação ambiental brasileira, mas precisamente com a legislação referida as Áreas de Preservação Permanente (APP), prejudicando principalmente os recursos hídricos da mesma, aumentando a importância do trabalho, pois sendo inédito nessa localidade, servirá de grande importância para os futuros estudos designados a região.

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

- Elaborar o prognóstico da microbacia do Córrego Barão de Ibitinga afim de futuramente gerar um diagnóstico completo, e num futuro um planejamento de uso da micro bacia conforme sua propensão.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar o estado atual da vegetação de áreas prescritas por lei, classificando-as em uso conflitante ou não conflitante.
- Levantar a quantidade de mata nativa remanescente da microbacia a fim de saber seu estado de conservação.
- Elaborar linhas norteadoras (mapas) para fins deste estudo, ou até mesmo a locais que sofram interferência das atividades desta microbacia.

REFERENCIAL TEÓRICO

Sobre o território definido como bacia hidrográfica é que se desenvolvem as atividades humanas. Todas as áreas urbanas, industriais, agrícolas ou de preservação fazem parte de alguma bacia hidrográfica. Pode-se dizer que, no seu exutório, estarão representados todos os processos que fazem parte do seu sistema (PORTO, 2008). O conceito de bacia hidrográfica como unidade de pesquisa, gerenciamento e aplicação das informações básicas, é resultado de longa evolução iniciada praticamente com a implementação do conceito de carga por Vollenweider (1968) e consolidado com os estudos de Likens (1984, 1992) demonstrando os experimentos e o trabalho de longa duração no Hubbard-Brook, uma pequena bacia hidrográfica situada nos Estados Unidos. Atualmente, portanto, esse conceito está bem estabelecido e consolidado, representando um grande processo de descentralização da gestão baseada em pesquisa e inovação aplicada a cada bacia hidrográfica. Nesse contexto, escalas espaciais e temporais são fundamentais a considerar (TUNDISI et. al., 2008). Desta forma, define-se “microbacia” como sendo aquela cuja área é tão pequena que a sensibilidade a chuvas de alta intensidade e às diferenças de uso do solo não seja suprimida pelas características da rede de drenagem. De acordo com tal definição, a área de uma micro bacia pode variar de pouco menos de 1 hectare até 40 ou mais hectares, podendo mesmo atingir, em algumas situações, até 100 hectares ou mais (LIMA, 1286).

A bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água oriunda das precipitações que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída. A bacia hidrográfica compõe-se de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório (TUCCI, 1997).

A bacia hidrográfica permite a abordagem integrada de todas as atividades nela exercida, e, diz Yassuda *apud* Porto (2008), "a bacia hidrográfica é o palco unitário de interação das águas com o meio físico, o meio biótico e o meio social, econômico e cultural". Barreto & Bertoni (1962) afirmam que o estudo de bacias hidrográficas depende de tantos fatores, envolve tantos problemas e dificuldades, que geralmente se torna impraticável, apesar do interesse que apresenta a agricultura e a hidráulica. Diferentemente do que Barreto & Bertoni relatam, nos dias atuais a bacia hidrográfica deve ser adotada como unidade de planejamento, fato que vem sendo discutido recentemente e cada vez mais sendo consolidada nas pesquisas que tratam do assunto. Uma bacia hidrográfica é composta por diversos corpos d'água tributários, podendo ela ser dividida em microbacias e/ou sub-bacias. De acordo com (LIMA, 1986) o conceito de micro bacia é meio vago, pois está diretamente

relacionado ao tamanho e a critérios do ponto de vista ecológico e do ponto de vista político. A partir das pequenas bacias, que se constituem como unidades fundamentais de trabalhos na conservação do meio ambiente, justamente por se constituírem como áreas menores, mais fáceis de serem monitoradas, devem se iniciar as ações de recuperação e conservação do ambiente, realizando, inclusive, “a previsão, controle e monitoramento dos efeitos ambientais a jusante da pequena bacia, de forma a manter-se um encadeamento harmônico no trato com o meio ambiente.” (RESENDE et. al., 2002). Resende et. al. (2002) apontam que os programas de desenvolvimento das microbacias tem se orientado mais pelos aspectos econômicos em detrimento da manutenção da qualidade do ambiente.

Ou seja, práticas agrícolas são desenvolvidas em áreas que deveriam permanecer como proteção de nascentes, como se os lucros da produção valessem mais do que a preservação dos cursos d’água; ou ainda, o adequado tratamento à uma área que se converte em urbana, como a instalação de galerias pluviais, muitas vezes não é realizado por ser considerado caro, cabendo ao meio ambiente arcar com os prejuízos. O que ocorre dentro de uma bacia hidrográfica é consequência das formas de ocupação do território e da utilização das águas que para ali convergem.

GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

Gestão de recursos hídricos, em sentido lato, é a forma pela qual se pretende equacionar e resolver as questões de escassez relativa dos recursos hídricos, bem como fazer o uso adequado, visando a otimização dos recursos em benefício da sociedade. Há situações em que a escassez hídrica decorre da baixa disponibilidade de água na região em dado momento e, em outros casos, mesmo havendo uma alta disponibilidade, a escassez é ocasionada devido a uma excessiva demanda de utilização desses recursos (SETTI, 2001). No que se remete à Gestão dos recursos hídricos é imprescindível o conhecimento do Ciclo Hidrológico, que é o fenômeno natural que regula quantitativamente os recursos hídricos no planeta. O ciclo é determinado pelos seguintes fenômenos naturais: precipitação, escoamento superficial e sub-superficial, infiltração, transpiração, evaporação e condensação. A vegetação tem papel fundamental no ciclo hidrológico, pois a água que penetra no solo vai abastecendo a planta e o restante chega até o subsolo formando o lençol freático que abastece os mananciais e mantém o nível dos rios Castro *apud* Pinto (2003). Por este motivo, as florestas podem ser consideradas como fontes importantes para o suprimento de água para os aquíferos AMBICENTER *apud* Pinto (2003). Zon *apud* Lima (1986b), afirma que de todas as influências diretas da floresta, a sua influência sobre os rios e sobre a regularidade de seus escoamentos é das mais importantes para a economia humana. As matas ocorrentes ao longo dos cursos d’água ocupam as áreas mais importantes da paisagem, pois a topografia, geologia e clima da região, compõem o mais eficaz sistema de proteção dos corpos d’água, demonstrando a importância de sua preservação ao longo dos corpos d’água. Como principais fatores hidrológicos, Mantovani e Oliveira-Filho *apud* Pinto (2003) destacam o volume de água superficial, a profundidade do lençol freático, o acúmulo de vapor d’água (solapamento e deposição); como geológico, consideram a natureza da rocha matriz, a composição física, química e biológica do solo e a natureza dos aluviões; e, como topográficos, a altitude, a inclinação do relevo e ângulo de abertura dos vales. Bourgeron *apud* Oliveira Filho (1994), considera a topografia como fator abiótico mais importante entre os que causam variações na estrutura das comunidades florestais numa escala local. Isto porque basicamente, está correlacionada com outras variáveis ambientais – propriedades físicas e químicas dos solos e o regime de águas subterrâneas ou de inundação.

A gestão de recursos hídricos baseada no recorte territorial das bacias hidrográficas ganhou força no início dos anos 1990 quando os Princípios de Dublin foram acordados na reunião preparatória à Rio-92. De acordo com o princípio n.1, diz que a gestão dos recursos hídricos, para ser efetiva, deve ser integrada e considerar todos os aspectos, físicos, sociais e econômicos. Para que essa integração tenha o foco adequado, sugere-se que a gestão esteja baseada nas bacias hidrográficas (PORTO,

2008). Uma importante experiência na gestão de bacias hidrográficas foi a aprovação, em 1922, pelo Congresso dos Estados Unidos, do pacto do Rio Colorado, o qual decidia sobre a partição da utilização da água do rio entre os Estados que compartilhavam a sua bacia hidrográfica. Esse pacto utilizou, aliás, um conceito muito interessante e atual, que coloca, sob a égide do mesmo processo decisório, territórios com produtividade hídrica elevada (Estados *doadores*) e territórios com produtividade hídrica menor (Estados *receptores*), e a utilização conjunta das águas de um mesmo rio (Grigg *apud* Porto, 2008). No caso brasileiro, pode-se dizer que os usos múltiplos da água contribuem para que ocorram conflitos de utilização deste recurso. A Lei n. 9.433, de oito de janeiro de 1.997 (Política Nacional de Recursos Hídricos) deu ao Brasil uma nova política de recursos hídricos e organizou o sistema de gestão, concretizou então a gestão por bacias hidrográficas. Hoje no Brasil, os recursos hídricos têm sua gestão organizada por bacias hidrográficas em todo o território nacional, seja em corpos hídricos de titularidade da União ou dos Estados. Há certamente dificuldades em se lidar com esse recorte geográfico, uma vez que os recursos hídricos exigem a gestão compartilhada com a administração pública, órgãos de saneamento, instituições ligadas à atividade agrícola, gestão ambiental, entre outros, e a cada um desses setores corresponde uma divisão administrativa certamente distinta da bacia hidrográfica (PORTO, 2008).

LEGISLAÇÃO AMBIENTAL APLICADA AOS RECURSOS HÍDRICOS

Devido aos conflitos ocasionados pelos usos dos recursos naturais, surgiu a necessidade de se criar dispositivos legais para regulamentarem o assunto. Deste modo, a legislação referente às questões ambientais foi criada com o objetivo de disciplinar o uso dos recursos naturais, dentre eles a água, o solo, as florestas, o ar e os animais. Ela foi estabelecida porque se começou a perceber que os recursos naturais, até então imaginados ilimitados, estavam ficando escassos, pela redução de sua qualidade ou deterioração (BORGES, 2005).

Indiretamente, mesmo sem conhecer a fundo a estreita relação entre cobertura vegetal e a conservação do solo, algumas sanções de datas antigas já previam a manutenção e melhor uso do solo. Em 1802, após o relatório de José Bonifácio Andrade e Silva, foram estabelecidas as primeiras instruções para o reflorestamento no Brasil, mediante um alvará com força de Lei. Em 1821 surgiram as instruções relativas à Legislação sobre a terra, prevendo a manutenção de reservas florestais em 1/6 das áreas vendidas ou doadas, onde não se poderia haver derrubada ou queima sem que houvesse nova brotação de bosque (KENGEN, 2001). A conservação do solo e da água foram aspectos abordados diretamente pelo Código Florestal – Lei nº 4.771/65 (BRASIL, 1965). Nele foram definidas que áreas mais vulneráveis ao processo erosivo e/ou importantes para manutenção do abastecimento de água seriam destinadas à preservação permanente, bem como as formas de vegetação natural responsáveis pela fixação de dunas e formação de faixa de proteção ao longo de rodovias e ferrovias. Atualmente, nota-se que o não cumprimento desta legislação tem ocasionado elevados prejuízos para a sociedade, devido à ocorrência de deslizamentos, incidência de voçorocas e movimentação de dunas para áreas urbanas. Tais fatos podem ser trágicos por ocasionar perdas patrimoniais e até mortes (AVANZI et.al.2009). O Código Florestal insere no contexto legal um aspecto importante na caracterização de micro bacias que é o mapeamento das Áreas de Preservação Permanente (APP), pois dá amparo legal para a preservação e recuperação dessas áreas. As APP foram criadas com o objetivo de proteger o ambiente natural visando o benefício público. Assim, estas áreas devem estar cobertas com a vegetação natural (CATELANI e BATISTA, 2007).

De acordo com o Código Florestal, determina-se APP, áreas em faixas marginais ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde conforme mostrado na Tabela 1, e quando ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais, nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura, no topo de morros, montes, montanhas e serras, nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive, nas

restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues, nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais, em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação.

Tabela 1. Faixa de APP conforme largura do curso d'água.

LARGURA DOS CURSOS D'ÁGUA	LARGURA DA FAIXA DE APP	UNIDADE DE MEDIDA
10	30	m
10 a 50	50	m
50 a 200	100	m
200 a 600	200	m
Acima de 600	500	m

A Constituição Federal Brasileira de 1988 teve um importante papel para a gestão dos recursos hídricos quando definiu as águas como bens de uso comum e alterou a dominialidade das águas do território nacional, anteriormente definida pelo Código de águas de 1934. Em relação ao cenário agrícola, especificamente, foi sancionada a Lei nº 6.225/75 (BRASIL, 1975), que teve como objetivo exigir que a exploração do solo ocorra de maneira econômica e sustentável, direcionando a sua ocupação e uso. Sendo assim, os proprietários são obrigados a cumprir as seguintes exigências: escolher área para determinada cultura, em conformidade com a sua capacidade de uso e as adequações locais; usar práticas conservacionistas, recomendadas oficialmente, segundo critérios definidos nos planos de proteção ao solo e de combate à erosão; submeter-se à orientação técnica de Engenheiro Agrônomo. As práticas de uso e ocupação do solo no Brasil são bastante divergentes às políticas de proteção ambiental. Por isso devem sempre respeitar os dispositivos legais propostos, objetivando alcançar desenvolvimento econômico com qualidade ambiental.

PARÂMETROS FÍSICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA

A otimização de parâmetros físicos e geomorfológicos de uma bacia hidrográfica tem sua importância ao obter dados aplicáveis em locais sem dados ou com poucas informações, (ALMEIDA, 2009).

Vários parâmetros físicos foram desenvolvidos, alguns deles aplicáveis a bacia como um todo, enquanto que outros relativos a apenas algumas características do sistema. O importante é reconhecer que nenhum desses parâmetros deve ser entendido como capaz de simplificar a complexa dinâmica da bacia hidrográfica, a qual inclusive tem magnitude temporal. Para entender o funcionamento de uma bacia, torna-se necessário expressar quantitativamente às manifestações de forma a área da bacia, sua forma geométrica, compacidade, altitude média, declividade média, densidade de drenagem, número de canais, direção e comprimento do escoamento superficial, comprimento da bacia, comprimento dos canais, dimensão e forma dos vales, índice de circularidade, coeficiente de rugosidade, etc., (LIMA, 1986).

COEFICIENTE DE COMPACIDADE

O coeficiente de compacidade (K_c) relaciona a forma da bacia com um círculo. Constitui a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia. De acordo com Villela e Mattos *apud* Cardoso et. al. (2006), esse coeficiente é um número adimensional que varia com a forma da bacia, independentemente de seu tamanho. Quanto mais irregular for a bacia, maior

será o coeficiente de compacidade. Um coeficiente mínimo igual à unidade corresponderia a uma bacia circular e, para uma bacia alongada, seu valor é significativamente superior a 1 (um). Uma bacia será mais suscetível a enchentes mais acentuadas quando seu Kc for mais próximo da unidade.

FATOR DE FORMA

Relaciona a forma da bacia com a de um retângulo, correspondendo à razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia (da foz ao ponto mais longínquo do espigão). A forma da bacia, bem como a forma do sistema de drenagem, pode ser influenciada por algumas características, principalmente pela geologia. Podem atuar também sobre alguns processos hidrológicos ou sobre o comportamento hidrológico da bacia. Segundo Villela e Mattos apud Cardoso et. al. (2006), uma bacia com um fator de forma baixo é menos sujeita a enchentes que outra de mesmo tamanho, porém com fator de forma maior.

ÍNDICE DE CIRCULARIDADE

De acordo com Cardoso et. al. (2006) simultaneamente ao coeficiente de compacidade, o índice de circularidade tende para a unidade à medida que a bacia se aproxima da forma circular e diminui à medida que a forma torna alongada.

DECLIVIDADE E ALTITUDE

O modelo digital de elevação hidrologicamente consistente (MDEHC) foi utilizado como entrada para a geração do mapa de declividade e da altitude. A imagem de declividade gerada foi do tipo contínuo, por apresentar valores reais. As classes de declividade foram separadas em seis intervalos distintos, sugerido por De Biase (1993), elucidada na Tabela 2.

Tabela 2. Classificação de declividade segundo a De Biase (1993).

DECLIVIDADE (EM°)	DISCRIMINAÇÃO
0 – 3	Várzea
3 – 6	Plano a suave ondulado
6 – 12	Suave ondulado a ondulado
12 – 20	Ondulado a forte ondulado
20 – 40	Forte ondulado a montanhoso
> 40	Montanhoso

ORDEM

A ordem dos cursos d'água pode ser determinada seguindo os critérios introduzidos por Horton e Strahler apud Cardoso et. al. (2006). Utilizou-se neste trabalho a metodologia de classificação apresentada por Strahler, em que os canais sem tributários são designados de primeira ordem. Os canais de segunda ordem são os que se originam da confluência de dois canais de primeira ordem, podendo ter afluentes também de primeira ordem. Os canais de terceira ordem originam-se da confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber afluentes de segunda e primeira ordens, e assim sucessivamente (SILVEIRA, 2001). A junção de um canal de dada ordem a um canal de ordem superior não altera a ordem deste.

DENSIDADE DE DRENAGEM

O sistema de drenagem é formado pelo rio principal e seus tributários. Seu estudo indica a maior ou menor velocidade com que a água deixa a bacia hidrográfica, sendo, assim, o índice que indica o

grau de desenvolvimento do sistema de drenagem, ou seja, fornece uma indicação da eficiência da drenagem da bacia, sendo expressa pela relação entre o somatório dos comprimentos de todos os canais da rede – sejam eles perenes, intermitentes ou temporários – e a área total da bacia (CARDOSO et. al., 2006).

COEFICIENTE DE RUGOSIDADE

Segundo Mello Filho *apud* Sampaio (2010), os conflitos de uso da terra podem acontecer em duas situações: quando o tipo de uso da terra contraria a destinação recomendada a partir do coeficiente de rugosidade (RN), ou quando o uso da terra, mesmo que coincida com o indicado pelo coeficiente de rugosidade, subestime o potencial da terra, com baixa produtividade, por técnicas inadequadas, ineficientes ou condenáveis. Conforme Pereira Filho *apud* Sampaio (2010), o coeficiente de rugosidade mostra a realidade da sub-bacia hidrográfica e oferece uma contribuição simples, rápida e precisa ao planejamento, para melhor e mais justa exploração econômica, em função da vocação das terras. Segundo o mesmo autor, existe alta correlação entre o RN e a capacidade de uso da terra, ao nível de 0,5% de erro, Tabela 3.

Tabela 3. Uso do solo de acordo com a classe do Coeficiente de Rugosidade.

VALOR RN	CLASSE RN	TERRAS PROPÍCIAS
1,09 até 10,63	A	Agricultura
10,64 até 20,18	B	Pastagem
20,19 até 29,73	C	Pastagem/Florestamento
29,74 até 39,28	D	Florestamento

Fonte: Deamo et. al., 2009.

MATERIAI E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

A microbacia do Córrego Barão de Ibitinga se encontra na zona rural do município de Socorro, leste do Estado de São Paulo. Está inserida na área da Bacia Hidrográfica dos afluentes paulistas do rio Moji Guaçu e Pardo (GD6) e deságua no Rio dos Machados, afluente do Rio do Peixe que é afluente direto do Rio Moji Guaçu.

O município de Socorro está a uma altitude média de 752 metros, com área de 448.074 quilômetros quadrados, tem uma posição marcada pelas coordenadas geográficas de “22°35'29” latitude e “46°31'44” longitude. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é o CBW, tendo o clima do tipo tropical de altitude com direção SW - NE. A sua temperatura média anual está em torno de 19°C e a precipitação média anual é de 1.500 mm.

O município de Socorro pode ser englobado, do ponto de vista morfoestrutural no Planalto Leste da Serra da Mantiqueira (IBGE/ 1977). Apresenta um relevo acidentado, interrompido por grandes conjuntos de Serras. Está inserida dentro da Serra da Mantiqueira, tem uma formação geológica que compreende um maciço rochoso que possui grande área de terras altas, entre mil e quase três mil metros de altitude, ao longo das divisas dos estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro, conexos e vertentes alongados com declividades predominantes ente 12% e 50%. O maciço da Serra da Mantiqueira possui aproximadamente 500 km de extensão e se inicia próximo à cidade paulista de Bragança Paulista e segue para o leste delineando as divisas dos três estados brasileiros até a região do Parque Nacional do Itatiaia onde adentra Minas Gerais até a cidade de Barbacena. É comum a ocorrência de afloramentos rochosos nas altas vertentes dando origem às mutações que se acumulam nas porções menos elevadas das encostas. Intercalando a este relevo serrano, encontram-se colinas policonvexas com declividade menos acentuada (12% a 50%). O ponto mais elevado do município ocorre no extremo sudeste, no Pico da Cascavel com 1200m.

Nas médias e baixas vertentes, assim como sopés ocorre um latossolo vermelho-amarelo profundo. As várzeas apresentam um solo aluvial de coloração escura pela agricultura. O Município conta com grande número de nascentes, pertencentes à drenagem principal representadas pelo Rio Moji Guaçu, onde o afluente mais importante do Rio Moji Guaçu é o Rio do Peixe.

LEVANTAMENTO FISIAGRÁFICO DA MICROBACIA

Os dados do levantamento fisiográfico da microbacia hidrográfica foram obtidos em cartas planialtimétricas do IBGE e em levantamentos de campo, os quais foram manipulados por meio do programa AutoCAD 2006. Foram criados mapas simplificados de representação da rede de drenagem, das curvas de nível, do ordenamento da bacia, do uso atual da terra, do uso conflitante da terra pela declividade e localização de APP e dimensionamento da bacia, esquematizado na Figura 1.

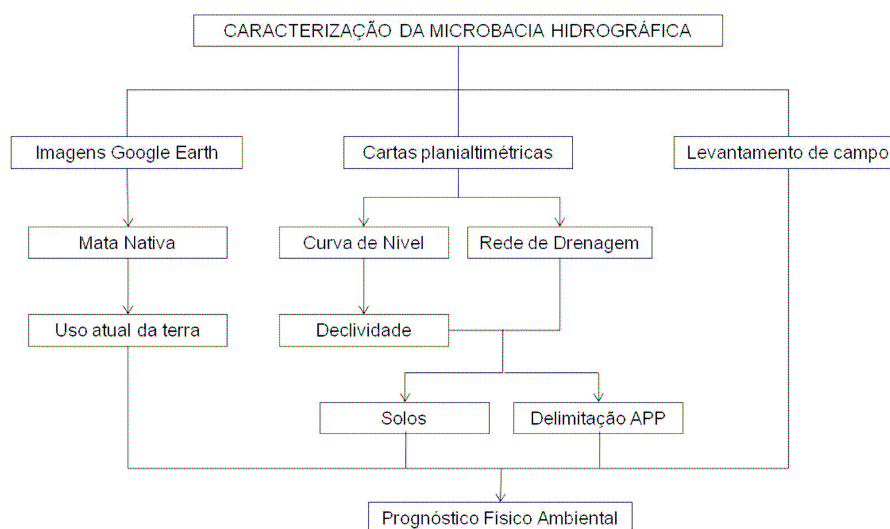


Figura 1: Roteiro das etapas de trabalho executadas para o prognóstico físico-ambiental da microbacia hidrográfica do Córrego Barão de Ibitinga.

DETERMINAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E DIMENSIONAIS DA MICRO BACIA

Os valores dimensionais de micro bacias são parâmetros quantitativos que permitem eliminar a subjetividade na sua caracterização (Oliveira e Ferreira 2001). Na determinação destes parâmetros foi seguida a metodologia citada por Pinto (2003).

- Maior largura ou comprimento do talvegue (L): é a distância correspondente à maior largura que corta transversalmente o tributário principal;
- Comprimento do curso principal (Cp): obtido pelo somatório dos segmentos correspondentes ao canal principal, ou seja, o comprimento do curso até a foz;
- Comprimento total da rede (Cr): determinado da mesma forma que o Cp, considerando também os tributários. A rede de drenagem foi obtida a partir das cartas planialtimétricas do IBGE;
- Perímetro (P): é o comprimento da linha divisora de águas que circunda a micro bacia;
- Área: compreende à área delimitada pelo divisor de águas;
- Distância entre as curvas de nível (D): obtida através das cartas planialtimétricas do IBGE.
- Comprimento total das curvas de nível (Cn): as curvas de nível foram extraídas das cartas planialtimétricas do IBGE;
- Ordenamento da bacia: obtido através do Método de Strahler.
- Densidade de drenagem (Dd): a densidade de drenagem em km.km^{-2} é a razão entre o comprimento total dos canais em km (Cr) e a área da microbacia hidrográfica em km^2 (A). É obtida a partir da seguinte equação:

$$Dd = Cr / A \quad \text{equação (1)}$$

$$Dd = 1,1235 / 0,2578$$

j) Fator de forma (FF): coeficiente adimensional; é a razão da área da bacia hidrográfica em km² (A) e o talvegue em km (L). É obtido através da seguinte equação:

$$FF = A / L^2 \quad \text{equação (2)}$$

$$FF = 257764,82 / 862,752$$

k) Índice de circularidade (IC): dado pela seguinte equação:

$$IC = 12,57 * A / P^2 \quad \text{equação (3)}$$

$$IC = 12,57 * 257764,82 / 2321,352$$

l) Índice de compacidade (Kc): dado pela seguinte equação:

$$Kc = 0,28 * P / \sqrt{A} \quad \text{equação (4)}$$

$$Kc = 0,28 * 2321,35 / \sqrt{257764,82}$$

m) Índice de conformação (Fc): dado pela seguinte equação:

$$Fc = A / Cp^2 \quad \text{equação (5)}$$

$$Fc = A / Cp^2 = 257764,82 / 827,322$$

n) Declividade (S): calculada pela seguinte equação:

$$S = [D * (Cn / A)] * 100 \quad \text{equação (6)}$$

$$S = [20 * (3822,67 / 257764,82)] * 100$$

o) Orientação: define a direção para a qual a declividade está exposta. Afeta as perdas por evapotranspiração afetando as relações entre precipitação e deflúvio: Orientação Sul.

p) Coeficiente de Rugosidade: A metodologia aplicada ao diagnóstico físico conservacionista da sub-bacia hidrográfica em estudo encontra-se detalhada em Baracuhy (2001). O Coeficiente de Rugosidade (Ruggdeness Number - RN) foi determinado pelo produto da densidade da rede de drenagem (D) pelo declive médio da respectiva microbacia (H).

$$RN = D * H \quad \text{equação (7)}$$

$$RN = 4,3580 * 29,66\%$$

MAPAS TEMÁTICOS

MAPA DE USO ATUAL DA TERRA E DE DECLIVIDADE

O mapa de uso da terra foi gerado a partir da interpretação visual em meio digital de imagens de satélite pelo Google Earth e Google Maps Brasil e levantamento de campo com o uso do GPS. Para a individualização das principais classes de uso na área foram utilizados os elementos de interpretação visual de imagem (textura, porte, tonalidade e forma) e também fichas de campo e fotos da área em estudo (figura 2).



Figura 2: Vista da Micro Bacia Hidrográfica Barão de Ibitinga retirada do Google Maps Brasil em 10 de abril de 2010.

As classes de uso definidas no referido trabalho foram: mata nativa, que corresponde aos fragmentos florestais (destacado em verde, em tom mais escuro), e pastagem (destacado em verde, em tom mais claro) (figura3).

A determinação das áreas foi realizada por classificação de uso, vetorizadas manualmente por interpretação das imagens no programa Auto CAD 2006.

A partir das curvas de nível da área e pelos pontos cotados presente na carta do IBGE, foi reproduzida a superfície do terreno utilizando-se do comando spline, desenhando cada curva de nível presente na carta digitalizada para a confecção do mapa de declividade em uma categoria temática. Todo estudo de uso da terra deve incluir como uma de suas variáveis as classes de declividade existentes na região. Tal procedimento visa atender à legislação específica para o ordenamento do uso da terra (figura 3).

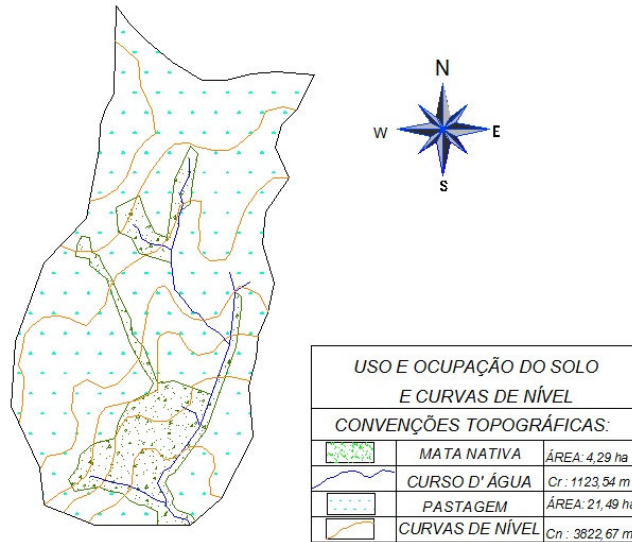


Figura 3: Uso e Ocupação e Curvas de Nível da Micro Bacia Hidrográfica do Córrego Barão de Ibitinga.

MAPA DE REPRESENTAÇÃO DO ORDENAMENTO, REDE DE DRENAGEM ÁREA DA MICRO BACIA E DA DELIMITAÇÃO DA APP

Confeccionado através do software Auto CAD 2006 para obtenção e representação da rede de drenagem e área da microbacia, e com ordenamento da bacia pelo Método de Strahler.

As APP's das nascentes e matas ciliares foram demarcadas pelo cálculo de distâncias estabelecidas pelo Código Florestal de 1.965, sendo 50 metros de raio para as nascentes e 30 metros de largura para os cursos d'água com menos de 10 metros de largura (figura 4).

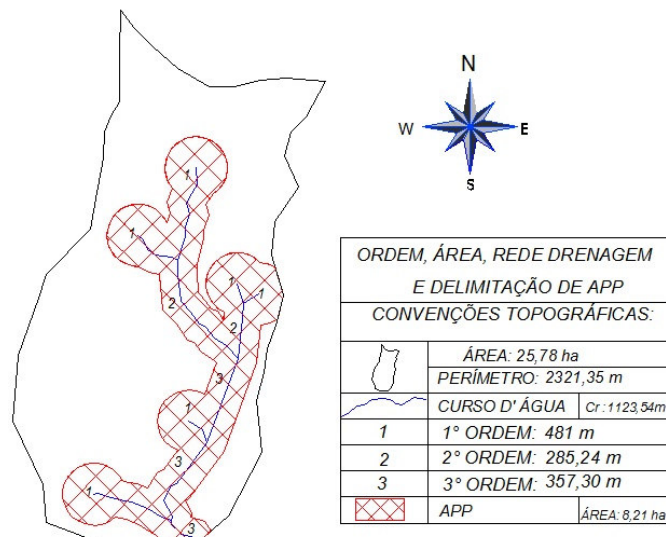


Figura 4: Ordenamento, Rede de Drenagem, Área e Delimitação da APP da Micro Bacia Hidrográfica do Córrego Barão de Ibitinga.

MAPA DE USO CONFLITANTE DO SOLO

Obtidos através de levantamento de campo com utilização de GPS e auxílio de imagem do Google Earth. Foram considerados como uso conflitante todos os usos os quais não eram de vegetação

nativa presente nas áreas de preservação permanente das nascentes, cursos d'água e encostas (Brasil, 2002) e os usos que não eram culturas permanentes nas áreas de 20% a 45% de declividade (Bigarella & Mazuchowski, 1985) (figura 5).

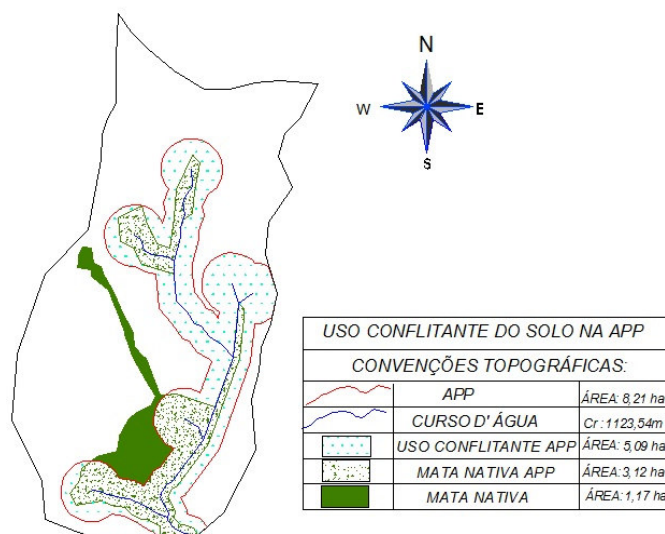


Figura 5: Uso Conflitante da APP da Micro Bacia Hidrográfica do Córrego Barão de Ibitinga.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os atributos mensuráveis da microbacia do Córrego Barão de Ibitinga são apresentados nas Tabelas 4 e 5. A microbacia do Córrego Barão de Ibitinga apresenta uma área de 257764,82 m², representando 0,057% da área do município de Socorro, com perímetro de 2321,35 m.

A micro bacia do Córrego Barão de Ibitinga caracteriza-se como sendo de 3^a ordem. Conforme pode ser observado, sendo a menor unidade geomorfológica que caracteriza a bacia hidrográfica é a bacia de primeira ordem. A junção de duas micro bacias primárias forma uma micro bacia maior, de segunda ordem, e assim sucessivamente, até a formação de uma macrobacia hidrográfica, a bacia de um rio (LIMA, 1986). Seu curso d'água principal apresenta um comprimento de 827,32 m. O fator de forma da microbacia pode ser considerado baixo (FF=0,35), podendo-se inferir que há baixa propensão para enchentes. O valor da densidade de drenagem de 4,3580 km.km⁻², calculado a partir da rede de drenagem da carta topográfica do IBGE, é considerado baixo, apresentando geologia dominada por arenitos, com chuvas de baixa intensidade. Pelo cálculo apresentado na Tabela 4, pode-se observar que o índice de circularidade (0,60) mostrando que sua forma mais estreita nos pontos mais altos e sua forma arredondada nas áreas próximas ao exutório propiciam ao rápido escoamento da água aos corpos d'água, mas quando atingidos por esse volume de água permanecem por maior tempo na bacia hidrográfica, reduzindo sua velocidade de escoamento conforme vai aproximando o exutório, a declividade da microbacia do Córrego Barão de Ibitinga é de 29,66%, apresentando relevo forte ondulado a montanhoso. Segundo Rostagno (1999) citado por Pinto (2003), o declive entre 12-40% chega a oferecer dificuldades e até mesmo problemas à utilização de máquinas agrícolas e o relevo acentuado faz com que o escoamento superficial seja rápido na maior parte dos solos, podendo causar sérios problemas de erosão (figura 11). Se, pelo lado operacional, estas características do relevo são prejudiciais, para a formação das nascentes são extremamente importantes. O uso indicado da área seria de culturas permanentes com algumas restrições.

TABELA 4. Propriedades dimensionais da microbacia do Córrego Barão de Ibitinga, Socorro S.P.

P (m)	A (m ²)	L (m)	Cp (m)	Cr (m)	Cn (m)
2321,35	257764,82	862,75	827,32	1,1235	3822,67

P = perímetro da bacia; A = área de drenagem; L = comprimento do talvegue; Cp = comprimento do canal principal; Cr = comprimento total da rede de drenagem; Cn = comprimento total das curvas de nível.

TABELA 5. Índices quantitativos da rede de drenagem e comprimento das ordens de drenagem da microbacia do Córrego Barão de Ibitinga, Socorro S.P.

Índices quantitativos da rede de drenagem							Comprimento das ordens da rede de drenagem		
Dd (km.km ²)	FF	IC	Kc	Fc	RN	S (%)	1°	2°	3°
4,3580	0,35	0,60	1,28	0,38	1,29	29,66	481	285,24	357,30

Dd = densidade de drenagem; FF = fator de forma; IC = índice de circularidade; Kc = índice de compacidade; Fc = índice de conformação; S = declividade; RN = Coeficiente de Rugosidade.

O uso atual do solo da microbacia foi realizado para verificar a ocorrência de áreas degradadas ou propícias à degradação que possam influenciar na recarga dos lençóis responsáveis pela alimentação das nascentes.

O uso do solo da microbacia do Córrego Barão de Ibitinga é a pastagem, ocupando quase toda a área. Esta cobertura vegetal, quando bem cuidada, não deixa o solo exposto durante todo ano, evitando o carreamento de partículas do mesmo. Considerando-se somente a área ocupada pela mata nativa, a micro bacia apresenta valor abaixo da recomendação de área florestada para micro bacias com declividade entre 20 e 45% (29,66%). Este valor de área florestada visa recuperar o meio físico no que concerne à erosão, às enchentes e às secas, induz a infiltração de água no solo, alimentando o lençol freático e reduz significativamente o assoreamento de rios, lagos, açudes e barragens (Rocha, 1997 *apud* Pinto, 2003). Em relação à preservação da mata nativa, principalmente no que concerne à faixa de mata ciliar, fica evidente, a partir do mapa de uso conflitante do solo, o desmatamento dessas áreas, necessitando, dessa forma, de um plano de recomposição e preservação da vegetação. A microbacia do Córrego Barão de Ibitinga apresentou, em quase toda sua extensão, uso conflitante, ou seja, as atividades estão ocupando áreas inadequadas, invadindo APP's e áreas de recarga da microbacia ou proibidas pela legislação.

A área total de preservação permanente referente ao entorno das nascentes e dos cursos d'água representou (82183,68 m²) uma área muito pequena quando comparada com a área da microbacia (257764,82 m²). A pastagem ocupou uma grande área no entorno das nascentes, podendo, este uso indevido, sendo considerado um grande agente de degradação, devido ao impacto negativo das pastagens mal manejadas sobre a regeneração natural, compactação dos solos e contaminação das águas. Do total da APP's, 61,97% encontrava-se com uso conflitante da terra, sendo necessários recompor 50930,18 m² com vegetação nativa. Os resultados mostraram o não cumprimento da legislação referente ao uso da terra nas áreas de preservação permanente das nascentes, matas ciliares e encostas. Evidencia-se, assim, a necessidade de um plano de recomposição da vegetação dessas áreas, uma vez que os desmatamentos e outros usos incorretos da terra refletem diretamente na quantidade e qualidade da água da microbacia. Pissarra (2000) *apud* Pinto (2003) também recomendam a recomposição das matas ciliares e nascentes e Costa (1978) *apud* Pinto (2003) sugere a proteção dos topos de montanhas pela manutenção da vegetação de mata ou pelo plantio de espécies arbóreas e arbustivas ou herbáceas, a fim de minimizar os efeitos da erosão.

A área total de preservação permanente (12,12%), junto com os 20% da área de Reserva Legal, totaliza 32,12% da área da microbacia, que deveriam apresentar vegetação nativa, no total de 133376,64 m². No entanto, o percentual encontrado para a vegetação nativa está bem abaixo (32,11%), da área total da APP e Reserva Legal havendo a necessidade de reflorestamento em 67,89% da área de APP e Reserva Legal da microbacia, o equivalente a 90549,40m². Das seis nascentes estudadas, três encontram-se em estado de degradação, sendo difusas e perenes, e as outras três em perturbação, sendo pontuais e perenes. A principal perturbação encontrada foi a presença de pastagem, grande causadora de fortes impactos para os recursos hídricos como compactação do solo pelo pisoteamento ao entorno e contaminação dos corpos d'água pelas fezes animais, uma vez que não colocados os cochos de água para dessedentação animal fora da área de APP, faz com que o animal venha a beber água direto no corpo d'água, tornando seu tempo ao redor dos corpos d'água maior durante o dia.

De acordo com o resultado do cálculo de RN (1,29) em conformidade com tabela 5 a classe da área agricultável da microbacia é A, sendo seu uso propícia para agricultura, podendo ser dividida em agricultura perene e anual conforme o índice de declive do relevo. A vegetação no entorno das nascentes é muito importante, pois reduz a velocidade do escoamento superficial, permitindo uma maior infiltração da água no solo, a cobertura vegetal age também como filtro dos nutrientes, reduzindo a contaminação da água das nascentes; daí também a importância do levantamento do uso da terra nas áreas de recarga e adequação das partes mais elevadas da paisagem, pois não protegem apenas a vegetação natural no entorno das nascentes assegurando a conservação da perenidade e qualidade das águas, mais também esta vegetação propicia uma maior infiltração da água das chuvas no solo e conseqüente recarga do lençol freático e alimentação das nascentes. Estas áreas são as áreas de recarga da microbacia, ou seja, são as áreas que alimentam os lençóis, impedindo que toda água da chuva seja drenada pelo leito dos rios. O tipo de solo encontrado na área de estudo foi o Latossolo vermelho-amarelo distrófico, que apresenta alta taxa de infiltração (Lima, 1987 *apud* Pinto, 2003), tem boa capacidade de retenção de água, é profundo e acentuadamente drenado (Giarola, 1994 *apud* Pinto, 2003). Estas características favorecem a recarga do lençol freático e conseqüente alimentação das nascentes.

CONCLUSÕES

A microbacia do Córrego Barão de Ibitinga localiza-se em toda sua totalidade em área de relevo acentuado o que facilita o escoamento superficial e aumenta a necessidade de proteção das áreas de recarga do lençol freático. A legislação ambiental vigente no Brasil esta sendo totalmente descumprida em toda microbacia, uma vez que toda área de recarga e outras áreas importantes para preservação dos recursos naturais, em principal o recurso hídrico estão ocupadas com pastagem, tendo significativa importância na questão econômica dos residentes a jusante da microbacia, sendo necessário um efetivo adequamento as leis e acompanhamento das práticas de conservação de solos utilizadas nas propriedades. Os resultados e os mapas gerados mostraram que existe a necessidade de um plano de recomposição da vegetação arbórea nativa das APP's em estudo, uma vez que os desmatamentos e o pisoteio do gado podem refletir na quantidade e qualidade da água da microbacia, além de atentar a necessidade de um manejo do uso correto do solo, locando adequadamente as áreas de pastagem e as áreas propícias a agricultura de forma que não interfiram em áreas que devem ser designadas para Reserva Legal e APP's. Ao relacionar o índice médio pluviométrico do local com a declividade e a atividade exercida, dessedentação de animais, consegue explicar o nível acentuado de degradação em que se encontram determinadas áreas da microbacia, onde esses dados mostram também a grande propensão do restante da microbacia à degradação e a degradação do recurso hídrico, pois este é utilizado em propriedades a jusante. Portanto o manejo de bacias hidrográficas, visando à inter-relação entre o uso do solo e água. A

avaliação correta e o diagnóstico completo da microbacia são instrumentos responsáveis pelo uso sustentável dos recursos utilizados pela atividade nela exercida.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

1. ALMEIDA, I. K. de. otimização de parâmetros no ajuste de modelos matemáticos em bacias hidrográficas de escassos registros hidrológicos. 2009. (Dissertação de Mestrado). CAPES, Programas de Pós-graduação. Disponível em: <http://dominiopublico.qprocura.com.br/dp/113405/Otimizacao-de-parametros-no-ajuste-de-modelos-matematicos-em-bacias-hidrograficas-de-escassos-registros-hidrologicos.html>. Acesso em: 10 de março de 2010.
2. AVANZI, J. C., BORGES, L. A. C., CARVALHO, R. Proteção legal do solo e dos recursos hídricos no Brasil. REVISTA EM AGRONEGÓCIOS E MEIO AMBIENTE, v.2, n.2, p. 115-128, mai./ago. 2009. Disponível em: <http://www.cesumar.br/pesquisa/periodicos/index.php/rama/article/viewFile/987/807>. acesso em: 10 de maio de 2010.
3. BARACUHY, J.G.V. Manejo integrado de micro bacias hidrográficas no semi-árido nordestino: estudo de um caso. 2001. 221p. Tese (Doutorado em Recursos Naturais)- Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 2001.
4. BARRETO G. B.; BERTONI J. Estudo da Bacia Hidrográfica da Barragem Monjolinho. Disponível no Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo. Campinas 1962. Anais: BRAGANTIA 1962, vol. 21, nº 43, p.756-776, 1962.
5. BIGARELLA, J.J.; MAZUCHOWSKI, J.Z. Visão integrada da problemática da erosão. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSAO, Maringá, 1985. Anais. Curitiba: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia / Associação de Defesa e Educação Ambiental, 1985. 372p.
6. BORGES, L. A. C. A legislação como premissa da política e da gestão ambiental. 2005. 190p. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG: UFLA, 2005.
7. BRASIL. Congresso. Senado. Resolução n.º 303 de 20 de março de 2020. Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de áreas de Preservação Permanente. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/conama/>. Extraído em: 15 de março de 2010. BRASIL. Lei 4.771, de 15 de setembro de 1965. Instituiu o Código Florestal Brasileiro. Diário Oficial [da] Republica Federativa do Brasil, Brasília, DF, 15 set. 1965. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L4771.htm> Acesso em: 15 de abril de 2010.
8. BRASIL. Lei nº 6.225, de 14 de julho de 1975. Dispõe sobre discriminação, pelo Ministério da Agricultura, de regiões para execução obrigatória de planos de proteção ao solo e de combate à erosão e dá outras providências. Diário Oficial [da] Republica Federativa do Brasil, Brasília, DF, 14 jul. 1975. Disponível em:< <http://www.lei.adv.br/6225-75.htm>>. Acesso em: 15 de abril de 2010.
9. CATELANI, C. de S.; BATISTA, G. T. Mapeamento das áreas de preservação permanente do município de Santo Antonio do Pinhal, SP: um subsídio à preservação ambiental. Revista Ambi-Água, v. 2, n. 1, p. 30-43, 2007.
10. CARDOSO, C. A., DIAS, H. C. T., SOARES, C. P. B., MARTINS, S. V. Caracterização Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Debossan, Nova Friburgo, RJ, Rio de Janeiro, 2006. Ver. Árvore, vol. 30, nº.2, p 241-248.
11. CASTRO, P. S. Recuperação e Conservação de Nascentes. CPT, 2001. 84 p. (Série Saneamento e meio ambiente; n. 26).
12. DEAMO, J. C. M., VALLE JUNIOR, R. F. do, VIEIRA, D. M. S., VIEIRA, T. A., COUTO, R. G. C. Diagnóstico físico-conservacionista da microbacia dos córregos pindaíba, marimbondo e

- tenda, Uberlândia-Mg. II Seminário Iniciação Científica – IFTM, Campus Uberaba, MG. 20 de outubro de 2009. Disponível em: http://www.iftriangulo.edu.br/proreitorias/pesquisa/revista_2/resumo/irrigacao/resumo4.pdf. extraído em 13 de março de 2010.
13. DE BIASE, M. A. Carta Clinográfica: Os Métodos de Representação e sua Confeção. *Revista de Geografia*, São Paulo, v. 6, p. 45-60, 1993. *Divisão Territorial do Brasil e Limites Territoriais*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (1 de julho de 2008). Página visitada em 10 de abril de 2010. DOMINGOS, J. Água. 2009. Disponível em: <http://www.josedomingos.com.br/2009/10/agua/>. Extraído em 25 de março de 2010.
 14. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE (1997), acessado em 25 04 2010. Disponível em [http// www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br).
 15. KENGEN, S. A. Política florestal brasileira: uma perspectiva histórica. Simpósio Ibero-Americano de Gestão e Economia Florestal. p.18-34. Anais... Porto Seguro. 2001.
 16. LIKENS, G. E. Beyond the Shoreline: A Watershed Ecosystem Approach. *Verh. Internat. Verh. Limnol.*, v.22, p.1-22, 1984.
 17. LIMA, W. de P. Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas. Piracicaba, SP: ESALQ, 1986b. 242p. Texto básico para a disciplina “Manejo de Bacias Hidrográficas”.
 18. MACEDO, M. C. M. Recuperação de áreas degradadas: pastagens e cultivos intensivos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 7, Goiânia, 1993. *Anais...Goiânia: SBSC*, 1993. p.71-72.
 19. MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H. Sistema pasto-lavoura e seus efeitos na produtividade agropecuária. In FAVORETTO, V.; Rodrigues, L.R.A.; Reis, R.A. (eds.). SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DE PASTAGENS, 2, 1993, Jaboticabal. *Anais... Jaboticabal: FUNEP, UNESP*, 1993. p.216-245.
 20. MARANHÃO, E. S. P.; Água Saúde e Ambiente. Apresentado: XVII Congresso Brasileiro de Defesa do Meio Ambiente. 2005.
 21. MMA. *GEO Brasil: Recursos Hídricos*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; Agência Nacional de águas; Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, 2007.
 22. OLIVEIRA, A. de; FERREIRA, E. Caracterização de sub-bacias hidrográficas. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 64 p. (Textos Acadêmicos. Curso de pósgraduação “Lato Sensu” (especialização) a Distância. Gestão e manejo ambiental em sistemas agrícolas).
 23. OLIVEIRA, A. O. S. A.; NETO, C. de C. N. Geomorfologia e meio ambiente: o estudo da apropriação do relevo para o desenvolvimento ambiental do meio rural e o programa estadual de micro bacias hidrográficas em São Paulo. São Paulo – S.P. In: *Revista Formação*, n. 15 v. 02 – p.89 – 99. 1991. OLIVEIRA-FILHO, A. T. de; SCOLFORO, J. R.; MELLO, J. M. Composição florística e estrutura da comunidade de um remanescente de floresta semidecídua Montana em Lavras (MG). *Revista Brasileira de Botânica*, Rio de Janeiro, v.17, n. 02, p. 159-174, dezembro. 1994.
 24. PINTO, L. V. A. Caracterização física da sub-bacia do ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG, e propostas de recuperação de suas nascentes. Lavras: UFLA, 2003. 165p. (Dissertação – Mestrado em Manejo Ambiental).
 25. PORTO, M. F. A.; PORTO R. L. L. Gestão de Bacias Hidrográficas, *Estud. av.* vol.22, no.63. São Paulo, 2008. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-0142008000200004&lang=pt. Acessado em 14 de maio de 2010.
 26. RESENDE, M., CURTI, N., RESENDE, S. B., CORRÊA, G. F. Micro-bacias hidrográficas. In: *Pedologia: Base para distinção de Ambientes*. 4. ed. Viçosa: NEPUT, 2002, p. 237-257.

27. SAMPAIO, M. V., SANTOS, M. da S., ROCHA, J. S. M. da, PAULA, M. D. de, MENDES, A. V. Deterioração físico - conservacionista da sub - bacia hidrográfica do rio Ibicuí – Mirim – Rs. In: Ciências Agrot., Lavras, v. 34, n. 2, p. 300-306, mar./abr., 2010
28. SANTI, G. R., REINERT, D. J., REICHERT, J. M., SEQUINATTO, L., OSÓRIO FILHO, B., KUNZ, M., FONTINELLI, F. Características físicas do solo da microbacia hidrográfica de Cândido Brum – Arvorezinha – RS. Santa Maria, UFSM, 2000. 04 p.
29. SETTI, A. A., LIMA, J. E. F. W., CHAVES, A. G. de M., PEREIRA, I. de C. Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos. 2ª ed. – Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas. 207 p. 2001.
30. SILVA, C. A. & DORIGON, C. O manejo integrado em micro bacias hidrográficas como estratégia de desenvolvimento rural - uma discussão preliminar dos casos do Paraná e de Santa Catarina, texto apresentado no Curso de Desenvolvimento Econômico e Manejo dos Recursos Naturais, Porto Alegre, Emater-RS/Cendec/CPDA-ProEco, julho de 1994.
31. SILVEIRA, A. L. L. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. In: TUCCI, C.E.M. (Org.). Hidrologia: ciência e aplicação. São Paulo: EDUSP, 2001. p 35-51.
32. TUCCI, C. E. M. 1997. Hidrologia: ciência e aplicação. 2.ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1997. (Col. ABRH de Recursos Hídricos, v.4).
33. TUNDISI, J. G., MATSUMURA-TUNDISI, T., PRESCHI, D. C., LUZIA, A. P., HEALING, P. H. V., FROLLINI, E. H. A Bacia hidrográfica do Tietê/Jacaré: estudo de caso em pesquisa e gerenciamento. Estudos Avançados, São Paulo – S.P.. 14p. 2008. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200010&lang=pt. Acesso em: 09 de maio de 2010.
34. VOLLENWEIDER, R. A. Scientific fundamentals of the eutrophication of lakes and flowing waters with particular reference to nitrogen and phosphorus as factors in eutrophication. Tech. Report. DAS/CSI6827, OECD, Paris, 1968.
35. ZIMMER, A.H.; MACEDO, M.C.M.; BARCELLOS, A.O.; KICHEL, A.N. Estabelecimento e recuperação de pastagens de *Brachiaria*. In: Peixoto, A.M.; Moura, J.C.; Faria, V.P. (eds.). SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 11, Piracicaba, 1994. *Anais...* Piracicaba: FEALQ, 1994. 325p.