

**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SUL DE MINAS GERAIS
Campus Inconfidentes**

LUCAS FURQUIM SANTANA

**DIAGNÓSTICO FÍSICO AMBIENTAL DE UMA MICROBACIA
HIDROGRÁFICA DA BACIA DO RIO MOGI-GUAÇU,
INCONFIDENTES-MG**

**INCONFIDENTES-MG
2010**

LUCAS FURQUIM SANTANA

**DIAGNÓSTICO FÍSICO AMBIENTAL DE UMA MICROBACIA
HIDROGRÁFICA DA BACIA DO RIO MOGI-GUAÇU,
INCONFIDENTES-MG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como pré-requisito do curso de Graduação Tecnológica em Gestão Ambiental no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Inconfidentes, para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental

Orientadora: Profa. D.Sc. Lilian Vilela Andrade Pinto

**INCONFIDENTES-MG
2010**

LUCAS FURQUIM SANTANA

**DIAGNÓSTICO FÍSICO AMBIENTAL DE UMA MICROBACIA
HIDROGRÁFICA DA BACIA DO RIO MOGI-GUAÇU,
INCONFIDENTES-MG**

Data de aprovação: 08 de junho de 2010

**Orientadora: Profa. D.Sc. Lilian Vilela Andrade Pinto
IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes**

**Pof. Luiz Flavio Reis Fernandes
IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes**

**Joyce Silvestre de Sousa
IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes**

Só se adquire perfeita saúde vivendo na obediência às leis da Natureza. A verdadeira felicidade é impossível sem verdadeira saúde, e a verdadeira saúde é impossível sem rigoroso controle da gula. Todos os demais sentidos estarão automaticamente sujeitos a controle quando a gula estiver sob controle. Aquele que domina os próprios sentidos conquistou o mundo inteiro e tornou-se parte harmoniosa da natureza.”(Mahatma Gandhi)

Dedico

A todos que contribuíram para que este trabalho fosse concluído com êxito.

Ofereço

Aos meus pais:

Jacinto Santana e Maria Márcia Furquim Santana e para minha tia, Selma Furquim da
Silva

Agradecimentos

Eu agradeço

A Deus em primeiro lugar por tudo que tem feito em minha vida, por ter me dado a chance de conhecer pessoas maravilhosas e aprender a dar valor na família.

Aos meus pais que sempre estiveram presentes comigo, me dando apoio, segurança e muito carinho.

A minha tia Selma que sempre me incentivou e me serviu de exemplo como pessoa, por me manter sempre no caminho certo.

A minha namorada, Cynthia, que sempre esteve do meu lado, me ajudando, me dando força, carinho, que sempre teve tempo para me ajudar e sempre soube falar o que eu queria e precisava escutar, uma companheira indispensável em todos os momentos.

Ao meu tio Omar, que por inúmeras vezes me emprestou o carro e me ajudou de todas as formas que podia.

Ao Vô Chiquinho e Vó Landa (in memoriam), que sempre estiveram presentes em minha vida, ao Vô Vicente e a Vó Custódia pela força e carinho.

Ao Beto quem me ajudou no que pude levando pra fazer estágio e tudo mais.

A professora Lilian, minha orientadora e grande amiga nesta minha caminhada acadêmica.

Ao professor Luizinho, por sempre ajudar nos momentos de sufoco, ficar até tarde fazendo trabalho, um amigo que levarei pela vida toda.

Ao professor Ademir, que sempre me ajudou quando precisei.

A Madalena, “Mada”, que foi uma segunda mãe enquanto estive longe de minha família.

A todos os meus colegas de turma em especial: Karen Bigon, Flávia Ferroni, Rafael Furquim, Jonatas Bigon, Ivan Farias.

E a todos que deram sua contribuição, direta ou indiretamente, para que este trabalho pudesse ser realizado com sucesso.

RESUMO

O objetivo geral deste estudo foi realizar o diagnóstico físico-ambiental de uma microbacia da bacia do Rio Moji Guaçu e os objetivos específicos foram: i) analisar o cumprimento da legislação ambiental nas áreas de preservação permanente (APPs) dos córregos, nascentes e lagos; ii) identificar os principais focos de passivos ambientais contribuintes para a problemática da eutrofização de lagos dentro do IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes; iii) propor medidas mitigadoras para maximizar o potencial hídrico da bacia. Para isso foram confeccionados mapas temáticos das áreas de preservação permanente (APP), mata nativa, uso atual da terra, rede de drenagem, impactos ambientais e uso conflitante da terra nas APP a partir de levantamento de campo, de carta planialtimétrica e SIG. Como principais resultados tem-se que a área de preservação permanente apresenta-se com 54,81% de uso conflitante, os fatores ligados à eutrofização dos lagos foram, principalmente, a retirada do cultivo de citrus para a instalação da cultura do café, fator este que levou ao corpo hídrico uma grande carga orgânica, e a falta de bacias de contenção nas áreas a montante dos lagos. O estudo mostra que é necessário um plano para a restauração da vegetação nas áreas de preservação permanente e aplicação de práticas de manejo do solo adequada como a construção de bacias de contenção a montante dos lagos, para garantir a quantidade e em especial a qualidade dos recursos hídricos dentro da microbacia.

Palavras chave: Uso da terra, microbacia e impactos ambientais.

ABSTRACT

The general objective of this study was to perform the physical environmental diagnosis of a watershed of Moji Guaçu River basin and the specific objectives were: I) analyze the compliance with environmental legislation in the areas of permanent preservation (APPs) of the streams, springs and Lakes; ii) identify the main foci of environmental liabilities contributors to the problem of eutrophication of lakes within the IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes; iii) propose mitigating measures to maximise the potential water basin. For this thematic maps were made up of permanent preservation areas (APP), native forest, current usage of the Earth, sewer, and environmental impacts of land use conflicts in APP from field survey of Charter planialtimétrica and SIG. As main results has been the permanent preservation area presents itself with 54.81% use conflicting, factors related to eutrophication in lakes were mainly the withdrawal of the cultivation of citrus for the installation of this factor, which led to a large body of water, organic load and the lack of containment basins in the upstream areas of Lakes. The study shows that you need a plan for the restoration of vegetation in the areas of permanent preservation and application of soil management practices appropriate to the construction of the upstream containment basins of lakes, to ensure in particular the quantity and quality of water resources within the watershed.

Keywords: land use, watershed and environmental impacts.

Sumário

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO	2
2.1 Objetivo geral	2
2.2 Objetivos específicos.....	2
3. REFERENCIAL TEÓRICO	3
3.1. Bacia hidrográfica	3
3.2. Microbacia hidrográfica	5
3.3. Bacias hidrográficas do Brasil	5
3.4. Bacias hidrográficas de Minas Gerais	6
3.5. Parâmetros físicos analisados em bacias hidrográficas	8
3.5.1 Área	8
3.5.2. Perímetro.....	8
3.5.3. Densidade de drenagem.....	9
3.5.4. Fator de forma.....	9
3.5.5. Declividade	11
3.5.6. Orientação	12
3.5.7. Ordem da bacia	12
3.6 Principais passivos ambientais em bacias hidrográficas.	13
3.6.1. Desmatamento.....	13
3.6.2. Erosão	13
3.6.2.1 Erosão em sulcos	14
3.6.2.2. Erosão em voçorocas	15
3.6.3. Eutrofização	15
3.6.4. Solo compactado	16
3.6.5. Formigueiros	17
3.6.6. Disposição final de resíduos sólidos e líquidos	17
3.6.7. Fossa negra	18
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
4.1. Área em estudo	19
4.2. Levantamento fisiográfico e ambiental de uma microbacia hidrográfica da bacia do rio Moji Guaçu.....	19
4.2.1 Determinação das características dimensionais da microbacia hidrográfica da bacia do rio Moji Guaçu.....	20
4.2.2 Mapas básicos e temáticos da microbacia hidrográfica da bacia do rio Moji Guaçu	21
4.2.3. Localização e caracterização das nascentes.....	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
6. CONCLUSÃO	34
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

1. INTRODUÇÃO

A realização da caracterização física da microbacia é de extrema importância para sabermos a relação entre o uso atual e o uso conflitante da terra dentro do contexto da microbacia, uma vez que em grande parte das propriedades rurais ocorre uso indevido por culturas agrícolas, onde a terra não é utilizada de acordo com sua capacidade, não é utilizado o plantio em contorno ou nível, não é feito o terraceamento das áreas declivosas, há o pastoreio desordenado, uso abusivo de agrotóxicos, desmatamentos irregulares, intervenções em APPs e etc. Estes conflitos são fatores de grande risco contra a resiliência da microbacia e sua capacidade de produção de água.

A maior parte dos problemas práticos da gestão ambiental no meio rural se refere a uma desordenada ocupação da bacia hidrográfica. As características topográficas, geológicas, pedológicas e térmicas da bacia desempenham papel essencial no seu comportamento hidrológico, sendo importante medir numericamente essas influências para se obter uma real situação do estado da bacia, podendo assim definir parâmetros para utilização de técnicas confiáveis e eficazes para a melhoria da produção hídrica da bacia hidrográfica.

O instrumento legal para disciplinar o uso da terra é o código florestal, instituído pela lei federal nº 4.771/65, que, nos artigos 2º e 3º, trata das áreas de preservação permanentes (APPs), apoiados na Resolução 302 e 303 do CONAMA que dispõe sobre as definições e limites das APPs.

Projetos de manejo do uso dos solos em uma microbacia podem ser feito com o auxílio de geoprocessamento o que possibilita a identificação de áreas susceptíveis à degradação ambiental, dados que podem ser armazenados e gerenciados com rapidez e precisão.

2. OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

Realizar o diagnóstico físico-ambiental de uma microbacia hidrográfica da bacia do Rio Moji Guaçu localizada no IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes.

2.2 Objetivos específicos

- Analisar o cumprimento da legislação ambiental nas áreas de preservação permanente (APPs) dos córregos, nascentes e lagos que compõem a microbacia estudada.
- Identificar os principais focos de passivos ambientais contribuintes para a problemática da eutrofização de lagos dentro do IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes;
- Propor medidas mitigadoras para maximizar o potencial hídrico da microbacia.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Bacia hidrográfica

Uma bacia hidrográfica compreende toda a área de captação natural da água da chuva que proporciona escoamento superficial para o canal principal e seus tributários. O limite superior de uma bacia hidrográfica é o divisor de águas (divisor topográfico), e a delimitação inferior é a saída da bacia ou confluência ou exutório (Figura 1)

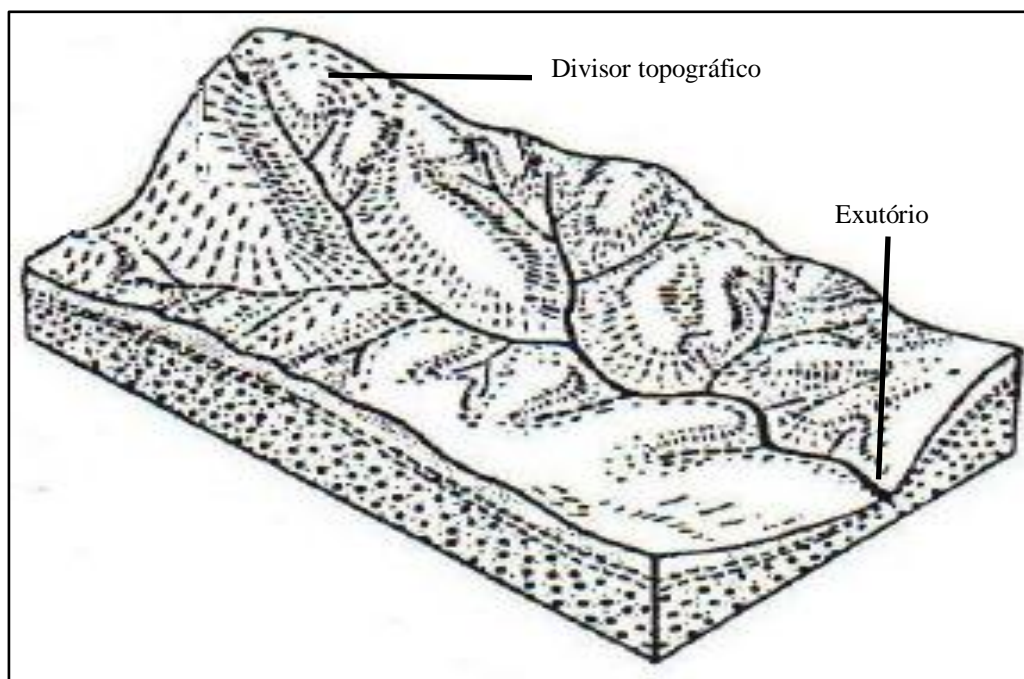


FIGURA 1: Ilustração da forma geral de uma bacia hidrográfica.

O comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica é função de suas características morfológicas, que são: área, forma, topografia, geologia, solo, cobertura

vegetal, etc.. A fim de entender as inter-relações existentes entre esses fatores de forma e os processos hidrológicos de uma bacia hidrográfica, torna-se necessário expressar as características da bacia em termos quantitativos (Lima, 1996).

Segundo Lancaster (1992), a bacia hidrográfica é uma área definida topograficamente, drenada por um curso de água ou por um sistema interligado de cursos de água tal que todos os caudais efluentes sejam descarregados através de uma única saída (secção de referência da bacia). O contorno da bacia é definido pela linha de separação de águas que divide as precipitações que caem na bacia das que caem em bacias vizinhas, e que encaminham o escoamento superficial resultante para um ou outro sistema fluvial. A linha de separação das águas segue pelas linhas de cumeada em torno da bacia, atravessando o curso de água somente na secção de referência. Passa pelos pontos de máxima cota entre as bacias, o que não impede que no interior de uma bacia existam picos isolados com cotas superiores.

Conjunto de terras drenadas por um rio principal, seus afluentes e subafluentes. A idéia de bacia hidrográfica está associada à noção da existência de nascentes, divisores de águas e características dos cursos de água, principais e secundários, denominados afluentes e subafluentes. Uma bacia hidrográfica evidencia a hierarquização dos rios, ou seja, a organização natural por ordem de menor volume para os mais caudalosos, que vai das partes mais altas para as mais baixas. As bacias podem ser classificadas de acordo com sua importância, como principais (as que abrigam os rios de maior porte), secundárias e terciárias; segundo sua localização, como litorâneas ou interiores (Rede das Águas, 2001).

Outra definição de bacias hidrográficas é a dada por Barrella (2001), sendo definido como um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, formada nas regiões mais altas do relevo por divisores de água, onde as águas das chuvas, ou escoam superficialmente formando os riachos e rios, ou infiltram no solo para formação de nascentes e do lençol freático. As águas superficiais escoam para as partes mais baixas do terreno, formando riachos e rios, sendo que as cabeceiras são formadas por riachos que brotam em terrenos íngremes das serras e montanhas e à medida que as águas dos riachos descem, juntam-se a outros riachos, aumentando o volume e formando os primeiros rios, esses pequenos rios continuam seus trajetos recebendo água de outros tributários, formando rios maiores até desembocarem no oceano.

Lima & Zakia (2000) acrescentam ao conceito geomorfológico da bacia hidrográfica, uma abordagem sistêmica. Para esses autores as bacias hidrográficas são sistemas abertos, que recebem energia através de agentes climáticos e perdem energia através do deflúvio, podendo

ser descritas em termos de variáveis interdependentes, que oscilam em torno de um padrão, e, desta forma, mesmo quando perturbadas por ações antrópicas, encontram-se em equilíbrio dinâmico. Assim, qualquer modificação no recebimento ou na liberação de energia, ou modificação na forma do sistema, acarretará em uma mudança compensatória que tende a minimizar o efeito da modificação e restaurar o estado de equilíbrio dinâmico.

3.2. Microbacia hidrográfica

O conceito de microbacia hidrográfica é um tanto vago; primeiro, porque não há um limite de tamanho para a sua caracterização e, em segundo lugar, porque há que se fazer distinção entre dois critérios (Lima, 1994 citado por Zakia, 1998):

a) do ponto de vista hidrológico, as bacias hidrográficas são classificadas em grandes ou pequenas não com base em sua superfície total, mas nos efeitos de certos fatores dominantes na geração do deflúvio. 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 é suprimida pelas características da rede de drenagem;

b) do ponto de vista de programas e políticas de uso do solo de recente estabelecimento no país - os programas de manejo de microbacias - o critério de caracterização da microbacia, neste caso, é eminentemente político e administrativo.

3.3. Bacias hidrográficas do Brasil

O Brasil é dotado de uma vasta e densa rede hidrográfica, sendo que muitos de seus rios destacam-se pela extensão, largura e profundidade. Em decorrência da natureza do relevo, predominam os rios de planalto que apresentam em seu leito rupturas de declive, vales encaixados, entre outras características, que lhes conferem um alto potencial para a geração de energia elétrica. Quanto à navegabilidade, esses rios, dado o seu perfil não regularizado, ficam um tanto prejudicados. Dentre os grandes rios nacionais, apenas o Amazonas e o Paraguai são predominantemente de planície e largamente utilizados para a navegação. Os rios São Francisco e Paraná são os principais rios de planalto (bractaceae.org)

De maneira geral, os rios têm origem em regiões não muito elevadas, exceto o rio Amazonas e alguns de seus afluentes que nascem na cordilheira andina (bractaceae.org). Podemos dividir a rede hidrográfica brasileira em oito principais bacias (Figura 2): Bacia do

Amazonas, Tocantins, Atlântico Norte e Nordeste, São Francisco, Atlântico Leste, Paraná, Uruguai e Atlântico Sul e Sudeste.

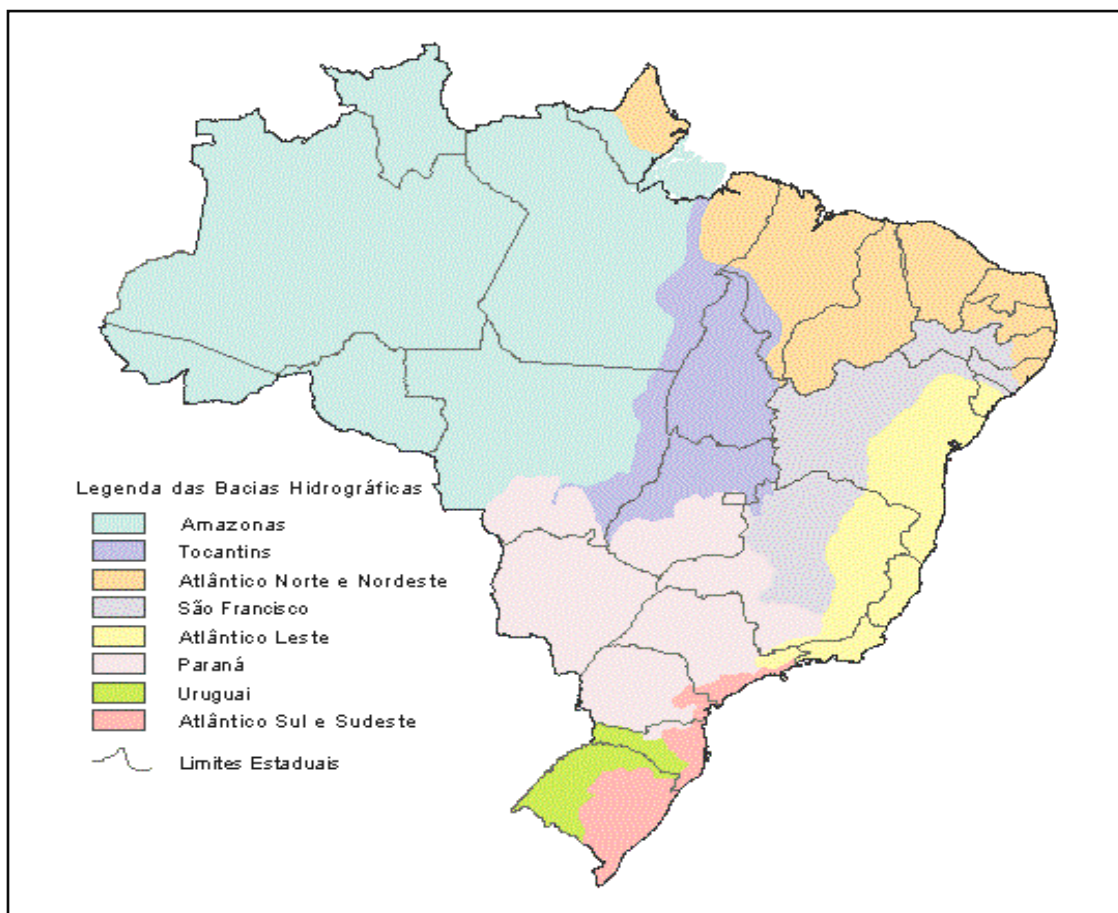


FIGURA 2: Bacias hidrográficas do Brasil (Fonte: O guia Geográfico, 2008)

3.4. Bacias hidrográficas de Minas Gerais

O estado de Minas Gerais é um dos mais importantes do país, pois, abriga algumas das principais nascentes de rios importantes para o país, como por exemplo a do rio São Francisco que está situada na Serra d'água próximo ao município de Medeiros, Minas Gerais está inserida nas regiões hidrográficas do São Francisco, Paraná, Atlântico Leste e Sudeste (Wikipédia, 2010).

O rio São Francisco tem uma extensão de 2.863 km, enquanto a área de drenagem da Bacia corresponde a 636.920 km² (8% do território nacional), abrange 503 municípios e sete Unidades da Federação (Bahia, Minas Gerais, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Goiás e Distrito Federal). A Bacia apresenta grande diversidade quanto às áreas irrigáveis, cobertura vegetal e

fauna aquática. No Alto, Médio e Submédio São Francisco, predominam solos com aptidão para a agricultura irrigada, o que não se reflete no restante da Bacia. Em relação à cobertura vegetal, a Bacia contempla fragmentos de diversos biomas, salientando-se a Floresta Atlântica em suas cabeceiras, o Cerrado e a Caatinga. Com relação à fauna aquática, observa-se que o rio São Francisco apresenta a maior biomassa e diversidade de peixes de água doce da região Nordeste (Neto et al., 2004).

O Rio Paraná em sua porção mineira, é responsável pela maior parte da energia elétrica gerada no estado através de usinas hidrelétricas. Esta bacia dividi-se em 3 bacias menores: a bacia do Rio Paranaíba, o rio Paranaíba é um dos formadores do rio Paraná, estende-se pelo norte do Triângulo Mineiro e ao longo da divisa com o estado de Goiás, outra subdivisão da bacia do Paraná é a bacia do Rio Grande, que é um outro formador do rio Paraná, nasce na Serra da Mantiqueira, no município de Bocaina de Minas, na região sul do estado de Minas, esta bacia engloba também a região do Campo das Vertentes e o sul do Triângulo Mineiro. Outros rios importantes na bacia são o Verde, o Pardo, o Sapucaí e o das Mortes, e por último a bacia do Rio Piracicaba/Jaguari que tem a menor porção do Estado, com apenas 5 municípios do Sul de Minas junto à divisa com o estado de São Paulo. O rio Jaguari é um dos formadores do rio Piracicaba, afluente do rio Tietê (ONS, 2007).

A bacia do Atlântico Leste, assim como a do Paraná, também é subdividida em três bacias menores, contando com a bacia do Rio Jequitinhonha, sua bacia se estende pela região de mais baixos indicadores sociais do estado, mas de forte riqueza cultural, a bacia do Rio Mucuri que é formada pelos rios Mucuri do sul e do Norte, que tem sua bacia hidrográfica situada junto à divisa de Minas com os estados da Bahia e do Espírito Santo, e por último a bacia do Rio Pardo, localizada no Norte de Minas, abrangendo uma pequena região junto à divisa com a Bahia (Wikipédia, 2010).

A bacia do Atlântico Sudeste alcança a porção leste do estado de Minas Gerais, se dividindo em três bacias, a do Rio Doce que abrange municípios do norte da Zona da Mata, leste da Região Metropolitana de BH e todo o Vale do Rio Doce, outra subdivisão é formada pela bacia do Rio Paraíba do Sul, trata-se de uma das principais bacias em termos de geração de energia elétrica para o estado de Minas. Abrange boa parte da Zona da Mata e uma pequena área do Campo das Vertentes e do Sul de Minas, e por último a bacia do rio Itabapoana abrange uma porção muito pequena do estado, no nordeste da Zona da Mata, junto à Serra do Caparaó, na divisa com o Espírito Santo.

3.5. Parâmetros físicos analisados em bacias hidrográficas

Para se entender e agir de forma coerente na gestão de recursos hídricos é de fundamental importância entender o funcionamento de uma bacia, e para isso torna-se necessário compreender as inter-relações entre as manifestações que ocorrem dentro dela, expressando quantitativamente seus fatores de forma física e seus processos. Alguns parâmetros foram criados para melhor entender o sistema dentro de uma bacia hidrográfica, lembrando que nenhum destes fatores determina o funcionamento da bacia por si só (Adaptado de Lima, 2000).

Os parâmetros físicos analisados em uma bacia segundo Lima (1996) e quantificados neste estudo são: área, fator de forma, declividade média, densidade de drenagem, comprimento da bacia, comprimento dos canais, orientação, índice de circularidade, etc.;

3.5.1 Área

Segundo Anderson (1957) citado por Lima (1996), a maioria das características da bacia está de alguma forma, correlacionada com sua área, tornado assim esta variável uma das importantes para a análise física de microbacias. A área da microbacia deve ser definida a partir de um dado ponto ao longo do canal, ou mesmo da própria saída ou confluência da bacia. A área total é definida pelos pontos situados a altitudes superiores à da saída da bacia e situado no divisor topográfico que separa duas bacias vizinhas. A determinação da área deve ser feita com muito rigor, pois, a determinação errada da área de uma microbacia influencia diretamente nos demais parâmetros a serem analisados, esta delimitação pode ser auxiliada com o uso de fotografias aéreas, mapas topográficos, ou levantamento de campo, e sempre que possível com auxílio de computadores, utilizando programas como o SPRING, AutoCAD, entre outros. Estes programas facilitam a manipulação dos dados obtidos e gera maior confiança nos resultados atingidos.

3.5.2. Perímetro

É o comprimento linear do divisor topográfico, ou seja medido a partir das cotas mais altas do terreno dentro da microbacia, representado em quilômetros ou metros, que pode ser determinado através de um curvímetro ou analiticamente por coordenadas, ou até mesmo de

maneira gráfica, sempre obedecendo a escala do desenho da bacia hidrográfica (UNICAMP, 2005). Uma forma mais rápida e simples de se determinar o perímetro de uma bacia hidrográfica é utilizando alguns softwares como o Auto CAD, que pela função list pode-se determinar o perímetro após clicar na área desejada, ou pelos programas: Spring, Envi, Idrisi, Map Source, entre outros.

3.5.3. Densidade de drenagem

Define-se densidade de drenagem como sendo a razão entre o comprimento total dos canais ou cursos de água e a área da bacia hidrográfica (Horton, 1932 citado por Lima, 1996). É um índice importante, pois reflete a influência de vários aspectos ligados à geologia da bacia estudada, topografia que é encontrada na área de estudo, do solo e da vegetação predominantes na bacia hidrográfica, e também relaciona o tempo gasto para a saída do escoamento superficial da bacia hidrográfica. É dado pela fórmula:

$$DD = L/A$$

Onde:

DD = densidade de drenagem (km/km²)

L = comprimento total de todos os canais (km)

A = área da bacia hidrográfica (km²)

Assim sendo Vilela e Mattos (1975), classificaram as bacias hidrográficas quanto a sua densidade de drenagem em:

- Baixa DD : menor que 1,8 km/km²
- Média DD : entre 1,8 e 2,5 km/km²
- Alta DD : maior que 2,5 km/km²

3.5.4. Fator de forma

A forma mais comumente encontrada em microbacias é a de uma pêra, após ela ser representada em um plano, forma esta que pode variar muito de acordo com a relação de interações de fatores com o clima e a geologia da bacia, todavia, várias outras formas

geométricas podem existir. Em qualquer situação a superfície da bacia é côncava, a qual se determina a direção geral do escoamento que é representado pela orientação da bacia. A forma da bacia, bem como a forma do sistema de drenagem, pode ser influenciada por algumas outras características da bacia, principalmente pela geologia, por este fator a forma é uma das características físicas mais difíceis de ser expressas em termos quantitativos (Lima, 1996).

Segundo Horton (1932) citado por Lima (1996) o fator de forma pode ser definido pela fórmula:

$$F = A/L^2$$

onde:

F = fator de forma

A = área da bacia

L = comprimento do eixo da bacia (da foz ao ponto extremo mais longínquo no divisor topográfico).

Segundo Lima (1996) este índice de forma pode atuar sobre alguns dos processos hidrológicos, ou sobre o comportamento hidrológico da bacia, por exemplo, dar alguma indicação sobre a tendência a inundações, conforme ilustrado na Figura 3.

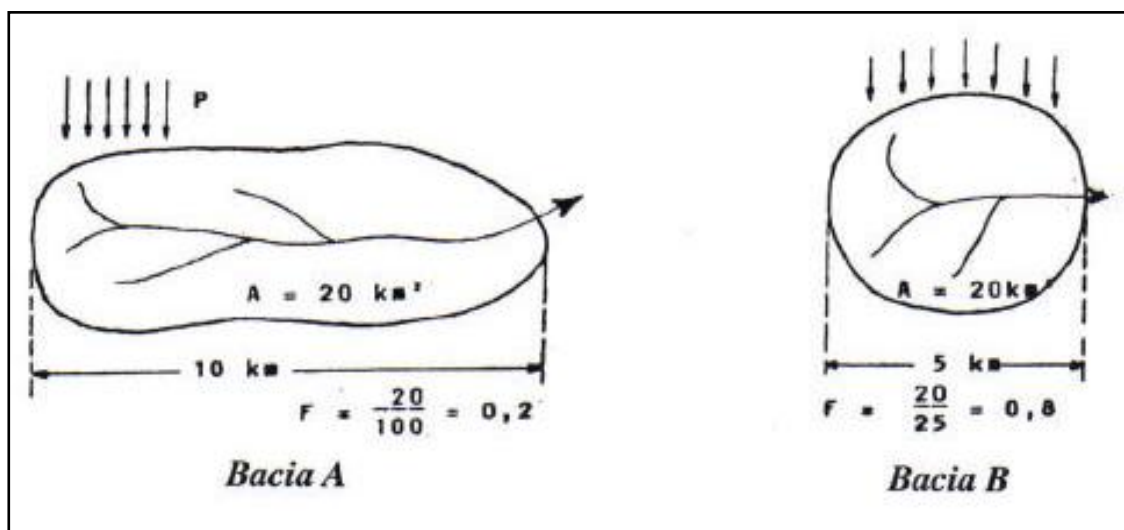


FIGURA 3: Ilustração da determinação do fator de forma para duas bacias de mesma área (Lima, 1996)

O escoamento direto de uma dada chuva na bacia (A) não se concentra tão rapidamente como em (B), além do fato de que bacias longas e estreitas como a (A) são mais

difícilmente atingidas integralmente por chuvas intensas (Schwab et al.,1966). Comparativamente, bacias de fator de forma maior têm maiores chances de sofrer inundações do que bacias de fator de forma menor.

Outro índice de forma é o chamado “índice de Circularidade” (Ic), que determina o comportamento do escoamento superficial e a propensão a enchentes. Esse índice representa a relação entre a área total da bacia e a área de um círculo de perímetro igual ao da área total da bacia, que, na expansão areal, melhor se relaciona com o escoamento fluvial. Assim, $Ic=0,51$ representa um nível moderado de escoamento, não contribuindo na concentração de águas que possibilitem cheias rápidas. Valores maiores que 0,51 indicam que a bacia tende a ser mais circular, favorecendo os processos de inundação (cheias rápidas). Já os valores menores que 0,51 sugerem que a bacia tende a ser mais alongada favorecendo o processo de escoamento (Müller, 1953 & Schumm, 1956) (Tabela 1). O IC pode ser calculado pela formula:

$$IC = 12,57 * A / P^2$$

IC = índice de circularidade

A = área da bacia

P = perímetro da bacia

TABELA 1: Valores de IC e a propensão da microbacia hidrográfica à enchentes

Valor de IC	Propensão á enchentes
0,51	Média propensão á enchentes
>0,51	Cheias longas
<0,51	Baixa propensão á enchentes

3.5.5. Declividade

A relação mais importante na declividade de uma bacia hidrográfica está relacionada com os vários processos hidrológicos que nela ocorrem, tais como a infiltração, o escoamento superficial, a umidade do solo, etc., sendo um dos fatores principais que regulam o tempo de duração do escoamento superficial e de concentração da precipitação nos leitos dos cursos d’água. Quando maior a declividade mais rápido o escoamento. A diferença entre a elevação

máxima e a elevação mínima define a chamada “amplitude altimétrica” da bacia. Dividindo-se a amplitude altimétrica pelo comprimento da bacia obtém-se uma medida do gradiente ou da declividade geral da bacia que é dada em porcentagem, que guarda relação com o processo erosivo (Lima, 1996).

A declividade média da bacia pode ser calculada pela fórmula seguinte:

$$S = (D \times L / A) \times 100$$

Onde:

S = declividade média (%)

D = distância entre as curvas de nível (m)

L = comprimento total das curvas de nível (m)

A = área da bacia hidrográfica (m²)

3.5.6. Orientação

A orientação da bacia hidrográfica define a direção geral para a qual a declividade da mesma está exposta, sendo assim, bacias de orientação norte drena para o norte. A evapotranspiração é afetada diretamente pela orientação da bacia hidrográfica, onde bacias de orientação Sul, que recebem maior radiação solar durante o dia promoverão menores deflúvios para uma mesma precipitação de orientação Norte, devido a sua influência sobre a quantidade de radiação solar recebida pela bacia. Esta pode, sem dúvida, afetar as relações entre a precipitação e o deflúvio (Lima, 1996).

3.5.7. Ordem da bacia

Segundo Strahler (1957), todos os cursos d'água sem tributários são de primeira ordem, inclusive os trechos da nascente do rio principal e dos afluentes. Os de segunda ordem têm apenas afluentes de primeira ordem. Os de terceira ordem recebem afluência dos de

segunda ordem, podendo receber afluência direta de cursos d'água de primeira ordem, desde a sua nascente até sua seção final. Um trecho de ordem u é estabelecido pela confluência de dois trechos de ordem $u-i$, podendo receber afluência de trechos de qualquer ordem inferior.

Na classificação de Horton o rio principal é consignado pela mesma ordem desde a nascente. Assim, a ordem do rio principal mostra a extensão da ramificação na bacia (Cruz, 2006).

3.6 Principais passivos ambientais em bacias hidrográficas.

3.6.1. Desmatamento

Segundo o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, IBAMA (2010), desmatamento é a operação que objetiva a supressão total da vegetação nativa de determinada área para o uso alternativo do solo. Considera-se nativa toda vegetação original, remanescente ou regenerada, caracterizada pelas florestas, capoeiras, cerradões, cerrados, campos, campos limpos, vegetações rasteiras, entre outras. Ainda, qualquer descaracterização que venha a suprimir toda vegetação nativa de uma determinada área deve ser interpretada como desmatamento.

De acordo com Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA (1996) e conforme o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq e Academia de Ciências do Estado de São Paulo (1987) citado no Portal São Francisco (2010), desmatamento é caracterizado pela prática de corte, capina ou queimada (por fogo ou produtos químicos), que leva à retirada da cobertura vegetal existente em determinada área, para fins de pecuária, agricultura ou expansão urbana.

A remoção da vegetação natural através do desmatamento é a primeira etapa da ocupação de um território. A vegetação natural mantém na região um processo de controle da erosão natural, atenuando a ação das chuvas no solo. Quando esta vegetação é removida pode se instalar na região um processo de erosão (Abdon, 2004).

3.6.2. Erosão

A erosão é essencialmente um processo de desgaste da superfície e/ou arrastamento das partículas do solo por agentes, tais como a água das chuvas (hídrica), ventos (eólica), gelo

(mudanças de temperatura), ou outro agente geológico, incluindo processos como o arraste gravitacional (Universidade Federal do Ceará, UFC, 2010).

A erosão destrói as estruturas do solo (areias, argilas, óxidos e húmus), estas são transportados para as partes mais baixas dos relevos pela ação do escoamento superficial, e em geral vão assorear cursos d'água, lagos, reservatórios e nascentes. A erosão destrói o solo e a água e é um problema muito sério em todo o planeta devido a todas as perdas causadas por este fenômeno. Devem ser adaptadas práticas de conservação de solo e boas práticas de manejo para minimizar o problema e otimizar a produção de água. Em solos cobertos por floresta a erosão é muito pequena e quase imperceptível, mas é um processo natural sempre presente e importante para a formação dos relevos, porém a intensificação do uso desordenado do solo vem causando sérios problemas econômicos, sociais e principalmente ambientais (Wikipédia, 2010).

A erosão é um processo natural de desagregação, decomposição, transporte e deposição de materiais de rochas e solos que vem agindo sobre a superfície terrestre desde os seus princípios. Contudo, a ação humana sobre o meio ambiente contribui exageradamente para a aceleração do processo, trazendo como conseqüências, a perda de solos férteis, a poluição da água, o assoreamento dos cursos d'água e reservatórios e a degradação e redução da produtividade global dos ecossistemas terrestres e aquáticos (Portal São Francisco, 2010).

Segundo Oliveira et al. (1987) citado no portal São Francisco, o fenômeno de erosão vem acarretando, através da degradação dos solos e, por conseqüência, das águas, um pesado ônus à sociedade, pois além de danos ambientais irreversíveis, produz também prejuízos econômicos e sociais, diminuindo a produtividade agrícola, provocando a redução da produção de energia elétrica e do volume de água para abastecimento urbano devido ao assoreamento de reservatórios, além de uma série de transtornos aos demais setores produtivos da economia.

O fenômeno de erosão pode ser classificado em erosão em sulcos e erosão em voçorocas de acordo com sua gravidade.

3.6.2.1 Erosão em sulcos

No processo de erosão em sulcos, o agente responsável pela desagregação e transporte dos sedimentos em sulcos é o escoamento concentrado (Meyer et al., 1975; Foster, 1982). Segundo o Núcleo de Pesquisa em Manejo de Solo e Água da Universidade Federal do Ceará

(2010), é uma forma de erosão resultante da concentração da enxurrada em alguns pontos do terreno, atingindo volume e velocidades suficientes para formar sulcos mais ou menos profundos. Na sua fase inicial, os sulcos podem ser desfeitos com as operações normais de preparo do solo, porém em estágio mais avançado, podem atingir profundidades que interrompem o trabalho de máquinas.

A erosão em sulcos ocorre somente quando as forças de cisalhamento do escoamento superam as forças coesivas do solo, momento em que ocorre a tensão crítica de cisalhamento. Portanto, a erosão em sulcos é uma resultante da interação da capacidade do escoamento em erodir e a capacidade do solo em resistir às forças de desagregação e transporte pela água (Foster, 1982).

3.6.2.2. Erosão em voçorocas

A voçoroca, boçoroca ou ravina é um fenômeno geológico que consiste na formação de grandes buracos de erosão, causados pela chuva e intempéries, em solos onde a vegetação é escassa e não mais protege o solo, que fica cascalhento e suscetível de carregamento por enxurradas (Wikipédia, 2010).

As voçorocas podem ser o resultado de erosão superficial, erosão subsuperficial e movimentos de massa. Existem fatores que atuam na intensidade da erosão: a erosividade do agente (potencial de erosão da água), e a erodibilidade do solo, que representa a suscetibilidade à erosão do solo (Bacellar, 2006).

Segundo Ab'Saber (1968) citado por Cardoso (2009), o processo de formação das voçorocas está associado a paisagens de onde foi retirada a sua cobertura vegetal. Nestas paisagens, a água de escoamento superficial ao percolar linearmente no solo, e atingir o lençol freático, compromete a estabilidade da área e gera a formação de voçorocas. Vários fatores contribuem para a formação de voçorocas, tais como: ações antrópicas, manejo inadequado de solos, cultivos inadequados, entre outros.

3.6.3. Eutrofização

Segundo Monteiro (2004), a eutrofização é um processo natural de envelhecimento dos lagos motivado pela acumulação de matérias de origem mineral ou de origem orgânica

trazidas por cursos de água, que a ele afluem, e por águas drenantes da bacia hidrográfica. Estas massas de água evoluem para um estado eutrófico, caracterizado por uma capacidade de produção biológica importante. Os sucessivos depósitos vão assoreando e os lagos transformam-se em pântanos e evoluem para um ecossistema terrestre. Para que este processo ocorra de forma natural são necessárias centenas de milhões de anos.

A eutrofização se dá em dois tipos, segundo a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará COGERH (2007), a eutrofização natural resulta da descarga natural de nutrientes contidos nos solos e que são levados pelas chuvas que lavam a superfície terrestre, além de outros mecanismos naturais (ação de animais, etc.). Já a eutrofização artificial também chamada de eutrofização acelerada, cultural ou antrópica, é decorrente do lançamento nos corpos d'água de cargas pontuais de efluentes industriais e domésticos ricos em compostos sintéticos (sobretudo os fosfatados) e orgânicos, bem como de cargas difusas provenientes da água de drenagem de áreas cultivadas, contendo adubos químicos. Esse é o processo de eutrofização que mais comumente ocorre no mundo inteiro.

3.6.4. Solo compactado

A Compactação do Solo é um processo decorrente da utilização agrícola do solo, quando o solo perde sua porosidade através do adensamento de suas partículas. Na agricultura a compactação do solo se dá pela influência de máquinas agrícolas, tais como tratores e colhedoras, como também pelo pisoteio de animais, como o gado (Stone et al., 2002).

O termo compactação do solo refere-se à compressão do solo não saturado durante a qual existe um aumento de sua densidade em consequência da redução de seu volume, resultando na expulsão de ar dos poros do solo (Batista, sd).

A compactação do solo é, por definição, a compressão do solo não-saturado, provocando uma reorganização estrutural das partículas e de seus agregados, resultando em aumento da densidade do solo e redução na macroporosidade e, conseqüentemente, na porosidade total. Isso resulta em restrição ao crescimento da raiz, a qual afeta o crescimento da planta e a produção de biomassa (Stone et al., 2002). Os principais efeitos negativos da compactação do solo são o aumento da resistência mecânica, a redução da aeração e da disponibilidade de água e nutrientes e, conseqüentemente, o decréscimo da produtividade (Goedert et al., 2002).

3.6.5. Formigueiros

De acordo com Zanetti (2002) as formigas cortadeiras são insetos sociais que apresentam casas reprodutoras e não reprodutoras, vivendo em colônias permanentes. São mastigadoras e se desenvolvem por holometabolia (ovo-larva-pupa-adulto). Pertencem a ordem Hymenoptera, família Formicidae e subfamília Myrmecinae. Os gêneros de maior importância são *Atta* (saúvas) e *Acromyrmex* (quenquéns).

As formigas cortadeiras são as principais pragas dos reflorestamentos brasileiros, pois atacam intensamente e constantemente as plantas em qualquer fase de seu desenvolvimento, cortando as folhas, flores, brotos e ramos finos, que são carregados para o interior de seus ninhos sob o solo, o que torna difícil o seu controle. Combater as formigas cortadeiras é de fundamental importância em reflorestamentos, uma vez que as formigas o constituem fator limitante ao seu desenvolvimento, gerando perdas diretas, como morte de mudas e a redução do crescimento de árvores e indiretas como a diminuição da resistência das árvores a outros insetos e a agente patogênico às mesmas (Zanetti, 2002).

Em estudos realizados no estado do Paraná as formigas cortadeiras destacam-se como as principais pragas de florestas implantadas de *Pinus* e *Eucalyptus*, especialmente nas fases de pré-corte e imediatamente após o plantio ou no início da condução de brotação (Boaretto & Forti, 1997).

3.6.6. Disposição final de resíduos sólidos e líquidos

De acordo com Pacheco & Yamanaka (2008), em abatedouro, assim como em vários tipos de indústria, alto consumo de água acarreta grandes volumes de efluentes. Segundo o guia técnico cerca de 80 a 95% da água consumida é descarregada como efluente líquido. Estes efluentes caracterizam-se principalmente por: alta carga orgânica, devido à presença de sangue, gordura, esterco, conteúdo estomacal não-digerido e conteúdo intestinal; alto conteúdo de gordura; flutuações de pH em função do uso de agentes de limpeza ácidos e básicos; altos conteúdos de nitrogênio, fósforo e sal; flutuações de temperatura (uso de água quente e fria).

Pacheco & Yamanaka (2008) animais mortos e carcaças condenadas devem ser dispostos ou tratados de forma a garantir a destruição de todos os organismos patogênicos.

Todos os materiais ou partes dos animais que possam conter ou ter contato com partes condenadas pela inspeção sanitária são consideradas de alto risco e devem ser processadas em graxarias inspecionadas e autorizadas, para garantia dos processos que levam à esterilização destes materiais.

Segundo Pacheco (2006), o sangue pode ser vendido para processamento, visando a separação e uso, ou comercialização de seus componentes (plasma, albumina, fibrina, etc), mas também pode ser enviado para graxarias, para produção de farinha de sangue, usada normalmente na preparação de rações animais. De qualquer forma, processamentos e destinações adequadas devem ser dadas a todos os subprodutos e resíduos do abate, em atendimento às leis e normas vigentes, sanitárias e ambientais.

3.6.7. Fossa negra

Segundo o Decreto Municipal de Santo André/ SP, nº 14.311, de 20 de maio de 1999 em seu artigo segundo, fossa negra é definido como: tanque destinado ao tratamento de esgotos, construído de forma precária ou inadequada, proporcionando contato direto do material em seu interior com o solo, constituindo um foco de contaminação para o lençol freático e o subsolo.

A fossa negra gera grandes alterações no ambiente natural, causado pela forma com que é construída, onde o esgoto é lançado sem tratamento em uma buraco escavado no chão o que gera uma contaminação do solo e das águas subterrâneas. Um exemplo são as latrinas onde as pessoas defecam diretamente neste buraco. Outro exemplo muito frequente são dejetos de criação animal.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Área em estudo

A microbacia hidrográfica em estudo pertence a bacia hidrográfica do Rio Mogi Guaçu e está localizada no IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. O município de Inconfidentes-MG apresenta uma área de 145 Km², clima tropical de altitude, com média anual de 18°C, sendo registradas no inverno temperaturas mínimas inferiores a zero graus (0 °) nos lugares mais altos e temperaturas inferiores a 22°C em outras áreas.

O município de Inconfidentes apresenta um relevo acidentado o que propicia a existência de um grande número de nascentes, pertencentes à drenagem principal representadas pelo Rio Mogi Guaçu. Os afluentes mais importantes do Rio Mogi Guaçu são: pela margem direita o Ribeirão Santa Isabel e o córrego da Onça, e pela margem esquerda o Rio Espreado, Córrego do Pessegueiro e o Córrego Grande. Outros cursos de águas importantes e afluentes indiretos do Rio Mogi são: o Córrego da Grama e o Ribeirão dos Leites.

4.2. Levantamento fisiográfico e ambiental de uma microbacia hidrográfica da bacia do rio Moji Guaçu

O levantamento fisiográfico consistiu na determinação das características dimensionais da microbacia hidrográfica, da declividade e dos usos da terra presentes na microbacia. Já o levantamento ambiental consistiu na avaliação do cumprimento da legislação ambiental no que tange a conservação da flora nas APP de nascentes, cursos d'água e reservatórios, no levantamento dos focos de passivo ambiental aos solos, as águas e a flora da microbacia e no estado de conservação das nascentes.

4.2.1 Determinação das características dimensionais da microbacia hidrográfica da bacia do rio Moji Guaçu

O levantamento fisiográfico foi realizado com o auxílio de cartas planialtimétricas e levantamento de campo que foram processados em um SIG para a determinação dos valores dimensionais da microbacia seguindo a metodologia de Oliveira & Ferreira (2001) para o cálculo do maior comprimento (C), comprimento do curso d'água principal (Cp), comprimento total da rede (L), área (A) e perímetro (P), e a metodologia de Wisler & Brater (1964) e Horton (1932) citados por Lima (1996) para o cálculo da densidade de drenagem (Dd), Orientação, declividade média (S), fator de forma (F) e índice de circularidade (IC), descritos abaixo.

O **maior comprimento (C)** foi mensurado com a medição da distância que acompanha aproximadamente a direção do tributário principal, da foz ao divisor de água.

O **Comprimento do curso principal (Cp)** foi obtido pelo somatório dos segmentos correspondentes ao canal principal, ou seja, o comprimento do curso principal desde a nascente do ribeirão até a foz. O curso d'água principal foi obtido a partir das cartas planialtimétricas do IBGE.

O **Comprimento total da rede (Cr)** foi determinado da mesma forma que o Cp, considerando também os tributários. A rede de drenagem foi obtida a partir das cartas planialtimétricas do IBGE e após atualização da rede de drenagem em campo.

A **Área (A)** da microbacia foi delimitada a partir da carta planialtimétrica e compreendeu a área delimitada pelo divisor de águas.

O **Perímetro (P)** foi obtido com a medição do comprimento da linha divisora de águas que circunda a sub-bacia.

A **Densidade de drenagem (Dd)** foi obtida utilizando a fórmula " $Dd = Cr/A$ ", onde "Cr" é o comprimento total da rede em km e "A" é a área da microbacia hidrográfica em km^2 . A unidade da Dd é km/km^2

A **Orientação** foi obtida observando a direção geral para a qual a declividade da microbacia estava exposta.

A **Declividade média (S)** foi obtida utilizando a " $S = (D \times L / A) \times 100$ ", em que "D" é a distância entre as curva de nível em metros, "L" é comprimento total das curvas de nível em metros e "A" é a área da microbacia hidrográfica em km^2 .

O **Fator de forma (F)** foi obtido pela fórmula “ $F=A/C^2$ ”, onde “A” é a área da microbacia hidrográfica em km^2 e “C” é o maior comprimento em km.

O **Índice de circularidade (IC)** foi calculado utilizando a fórmula “ $IC = 12,57 * A / P^2$ ”, onde “A” é a área da microbacia hidrográfica em km^2 e “P” é o perímetro em km.

A rede de drenagem foi classificada quanto a ordem seguindo a metodologia de Strahler (1957), que classifica todos os cursos d'água sem tributários como sendo de primeira ordem, inclusive os trechos da nascente do rio principal e dos afluentes; os canais de segunda ordem têm apenas afluentes de primeira ordem; os canais de terceira ordem recebem afluência dos de segunda ordem, podendo receber afluência direta de cursos d'água de primeira ordem, desde a sua nascente até sua seção final. Um trecho de ordem u é estabelecido pela confluência de dois trechos de ordem u-1, podendo receber afluência de trechos de qualquer ordem inferior.

O relevo da microbacia foi classificado seguindo a tabela de De Biase (1993) (Tabela 2).

TABELA 2: Correlação entre classes de declividade e relevo

Classes de declividade (%)	Relevo
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

4.2.2 Mapas básicos e temáticos da microbacia hidrográfica da bacia do rio Moji Guaçu

Os mapas básicos confeccionados foram os mapas das curvas de nível e da rede de drenagem partir da carta planialtimétrica do IBGE, folha de Ouro Fino, escala 1:50.000, ano de 1962, fazendo uso do programa Auto Cad 2009.

Os mapas temáticos de uso atual da terra, áreas de preservação permanente, mata nativa, uso conflitante nas áreas de preservação permanente e principais focos de passivo ambiental foram gerados no programa Auto Cad 2009.

O mapa de uso atual da terra na microbacia foi confeccionado após o levantamento dos usos presentes na bacia fazendo uso do GPS, da marca GARMIM ETREX Zummit HC. Os pontos que delimitaram os usos da terra foram descarregados no programa Map Source,

versão 2004/2005, salvos na extensão dxf para serem abertos no programa Auto Cad 2009 e posterior confecção do mapa.

Para a análise do cumprimento da legislação em áreas de preservação permanente, primeiramente foi confeccionado um mapa temático das áreas de preservação permanente seguindo as premissas do artigo 2º da Lei 4.771/65 em que são consideradas de preservação permanente, “*a) ao longo dos rios ou de qualquer curso de água em faixa marginal, medida a partir do nível mais alto, em projeção horizontal, cuja largura mínima seja (1) de 30 (trinta) metros para cursos de água de menos de 10 (dez) metros de largura [...], nas nascentes, ainda que intermitentes, e nos chamados olhos d’água, qualquer que seja sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia hidrográfica constituinte*” (Brasil, 2010) ”(Figura 4) e as premissas da resolução do CONAMA nº 302, que em seu art. 3º, inciso I e parágrafo 1º da mesma resolução, que delimita as áreas de reservatórios da seguinte maneira: *Art 3º “Constitui Área de Preservação Permanente a área com largura mínima, em projeção horizontal, no entorno dos reservatórios artificiais, medida a partir do nível máximo normal de:*

I - trinta metros para os reservatórios artificiais situados em áreas urbanas consolidadas e cem metros para áreas rurais;[...] § 1º Os limites da Área de Preservação Permanente, previstos no inciso I, poderão ser ampliados ou reduzidos, observando-se o patamar mínimo de trinta metros, conforme estabelecido no licenciamento ambiental e no plano de recursos hídricos da bacia onde o reservatório se insere, se houver. Como o IFSULDEMINAS-Campus Inconfidentes não apresenta licenciamento ambiental seguiu-se as premissas da Lei Florestal do Estado de Minas Gerais (Lei Nº 14.309, de 19 de Junho de 2002) para delimitar as áreas de preservação permanente no entorno dos lagos presentes na instituição. A referida lei em seu artigo 10º, parágrafo 2º ressalta que em reservatório artificial resultante de barramento construído sobre drenagem natural deve-se seguir a largura mínima de 30m (trinta metros) nas margens dos reservatórios. Na região é o que segue o órgão ambiental competente.

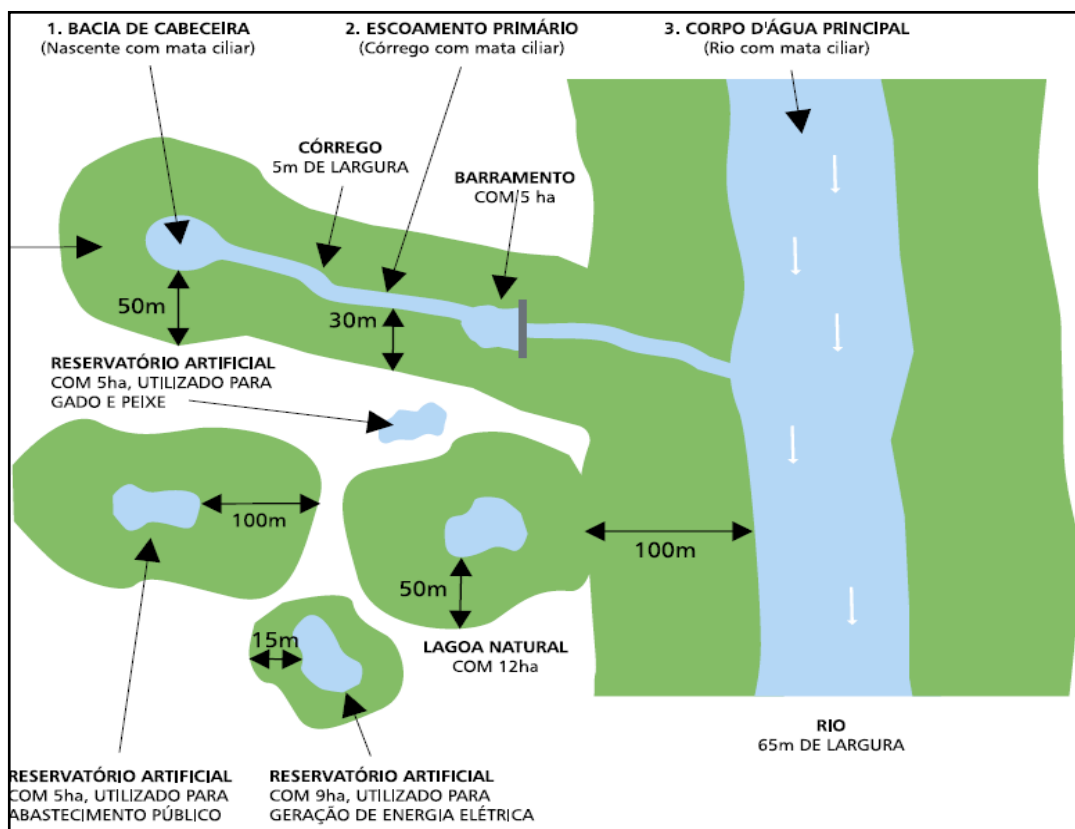


FIGURA 4: Áreas de preservação permanente (Fonte: Calheiros et al., 2004)

Para a obtenção do mapa de uso conflitante da terra nas áreas de preservação permanente foi feito o cruzamento dos planos de “áreas de preservação” versus “uso atual da terra da microbacia”.

O mapa temático dos focos de passivos ambientais encontrados na microbacia que levam, segundo a literatura, a diminuição da qualidade da água das nascentes, cursos d’água e represas de uma microbacia hidrográfica foram levantados fazendo uso do GPS. Cada foco de passivo recebeu um símbolo e os mesmos foram locados espacialmente dentro da microbacia hidrográfica gerando um mapa temático de passivos ambientais no programa Auto Cad 2009.

4.2.3. Localização e caracterização das nascentes

A localização das nascentes foi realizada através de levantamento de campo utilizando um aparelho de GPS. Essa demarcação possibilitou a localização das nascentes na carta planialtimétrica e posterior atualização da mesma.

A caracterização das nascentes foi efetuada devida a real situação que se encontram suas áreas adjacentes, tidas como áreas de preservação permanente segundo o artigo 2º da Lei 4.771/64, seguindo as classificações de Pinto (2003) & Pinto et al. (2004) em “**conservadas**” quando apresentam pelo menos 50 metros de vegetação natural no seu entorno medidas a partir do olho d’água em nascentes pontuais ou a partir do olho d’água principal em nascentes difusas; “**perturbadas**” quando não apresentam 50 metros de vegetação natural no seu entorno, mas apresentavam bom estado de conservação, apesar de poderem estar ocupadas em parte por pastagem e/ou agricultura; e “**degradadas**” quando se encontram com alto grau de perturbação, muito pouco vegetada, solo compactado, presença de gado, com erosões e voçorocas.

As nascentes também foram classificadas quanto ao tipo de reservatório a que estavam associadas seguindo o conceito de Castro (2001) em “**pontual**” por apresentar a ocorrência do fluxo d’água em um único ponto do terreno e em “**difusas**” por não apresentar um único ponto de vazão definido no terreno, ou seja, apresentava vários olhos d’água. Segundo Pinto et. al (2004) as nascentes “pontuais” localizam-se geralmente, em grotas e no alto das serras ou de regiões montanhosas e as nascentes “difusas” localizam-se em brejos, voçorocas e matas planas em baixas altitudes.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A microbacia em estudo apresenta uma área de 71,29 ha, perímetro de 3,685 km e declividade média de 19,12%, resultados estes que podem ser observados na Tabela 2, com cotas variando de 971m a 900m de altitude. Com o valor da declividade média encontrado pode-se inferir que o relevo da microbacia é ondulado a forte ondulado, segundo a classificação de De Biase (1993), havendo a necessidade de garantir a cobertura vegetal nas áreas de recarga para aumentar a infiltração e diminuir o escoamento superficial que nestas áreas é fator importante no que se diz respeito as erosões do solo e ao assoreamento dos corpos d'água.

A figura 5 traz o mapa de curvas de nível e a partir da análise deste e dos resultados da tabela 3 pode-se observar que a microbacia possui considerável declividade em sua cota mais elevada e também uma grande área de várzea em sua cota mais baixa.

TABELA 3: Parâmetros físicos de uma microbacia hidrográfica do Rio Mogi Guaçu, IFSULDEMINAS campus Inconfidentes, MG.

A (ha)	P (Km)	Dd (Km/Km ²)	F	IC	S (%)	Ord.	Ori.	C (Km)	Cp (Km)	Cr (Km)
71,29	3,685	1,11	0,58	0,65	19,12	2 ^a	S	1,01	0,66	0,86

A= área; P = perímetro; Dd= densidade de drenagem; F= fator de forma; IC= Índice de circularidade; S= declividade; Ord.= ordem da bacia; Ori.=Orientação; C= maior comprimento; Cp= comprimento do curso d'água principal; Cr= comprimento total da rede de drenagem

A microbacia apresenta orientação Sul. Segundo Lima (1996) bacias de orientação Sul apresentam maiores taxas de evapotranspiração que bacias de orientação Norte, devendo-se

atentar para a seleção de espécies a serem plantadas na área da bacia, em especial na área de várzea, que tem maior disponibilidade de água pelo fato do lençol freático apresentar-se mais próximo a superfície do solo.

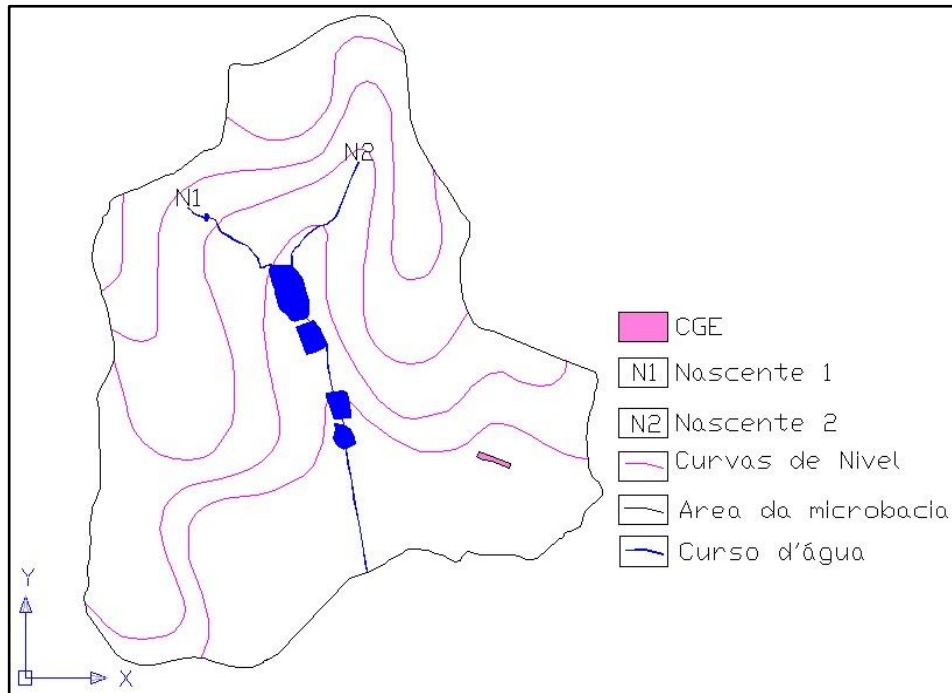


FIGURA 5: Mapa das curvas de nível em uma microbacia hidrográfica do Rio Mogi Guaçu, IFSULDEMINAS campus Inconfidentes, MG.

A densidade de drenagem (Dd) encontrada na microbacia foi de $1,11 \text{ km/km}^2$ (Tabela 3), caracterizando uma baixa densidade de acordo com a classificação de Vilela & Mattos (1975). A microbacia se classificou como sendo de 2ª ordem (Tabela 3) de acordo com o método de classificação de Strahler (1957) e o canal principal apresenta um comprimento de 1,10 km.

Os índices de forma, fator de forma e o índice de circularidade, apresentaram valores de 0,58 e de 0,65, respectivamente (Tabela 3). Estes valores indicam que a microbacia apresenta média propensão a enchentes de acordo com a metodologia de Miller (1953) que salienta que quanto mais próximo de 1 os valores dos índices de forma, a bacia tem maior chance de ocorrência de enchentes. Os valores encontrados para os índices de forma possibilita inferir que a bacia tem uma forma menos arredondada o que gera uma menor

concentração de chuva na área total da microbacia e conseqüentemente menor propensão a enchentes freqüentes.

Os impactos ambientais presentes na microbacia encontram-se espacialmente distribuídos conforme a figura 6. Os impactos observados foram erosão em sulcos e em voçoroca em algumas pastagens, fossas negras, solo compactado também nas pastagens e na várzea, disposição final de dejetos sólidos e líquidos do abatedouro localizados na várzea do IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes conforme o mapa de usos do solo (Figura 7), e formigueiros de formigas cortadeiras.

Dos passivos ambientais que foram encontrados na microbacia, 57,57% estão em áreas de pastagem, indicando um mau uso do solo nestas áreas (Tabela 4). O impacto encontrado com maior freqüência foi a erosão em sulco que representou 33,33% do total. As pastagens ficam distribuídas espacialmente na microbacia nas cotas mais altas o que gera um risco maior destes impactos afetarem quantitativamente os recursos hídricos da bacia.

As fossas negras totalizam 18,18% dos passivos e são existentes devido algumas instalações do Instituto serem bastante antigas. Os recursos hídricos podem ser afetados por este tipo de construção, fazendo-se necessário a instalação de redes receptoras de esgoto com posterior tratamento.

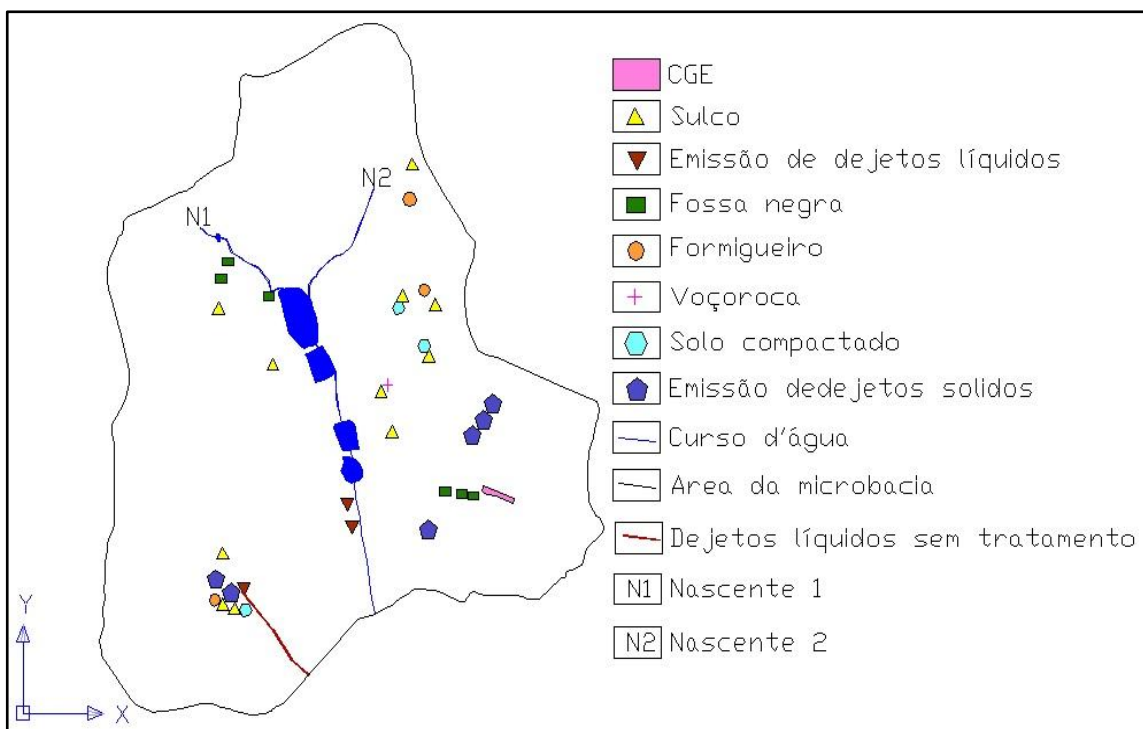


FIGURA 6: Mapa dos focos de passivos ambientais em uma microbacia hidrográfica do Rio Mogi Guaçu, IFSULDEMINAS campus Inconfidentes, MG.

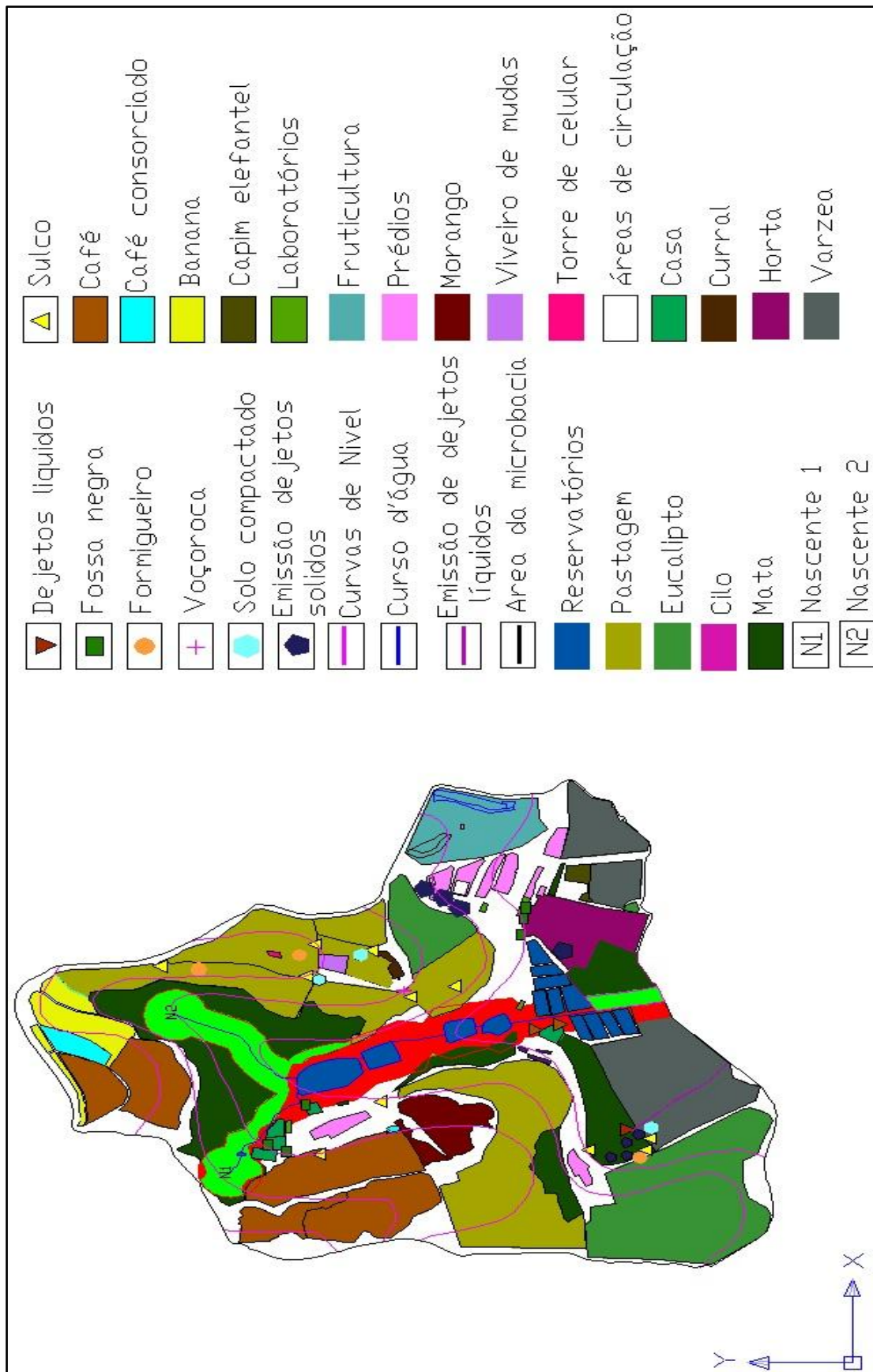


FIGURA 7: Mapa de uso do solo em uma microbacia hidrográfica do Rio Mogi Guaçu, IFSULDEMINAS campus Inconfidentes, MG.

TABELA 4: Passivos ambientais identificados em uma microbacia hidrográfica do Rio Mogi Guaçu, IFSULDEMINAS campus Inconfidentes, MG.

Impactos	Local	%
Sulcos	Pastagem, Café, Mata e Várzea	33,33
Emissão de dejetos sólidos	Prédios, Horta e Mata	18,18
Fossa negra	Casas e Horta	18,18
Emissão de dejetos líquidos	Mata, Várzea e APP	12,12
Formigueiro	Pastagem e Mata	9,09
Solo compactado	Pastagem e Várzea	9,09
Voçoroca	Pastagem	3,03
Total		100,00%

Os formigueiros presentes na microbacia podem prejudicar futuramente o reflorestamento de áreas de preservação permanente e das culturas já instaladas ou que possam vir a serem implantadas, trazendo assim perdas e prejuízos às plantas.

Uma voçoroca foi encontrada em estágio inicial, com cerca de 4 metros de profundidade por 2,5 metros de largura, fato este que pode acarretar perda de solo, assoreamento e perda de área potencialmente produtiva.

Nos lagos grandes foram encontrados expressiva quantidade de plantas bioindicadoras de eutrofização (*Eichhornia crassipes* - Aguapé) (Figura 8), que são plantas que tem como principal fonte de nutrientes a matéria orgânica dissolvida na água. Estas plantas se tornam uma ameaça quando tomam conta de mais de 30% da área total do lago (Tavares, 2008), fato esse comprovado em campo. Em entrevista com funcionários da instituição e com alguns moradores da microbacia foi constatado que a principal hipótese de este fenômeno ter ocorrido se deve ao fato de que em meados do ano de 2006, a área onde hoje está com a cultura de café era cultivada com citrus que foram removidos no período chuvoso deixando o solo exposto. Esse solo exposto foi carregado para os lagos, aumentando significativamente a carga orgânica recebida pelo corpo hídrico, gerando então a eutrofização dos lagos.

Os usos da terra presentes na microbacia encontram-se listados na tabela 5.



FIGURA 8: Lagos dentro do IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes com grande presença de aguapés (*Eichhornia crassipes*).

Tabela 5: Uso do solo de uma microbacia hidrográfica do Rio Mogi Guaçu, IFSULDEMINAS campus Inconfidentes, MG.

Uso	Área (ha)	% da área
Áreas de movimentação	20,92	29,34%
Pastagem	12,57	17,50%
Mata	11,24	13,46%
Eucalipto	7,13	10,00%
Várzea	5,68	7,90%
Café	4,64	6,50%
Fruticultura	2,26	3,10%
Reservatórios	2,12	2,90%
Horta	1,67	2,30%
Banana	1,34	1,80%
Prédios	1,34	1,65%
Morango	1,19	1,60%
Café consorciado	0,4	0,50%
Viveiro de mudas	0,04	0,50%
Casa	0,35	0,40%
Capim elefante	0,15	0,20%
Laboratório	0,09	0,12%
Curral	0,09	0,12%
Cilo	0,13	0,10%
Torre de celular	0,01	0,01%
Total	71,29	100,00%

De acordo com a legislação vigente, Lei nº 4.771/65, artigos 2º e 3º e resolução do CONAMA nº 302 a área da microbacia que legalmente seriam para preservação representa 7,48 ha, ou seja, 10,49% de toda a microbacia (Figura 9).

Conforme o mapa de uso conflitante e não conflitante nas áreas de preservação permanente (APP) (Figura 10), a microbacia apresentou um uso conflitante nas APP de 3,9

ha, o que representa 52,13% da área total das APP da microbacia. Assim, verifica-se que há a necessidade de implantação de mata nativa nesta área para compensar este dano, que é maior nas áreas de circulação e nos reservatórios da piscicultura do Instituto.

A microbacia apresenta uma área de mata de 11,24 ha, sendo que o principal fragmento tem área de 7,2 ha e encontra-se localizado no entorno da nascente 2 (Figura 11). Este fragmento representa 72,14% de toda a área de mata da microbacia. Ressalta-se que todos os fragmentos de mata encontrados na microbacia localizados espacialmente no mapa de fragmentos de matas (Figura 11) apresentam presença de espécies invasoras, como por exemplo o eucalipto (*Eucalyptus urograndis*) e o angico (*Anadenanthera peregrina*).

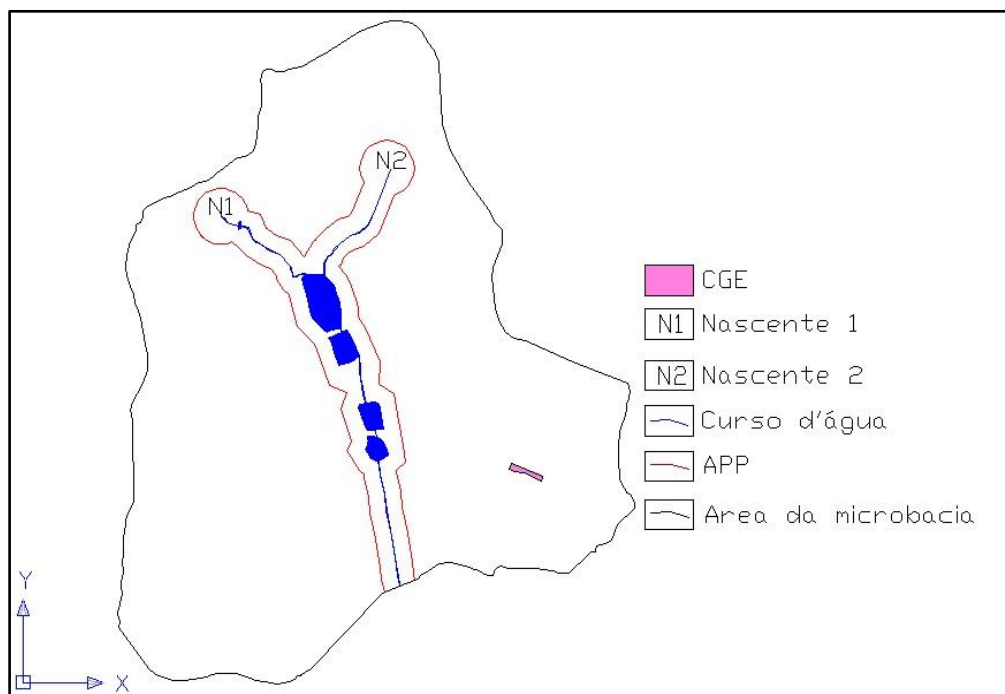


FIGURA 9: Mapa da Área de Preservação Permanente (APP) em uma microbacia hidrográfica do Rio Mogi Guaçu, IFSULDEMINAS campus Inconfidentes, MG.

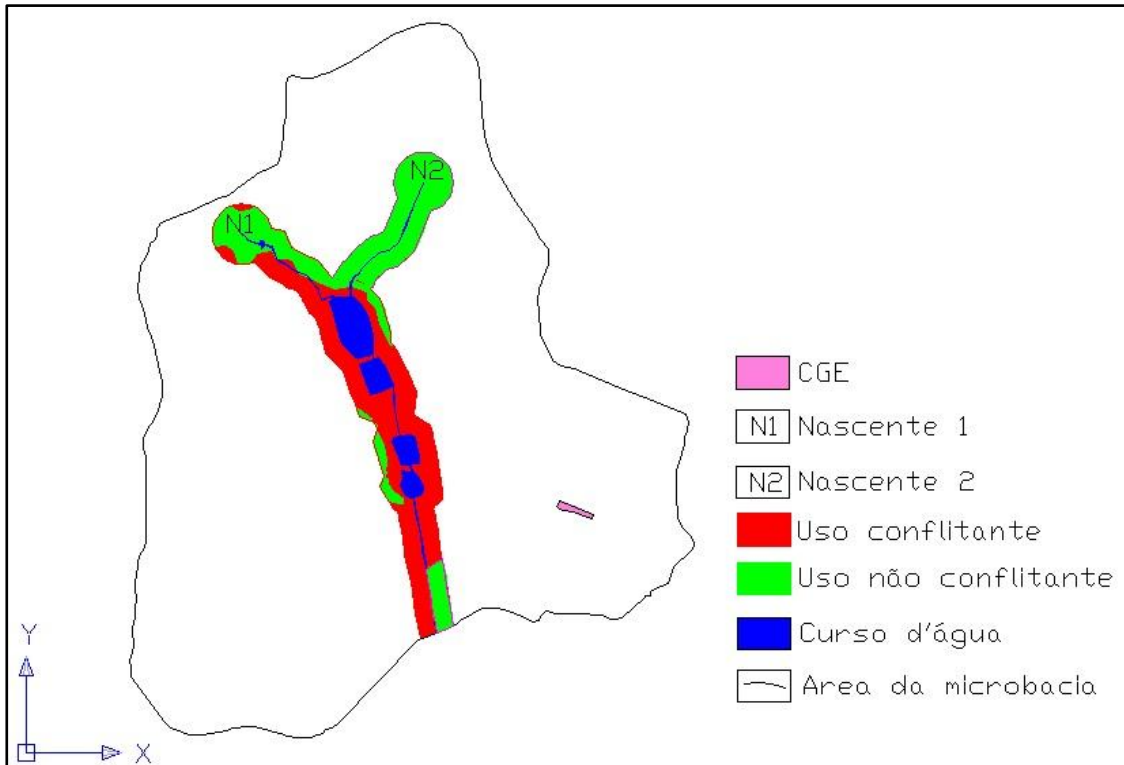


FIGURA 10: Mapa de uso conflitante e não conflitante em uma microbacia hidrográfica do Rio Mogi Guaçu, IFSULDEMINAS campus Inconfidentes, MG.

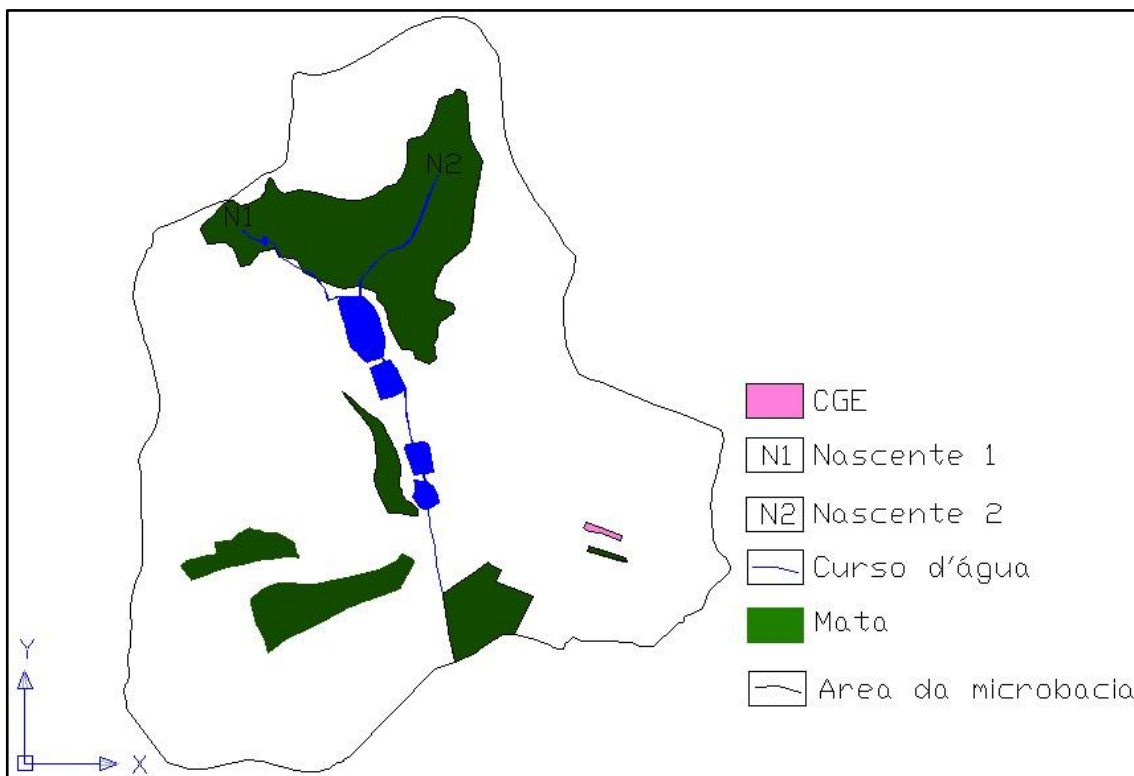


FIGURA 11: Mapa de fragmentos de mata em uma microbacia hidrográfica da bacia do Rio Mogi Guaçu, Inconfidentes, MG.

As nascentes encontradas na microbacia estão classificadas em perenes de acordo com o regime de água e, segundo Castro (2001), em pontuais de acordo com o tipo de reservatório, e podem ser visualizadas na Figura 12.

A primeira nascente (N1) localizada nas coordenadas UTM 7531516,4012 X e 365783,3455 Y, é circundada por mata nativa com presença de espécies exóticas, apresentando uma área de preservação permanente de 0,69 ha, 88,46% do que é exigido por lei (Lei 4771/65). Estes resultados de vegetação no entorno da nascente possibilita classificar a nascente como perturbada, segundo a classificação Pinto et al. (2004), fazendo necessário a recuperação de 11,54% da APP da nascente o que equivale uma área de 900 m².

A segunda nascente (N2) localizada nas coordenadas UTM 7531602,6387 e Y 366088,6108 , é a mais conservada contendo 100% de sua área de preservação permanente em bom estado de conservação (Figura 12). Todavia esta nascente foi considerada como perturbada, segundo a classificação Pinto et al. (2004), devido a ação antrópica e a invasão de animais domésticos que ali ocorria até pouco tempo.

Ambas nascentes são utilizadas para o abastecimento humano dentro do IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes, o que gera uma preocupação quanto a qualidade e quantidade de água disponível, fazendo com que boas práticas de manejo sejam adotadas dentro da microbacia para melhor garantir a eficiência na produção de água das nascentes.



Figura 12: Nascentes estudadas em uma microbacia hidrográfica do Rio Mogi Guaçu, IFSULDEMINAS campus Inconfidentes, MG.

6. CONCLUSÃO

A área de preservação permanente na microbacia estudada apresenta-se com 54,81% com uso conflitante sendo necessária a recomposição dessa área (4,1 ha).

Os fatores ligados à eutrofização dos lagos foram, principalmente, a retirada do cultivo de citrus para a instalação da cultura do café, fator este que levou ao corpo hídrico uma grande carga orgânica, e a falta de bacias de contenção nas áreas a montante dos lagos.

O estudo mostra que é necessário um plano para a implantação da vegetação nas áreas de preservação permanente e aplicar boas praticas de manejo do solo como a construção de bacias de contenção a montante dos lagos, para garantir a disponibilidade de água de qualidade e em quantidade suficiente para atender a todas as necessidades dentro da microbacia estudada.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. N. **As boçorocas de franca**. Revista da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Franca, 1(2): p. 5-27, Franca, 1968.

ABDON, M. DE M. **Os impactos ambientais no meio físico: erosão e assoreamento na bacia hidrográfica do rio Taquari, MS, em decorrência da pecuária**, 29p. 2004.

BACELLAR, L. A. P. **Processos de formação de voçorocas e medidas preventivas e corretivas**. Viçosa, 2006. 30 slides.

BARRELA W., PETRERE J.R.M., SNITH WS & MONTAG L.F.A. . As relações entre as matas ciliares os rios e os peixes. In: Rodrigues, R.R.; Leitão Filho; H.F. (Ed.) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2.ed., São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

BATISTA, M. A. **Compactação do solo**. Matéria de aula, Universidade Estadual de Maringá, Curso de Engenharia Agrícola, 40 slides. Online, disponível em: <<http://www.dea.uem.br/disciplinas/conservacao/compactsolo.pdf>> Acesso em 18/03/2010.

BOARETTO, M. A. C.; FORTI, L. C. **Perspectivas no controle de formigas cortadeiras**. Série técnica IPEF, São Paulo, v. 11, n. 30, p. 31-46, 1997.

BRASIL. Lei n. 4. 771, 15 set. 1965. Institui o novo **Código florestal**. Online, disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/Leis/L4771.htm>>. Acesso em 07 abr. 2010.

BRACTACEAE, 2010. **Principais bacias hidrográficas brasileiras**. Online, disponível em: <www.bractaceae.org/hidrografia.html> Acesso em 11 mar. 2010.

CALHEIROS, R. TABAI, F. C. V; BOSQUILIA, S. V.; CALAMARI, M. Preservação e Recuperação das Nascentes. In: **Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivarí e Jundiá**. 2004. 53p.

CARDOSO, R. S. B.; PIRES, L.V.; **Voçorocas: processos de formação, prevenção e medidas corretivas**, 2009, 10p.

CASTRO, P. S. **Recuperação e conservação de nascentes**. CPT, 2001. 84 p. (Série Saneamento e Meio ambiente; n. 26).

CHRISTOFOLETTI, A., 1974. **Geomorfologia**. Ed. Edgard Blucher Ltda e EDUSP, São Paulo, 149 p.

COGERH. **Secretaria dos recursos hídricos companhia de gestão dos recursos hídricos diretoria de operações do estado do Ceará**. Leitura de minuto 2, Dez. 2007.

CRUZ, J.C. **Geoprocessamento**: recursos hídricos. Nota de aula, 2006.

De BIASE, M. A carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. **Revista de Geografia**, São Paulo, v. 6, p. 45-60, 1993.

DECRETO Nº 14.311, DE 20 DE MAIO DE 1999. Online, disponível em:
<<http://www.semasa.sp.gov.br/admin/biblioteca/docs/pdf/DECMUN14311.99.pdf>.> Acesso em 06 abr.2010.

EMBRAPA aponta redução de desmatamento. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 22 jan. 1996. Folha Sudeste, p.7.

FOSTER, G. R. Modeling the erosion process. In: HANN, C. T.; JOHNSON, H. P. & BRAKENSIEK, D. L., eds. **Hydrologic modeling of small watersheds**. St. Joseph, American Society of Agricultural Engineering, 1982, p.297-380.

GOEDERT, W. J.; SCHERMACK, M. J.; DE FREITAS, F.C. **Estado de compactação do solo em áreas cultivadas no sistema de plantio direto**. Pesquisa Agropecuária. Brasileira, v. 37, p. 223-227, 2002.

GUIA TÉCNICO AMBIENTAL DE ABATE (BOVINO E SUÍNO) - **Série P+L**, 2008. Governo do Estado de São Paulo Secretaria do Meio Ambiente, CETESB Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental; FIESP - Federação das Indústrias do Estado de São Paulo, p. 56.

HORTON, R. E. **Drainage basin characteristics**. Trans. American Geophysical Union, 13: 350-361. 1932.

IBAMA, 2010. Online, disponível em:
<http://www.ibama.gov.br/desmatamento/home_conceitos.htm.> Acesso em 07 abr. 2010.

LANCASTRE, A.; FRANCO, F. M. **Lições de hidrologia**"; Universidade Nova de Lisboa.1932.

LIMA, W de P.; ZAKIA, M. J. B. (Orgs.) **As florestas plantadas e a água**. Implementando o conceito da microbacia hidrográfica como unidade de planejamento. São Carlos: Ed. RiMA, 2006, 226p.

LIMA, W. P. **Apostila**: introdução ao manejo de bacias hidrográficas, 1996. Atualizada por MOSTER, C. em 2006, p.50-60.

MEYER, L.D.; FOSTER, G.R. & RÖMKENS, M.J.M. Source of soil eroded by water from upland slopes. In: **Present and prospective technology for predicting sediment yields and sources**. Washington, USDA-Agricultural Research, 1975. p.177-189.

MONTEIRO, A. J. **Departamento de engenharia civil e arquitetura secção de hidráulica e dos recursos hídricos e ambientais qualidade da água e controlo da poluição**, 2004,1p.,

NETO,P.L.V; DOS ANJOS, N.F.R; SOUZA, J.L.; CONEJO, J.G.L; ROCHA,A.F;

RODRIGUEZ,F.A.; ROMANO,P.A.; HADAD,P.L.;**Projeto de gerenciamento integrado das atividades desenvolvidas em terra na bacia do São Francisco**,

ANA/GEF/PNUMA/OEA. Brasília/DF, 2004, p.14-16.

O guia geográfico. Online, disponível em:

<<http://oguiageografico.wordpress.com/hidrografia-geral-e-brasil/2008>> Acesso em 15 abr. 2010.

OLIVEIRA, A. de; FERREIRA, E. **Caracterização de sub-bacias hidrográficas** (Textos Acadêmicos. Curso de pós-graduação “Lato Sensu” (especialização) a Distância. Gestão e manejo ambiental em sistemas agrícolas). Lavras: UFLA/FAEPE, 2001, 64p.

OLIVEIRA, A. M. S.; PONÇANO, W. L.; SALOMÃO, F. X. T.; DONZELI P. L.; ROCHA G. A.; Questões metodológicas em diagnósticos regionais de erosão: a experiência pioneira da bacia do Peixe-Paranapanema, SP. In: Simpósio Nacional de Controle de Erosão, 3, 1987, **Anais...** Marília, São Paulo:ABGE, p. 51-71.

ONS, Operador nacional do sistema elétrico, **Operação dos aproveitamentos hidroelétricos da bacia do rio Paraná**, 2007. 37 slides. I Encontro Trinacional para Gestão de Águas Fronteiriças e Transfronteiriças. Online, disponível em: <<http://www2.itaipu.gov.br/aguaboa/encontroTrinacional/documentos/Opera>>. Acessado em 5 jun. 2010.

PACHECO, J. W; YAMANAKA, H. T. **Guia técnico ambiental de graxarias**. (1 CD) : il. ; 21 cm. - (Série P + L). São Paulo: CETESB, 2006. 76p.

PINTO, L. V. A. **Caracterização física da sub-bacia do ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG, e propostas de recuperação de suas nascentes**. Dissertação, Lavras: UFLA, 2003. 165p.

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**, Piracicaba, n. 65, p. 197-206, jun. 2004.

PORTAL SÃO FRANCISCO, 2010. Online, disponível em:

<<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/meio-ambiente-solo/erosao.php>> Acessado em 14 abr. 2010.

- REDES DAS ÁGUAS, 2001. Online, disponível em:
<http://www.rededasaguas.org.br/bacia/bacia_01.asp> Acesso em 22 mai. 2010.
- SCHUMM, S. A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands of Perth Amboy. **Geological society of america bulletin**, n. 67, p. 597-646, 1956.
- SCHWAB, G. O.; A. K. FREVERT; T. W. EDMINSTER, K. K. BARNES. **Soil and water conservation engineering**. John-Wiley & Sons. New York. 683 p. 1966.
- STHRALER, A. N. **Quantitative analysis of watershed geomorphology**. Trans. American Geophysical Union, 38: 913-920. 1957.
- STONE, L. F.; GUIMARÃES, C. M.; MOREIRA, J. A. A. Efeitos nas propriedades físico-hídricas do solo. **R. bras. eng. agric. amb.**, v. 6, n. 2, p. 207-212, 2002.
- TAVARES, L. H. S, 2008. **Nota de aula**. 28 slides. Online, disponível em:
<http://www.univap.br/cavas/docs/palestras/08_10/luciasipauba_0810.pdf>. Acesso em 28 abr. 2010.
- UFC, 2010. Online, disponível em: <<http://www.soloagua.ufc.br/erosao.pdf>> Acesso em 27 abr. 2010.
- UFC, 2010. **Núcleo de pesquisa em manejo de solo e água da Universidade Federal do Ceará**. Online, disponível em: < <http://www.soloagua.ufc.br/erosao.pdf>> Acesso em 10 abr. 2010.
- UNICAMP, 2005. Online, disponível em: < <http://www.ceset.unicamp.br/~hiroshiy/ST-000/P.POINT>> Acesso em 13 abr. 2010.
- VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo. McGraw-Hill do Brasil. 245p. 1975.
- WIKIPÉDIA, 2010, Online, disponível em:
<<http://pt.wikipedia.org/wiki/Vo%C3%A7oroca>> Acesso em: 02. Abr. 2010.
- WIKIPEDIA, 2010. Online, disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Eros%C3%A3o>> Acesso em 24 mar. 2010.
- WISLER, C.O. ; BRATER, E.I. **Hidrologia**. Tradução de Leonino Jr. 2. Ed. Rio de Janeiro, Livro Tecnico, 1964.
- ZAKIA, M. J. B. **Identificação e caracterização da zona ripária em uma microbacia experimental: implicações no manejo de bacias hidrográficas e na recomposição de florestas**. 1998. 98 p. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Universidade Paulista, São Carlos SP.
- Zanetti, R.; Carvalho, G.A.; SANTOS, A.; SOUZA-SILVA, A.; GODOY, M.S. **Manejo Integrado de Formigas Cortadeiras**. Lavras: UFLA, 2002. 16p.