

UNIVERSIDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
INSTITUTO DE ENSINOS TECNOLÓGICOS

Fabricio Batista Soranço

A MATA CILIAR NA SUB-BACIA DO RIO PARAIBUNA

Juiz de Fora

2005

Fabricio Batista Soranço

A MATA CILIAR NA SUB-BACIA DO RIO PARAIBUNA

Monografia de conclusão de curso apresentada ao Curso de Tecnologia em Meio Ambiente, do Instituto de Estudos Tecnológicos da Universidade Presidente Antônio Carlos, como requisito parcial à obtenção do título de tecnológico em Meio Ambiente tendo como orientador o Professor Marconi Moraes.

Juiz de Fora
Setembro de 2005

Fabricio Batista Soranço

A MATA CILIAR NA SUB-BACIA DO RIO PARAIBUNA

Monografia apresentada ao Curso de Tecnologia em Meio ambiente como requisito parcial para obtenção do Título de Tecnólogo em Meio Ambiente da Universidade Presidente Antônio Carlos avaliada pelo seguinte professor:



Professor Marconi Moraes

Universidade Presidente Antônio Carlos (UNIPAC)

Juiz de Fora

20/09/2005

Dedico este trabalho aos familiares, amigos, colegas e professores que me deram todo o apoio necessário para que fosse possível o desenvolvimento das atividades acadêmicas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus pela disposição e à todos os Professores da Universidade Presidente Antônio Carlos, pela base cultural e pelas informações necessárias para que eu pudesse desenvolver um raciocínio crítico e aperfeiçoar as minhas atividades profissionais.

Água que nasce na fonte serena do mundo

E que abre um profundo grotão

Água que faz inocente riacho e deságua na corrente do
ribeirão

Águas escuras dos rios que levam a fertilidade ao sertão

Águas que banham aldeias e matam a sede da população

Águas que caem das pedras no véu das cascatas, ronco de
trovão

E depois dormem tranqüilas no leito dos lagos, no leito
dos lagos Água dos igarapés, onde Iara, a mãe d'água é
misteriosa canção

Água que o sol evapora, pro céu vai embora, virar nuvem
de algodão

Gotas de água da chuva, alegre arco-íris sobre a plantação

Gotas de água da chuva, tão tristes, são lágrimas na
inundação

Águas que movem moinhos são as mesmas águas que
encharcam o chão

E sempre voltam humildes pro fundo da terra, pro fundo
da terra

Terra, planeta água..... Terra, planeta água....

G. ARANTES

RESUMO

O Rio Paraibuna estende-se em sua maior parte, pelo estado de Minas Gerais drenando para o estado do Rio de Janeiro, a maior parte da superfície do rio encontra-se dentro da zona da mata e o restante na zona sul do estado de Minas Gerais, ficando a área de drenagem da sub-bacia dividida para fins de trabalho nas sub-bacias do Rio Paraibuna e do Rio Preto. O clima da Sub-bacia do Paraibuna é mesotérmico úmido, e o relevo caracteriza-se principalmente pelos alinhamentos de cristas, representados pelo planalto da Mantiqueira, contendo a região jazidas de argila minerais, como caulim materiais calcários e graníticos, como mármore mica e feldspato, predominando na região o solo latossólico, de coloração alaranjada avermelhada e vermelho amarelada úmidos. Antes da exploração a região da sub-bacia do Rio Paraibuna apresentava uma cobertura vegetal de matas dos tipos tropical latifoliada e ciliar, com espécies de valor comercial como o cedro, jequitibá, angico, Peroba, Paineira, Tamboril, Jacarandá e Jatobá. A população total dos municípios com sede na sub-bacia é de 512.589 habitantes, sendo 98% da população estão concentradas em áreas urbanas. Na presente sub-bacia poucas ações são voltadas para a recomposição e proteção da cobertura vegetal nativa, sendo que varias outras áreas desta sub-bacia são propícias para a criação de unidades de conservação, considerando que a restauração e o plantio de espécies nativas em áreas desflorestadas objetiva formar uma floresta mais próxima possível da original existente.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	8
1. A SUB-BACIA DO RIO PARAIBUNA	9
1.1 Características Físicas	9
1.1.1. Clima	9
1.1.2. Relevo	10
1.1.3. Geologia	10
1.1.4. Solos	11
1.1.5. Vegetação, erosão e assoreamento	11
1.2. Demografia	12
1.3. Disponibilidade hídrica	12
1.3.1. Hidrogeologia	12
1.3.2. Recursos hídricos superficiais	13
1.4. Qualidade da água	14
2. USOS DA ÁGUA	20
2.1. Recreação	20
2.2. Irrigação	20
2.3. Pesca/aquicultura	21
2.4. Aproveitamento Hidrelétrico	22
2.5. Unidades de Conservação	22
3. RECUPERAÇÃO DE ÁREAS CILIARES	24
3.1. Considerações Gerais e Modelos de Recuperação de Formação Ciliares	24
3.2. Modelos de Reconstituição Ciliar	25
3.3. Escolha das espécies e distribuição de mudas	25
3.4. Concepção e escolha de modelos para a recuperação de áreas ciliares	26
4. CONCLUSÃO	28
5. REFERÊNCIAS	29

INTRODUÇÃO

O presente trabalho em estudo vem descrevendo as características da sub-bacia do rio paraibuna e vem indicando os principais pontos de erosão devido ao grande desmatamento das matas nativas, acarretando um aumento significativo dos sólidos em suspensão elevando a turbidez da água que interfere diretamente na produtividade primária dos ecossistemas aquáticos, uma vez que impedida a passagem da luz solar, essencial para a realização da fotossíntese e desenvolvimento da comunidades vegetais aquáticas, servindo assim a mata ciliar como uma proteção dos cursos d'água o que minimiza o carreamento de resíduos para os rios conservando seus leitos e evitando o assoreamento da bacia.

1. A SUB-BACIA DO RIO PARAIBUNA

1.1 Características Físicas

O Rio Paraibuna estende-se, em sua maior parte, pelo Estado de Minas Gerais, drenando também o Estado do Rio de Janeiro. Em Minas Gerais, este rio localiza-se entre os meridianos de 42° 53' e 44° 08' de longitude oeste (W) do meridiano de Greenwich, e entre os paralelos de 21° 25' e 22° 07' de latitude sul (S). A parte mineira do Rio Paraibuna tem 82 % de sua superfície dentro da Zona da Mata e o restante na zona sul do Estado de Minas Gerais. A área de drenagem desta sub-bacia foi dividida, para fins deste trabalho, nas sub-bacias do Rio Paraibuna e do Rio Preto.

A sub-bacia do Rio Paraibuna, excluída a área de contribuição da sub-bacia do rio Preto, ocupa uma área de aproximadamente 5.200 km², correspondendo a 9 % da área total da bacia do Rio Paraíba do Sul. Vinte e três municípios mineiros encontram-se, total ou parcialmente, nesta área da sub-bacia, sendo que destes apenas dezoito possuem o distrito-sede nos limites da sub-bacia.

1.1.1. Clima

O clima da sub-bacia do Rio Paraibuna é mesotérmico úmido, segundo a classificação proposta por Köppen, com os subtipos Cwa e Cwb. Este clima caracteriza-se por verões suaves, sendo que no inverno a temperatura média do mês mais frio fica abaixo de 18°C. No verão, a temperatura média do mês mais quente é inferior a 22°C, sendo que a temperatura média em toda a região varia entre 18 e 20°C.

Quanto ao regime pluviométrico, ele é caracterizado por um período seco e por um outro úmido. O período úmido ocorre de outubro a março, com maior índice pluviométrico em dezembro, chegando a exceder 300 mm. As chuvas de verão ocorrem em dezembro. Os efeitos mais danosos das precipitações são a erosão em lençol, os deslizamentos coletivos de solos e o assoreamento dos leitos fluviais.

1.1.2. Relevo

O relevo da sub-bacia do Rio Paraibuna caracteriza-se principalmente pelos alinhamentos de cristas, representados pelo planalto da Mantiqueira, desde o sudoeste e avançando para o interior em diversas direções, como também pelas superfícies deprimidas, a nordeste, correspondentes ao afundamento em forma de sela sofrido pela Serra da Mantiqueira. Trata-se, de modo geral, de um relevo cristalino, de origem pré-cambriana, sendo que a rocha original predominante é o gnaiss e suas variações.

A sub-bacia do Rio Paraibuna localiza-se numa região que se caracteriza pela presença de morros, colinas e áreas montanhosas. Trata-se de um relevo que varia de ondulado a montanhoso e que, em geral, apresenta elevações com topos arredondados, com vertentes convexas e côncavo-convexas, terminando em vales planos de larguras variáveis.

Cerca de 70 % da área da sub-bacia do Rio Paraibuna apresenta altitudes na faixa entre 500 e 1000 m. Constata-se, também, que as faixas mais altas, acima de 1.000 m, e as mais deprimidas, entre 200 e 500 m, acham-se nas áreas mais extremas da região, isto é, no NW e no NE, respectivamente.

Devido ao seu relevo muito acidentado, uma grande parte da região ocupada pela sub-bacia do Rio Paraibuna (cerca de 74% da área total) apresenta declives com inclinações superiores a 12%.

1.1.3. Geologia

O pré-cambriano superior estende-se por toda a sub-bacia e predomina sobre o pré-cambriano inferior, de acordo com o *Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais*, elaborado em 1967.

A região da sub-bacia do Rio Paraibuna conta com jazidas de argilo-minerais, tais como o caulim, e também com materiais calcários e graníticos, tais como mármore, mica e feldspatos. Registram-se também, no município de Juiz de Fora, ocorrências esparsas de bauxita e, no município de Lima Duarte, de amianto.

A quase totalidade - cerca de 95% - das jazidas desta sub-bacia são encontradas em sua região leste, particularmente nos municípios de Bicas, Mar de Espanha e Pequeri. Constata-se que o mineral mais abundante na sub-bacia é o caulim, que abrange cerca de 65% das jazidas exploradas, sendo o restante equitativamente distribuído entre mármore, mica e feldspatos.

A região do Rio do Peixe, próxima a Torreões, possui uma constituição geológica que não apresenta grande atrativo mineral. Com exceção dos materiais de construção, os bens minerais desta área limitam-se aos corpos pegmatíticos que, alterados, dão origem aos depósitos de caulim que são explorados por algumas mineradoras.

Encontra-se no Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM, 9º Distrito, Minas Gerais) processos solicitando permissão para o desenvolvimento de pesquisa mineral, em áreas localizadas entre Torreões e Monte Verde. No entanto, não foi localizada nenhuma jazida mineral em atividade de exploração, não obstante a presença de dragas que atuam na extração de areia do leito do Rio do Peixe, próximo à localidade de Monte Verde.

1.1.4. Solos

Os solos predominantes na região são os latossólicos, de coloração alaranjada, avermelhada e vermelho-amarelada, úmidos. Estes solos, em geral, são pobres em nutrientes, especialmente em fósforo, nitrogênio, cálcio e magnésio. As faixas ácidas na região são poucas e pobres em matéria orgânica. Cabe lembrar que os solos desta região já foram bastante férteis, como o atesta a implantação da cafeicultura em épocas passadas. Sabe-se, também, que a falta de critérios nesta cultura do café levou a uma exaustão da fertilidade destes mesmos solos, propiciando o começo de um extenso processo erosivo.

1.1.5. Vegetação, erosão e assoreamento

Antes de ser explorada, a região da sub-bacia do Rio Paraibuna apresentava uma cobertura de matas dos tipos tropical Latifoliada e Ciliar, com ocorrência de espécies de valor comercial como o cedro, jequitibá, angico, peroba, paineira, tamboril, jacarandá e jatobá. Os solos cobertos por estas matas eram bastante férteis, devido principalmente ao espesso manto de matéria orgânica, formado pela decomposição de folhas e restos vegetais e animais.

As poucas espécies nativas que hoje restam estão confinadas às partes mais altas das encostas da Serra da Mantiqueira. Estes são locais bastante acidentados, com pequenas capoeiras que são inacessíveis ao fogo e à exploração por parte do homem.

No Rio do Peixe, na região do distrito de Torreões, os fundos dos vales não revelam uma dinâmica de intenso assoreamento. Isto pode ser explicado pelo seu forte gradiente neste trecho, o que impede a deposição dos sedimentos transportados e também a formação de planícies aluviais. Já na região de Valadares, o Rio do Peixe sofre um estrangulamento

provocado pelos espigões quartzíticos, fato este que leva à formação de um barramento natural. Este, por sua vez, faz com que o material oriundo da alta bacia deste rio seja aí depositado, contribuindo, assim, para a formação de extensas planícies aluviais. No trecho entre Valadares e Monte Verde, são constatadas planícies pequenas e descontínuas no Rio do Peixe. Estas se localizam principalmente na área de confluência dos afluentes mais importantes do Rio do Peixe, isto é, o Córrego da Serra, o Córrego Pirapitinga, o Córrego do Engenho e o Córrego Santa Bárbara.

As formas erosivas mais relevantes da área do Rio do Peixe em Torreões não são atuais e, além disso, já não são funcionais. Por outro lado, observa-se também que esta área sofreu uma devastação intensa, que se evidencia através da ausência total da cobertura vegetal original. Estes aspectos, aliados ao mau uso do solo, com a ocupação das vertentes para pastos e para uma agricultura rudimentar, levaram à formação de alguns ravinamentos e à intensificação da erosão e da remoção do material superficial das encostas.

1.2. Demografia

De acordo com os dados do IBGE (1996), a população total dos municípios com sede na sub-bacia do Rio Paraibuna é de 512 589 habitantes, sendo que aproximadamente 90 % desta população estão concentrados em áreas urbanas. É importante observar que a população do município de Juiz de Fora representa cerca de 82 % da população total desta sub-bacia.

1.3. Disponibilidade hídrica

1.3.1. Hidrogeologia

A região da sub-bacia do Rio Paraibuna localizada no município de Juiz de Fora, está classificada no *Mapa Hidrogeológico do Brasil* como pertencente à Província Hidrogeológica do Escudo Oriental, Subprovíncia Sudeste.

O uso da água subterrânea nesta região é relativamente pequeno. Isto se explica, em primeiro lugar, pelas próprias características geológicas, ou seja, devido ao fato das litologias características estarem representadas por rochas cristalinas de baixa porosidade e permeabilidade. Em segundo lugar, se deve à boa disponibilidade de recursos hídricos superficiais.

Neste quadro, os aquíferos desta região ficam restritos às zonas fraturadas, ampliadas, em curtos trechos devido à associação com materiais porosos do manto de intemperismo, o qual, por sua vez, também tem uma importância expressiva na realimentação do sistema hídrico subterrâneo.

De acordo com o *Mapa Hidrogeológico do Brasil*, estes aquíferos geralmente são livres, contendo boa qualidade química de suas águas, com cerca de 150 mg/l de sólidos dissolvidos. A produtividade destes aquíferos é classificada como média a fraca, sendo que os poços revelam uma capacidade específica entre 1,0 e 0,13 m³/h/m e uma vazão entre 25,0 e 3,25 m³/h para rebaixamento do nível da água de 25m.

Segundo o *Mapa Hidrogeológico do Estado de Minas Gerais*, produzido pelo CETEC em 1982, estes aquíferos apresentam riscos de contaminação de moderado a alto.

Nas condições acima descritas, a exploração da água subterrânea profunda é bastante reduzida, sendo utilizada, como único manancial, em apenas cinco municípios (Guarará, Maripá de Minas, Olaria, Mar de Espanha e Santa Bárbara do Monte Verde) da sub-bacia do rio Paraibuna.

1.3.2. Recursos hídricos superficiais

Na sub-bacia do rio Paraibuna destacam-se, além deste, os seus afluentes rios do Peixe e rio Cágado. A rede hidrográfica desta sub-bacia é apresentada na Figura 1.

O rio Paraibuna nasce na Serra da Mantiqueira, aproximadamente a 1.200 m de altitude, e se estende por cerca de 176 km, sendo que 44 km desta extensão estão na divisa natural entre os estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro. O Rio Paraibuna deságua na margem esquerda do Rio Paraíba do Sul, a 250 m de altitude, com uma vazão média de cerca de 200 m³/s.

A declividade média do rio Paraibuna é bastante variada, sendo que nos 4 km iniciais atinge valores máximos, da ordem de 70 m/km. No trecho urbano de Juiz de Fora, a declividade média é da ordem de 1,0 m/km, e a jusante do município de Matias Barbosa até o encontro com o rio Paraíba do Sul é da ordem de 5 m/km.

O Rio do Peixe nasce nos contrafortes da Serra da Mantiqueira, no município de Lima Duarte, a cerca de 1.200 m de altitude. Tem uma extensão de aproximadamente 140 km, dos quais 50% estão dentro do município de Juiz de Fora. O rio do Peixe deságua na margem direita do Rio Paraibuna, próximo à localidade de Cotegipe, com uma vazão média de aproximadamente 55 m³/s, ou seja, cerca de 0,7 vezes a vazão do rio Paraibuna, a jusante da

foz do Rio do Peixe. A microbacia deste rio drena uma área no Estado de Minas Gerais de aproximadamente 2.400 km².

O Rio Cágado, por sua vez, nasce no município de Chácara, aproximadamente a 750 m de altitude. Tem uma extensão de cerca de 105 km e deságua na margem esquerda do Rio Paraibuna. O Rio Cágado tem uma vazão aproximada de 15 m³/s, ou seja, treze vezes inferior à do Rio Paraibuna.

No que se refere ao regime fluviométrico do Rio do Peixe, no distrito de Torreões, ele é marcado por um período de águas altas, que começa em dezembro e vai até março, e também por um período de estiagem, que vai de maio a outubro, sendo que abril e novembro são períodos de transição.

A vazão média do Rio do Peixe, na região de Torreões, do período 1931-1990, é da ordem de 37,8 m³/s, que ocorre com uma frequência de 36%. As estimativas para as vazões máximas para as recorrências de 10 e 10.000 anos são de 294 e 700 m³/s respectivamente, segundo estimativas da Enge-Rio baseadas em estudos de probabilidade da série de vazões máximas anuais no período 1931-1990. A descarga mínima crítica é estimada na ordem de 6,9 m³/s.

As perdas por infiltração e evapotranspiração da sub-bacia do Rio do Peixe são estimadas em cerca de 800 mm, com base no balanço hídrico anual.

Quanto ao regime sedimentométrico na região de Torreões, da bacia do Rio do Peixe, o valor médio anual da descarga sólida total é da ordem de 51.334 t/ano, dos quais 80% representam o carreamento em suspensão, segundo estimativas da Enge-Rio, baseadas numa campanha de medições realizada durante o ano de 1990.

1.4. Qualidade da água

Até a presente data, não há um enquadramento legal total das águas da sub-bacia do Rio Paraibuna. A Deliberação 016/96 do COPAM, de 05/9/96, dispõe sobre o enquadramento das águas estaduais da bacia do Rio Paraibuna, enquanto que a Deliberação COPAM 058/96 propõe o enquadramento das águas federais da referida bacia. Assim, estas últimas são atualmente consideradas como classe 2 de acordo com a Resolução do CONAMA n° 20/86 e com a Deliberação Normativa 10/86 do COPAM.

Cabe ressaltar que no trecho do Rio Paraibuna entre a foz do ribeirão Estiva e a barragem de Joasal, no município de Juiz de Fora, as águas do Paraibuna provavelmente serão classificadas como classe 3, devido aos efeitos do alto índice de industrialização e da intensa

concentração demográfica da área. Estudos da Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC), realizados em 1988, apresentaram os seguintes resultados para as amostragens realizadas (ENECON, 1996, p. 20-21):

- as concentrações de fosfatos, coliformes fecais e mercúrio estiveram acima dos padrões estabelecidos pela DL 10/86 para a classe 2, na maioria das amostras coletadas;
- a reta de tendência do Índice de Qualidade de Água (IQA), no período entre 1980 e 1986, variou entre águas de média e de boa qualidade;
- foram detectados índices indesejáveis, no período chuvoso, de cor, turbidez, sólidos totais e outras substâncias potencialmente prejudiciais;
- o Rio Paraibuna apresenta uma tendência de degradação da qualidade de suas águas ao longo do seu percurso pela região urbana de Juiz de Fora;
- o ferro é um elemento que representa um problema global na bacia.

Posteriormente, em dezembro de 1995, estudos do Centro de Pesquisas Especiais (CEPE) realizados no Rio Paraibuna, no trecho próximo ao complexo industrial, revelaram que os teores encontrados estavam dentro dos limites estabelecidos para a classe 3.

Tomando-se o Rio do Peixe para fins de comparação com o Rio Paraibuna, observou-se que ao longo de seu curso, este rio recebe como afluentes um grande número de córregos e riachos, e passa por vilas e cidades, sendo as principais situadas entre sua nascente e a área de Torreões: Cocais, Poço de Pedra, Lima Duarte, Valadares, Toledo e Torreões. Os efluentes destas cidades e vilas são lançados sem tratamento no Rio do Peixe. A carga orgânica recebida por este rio foi avaliada através do emprego da vazão média do rio do Peixe (40 m³/s) e do resultado obtido na determinação da DBO em 12/06/86 (CETEC - 2 mg/l), resultando em 6.912 kg DBO/dia. Esta avaliação superestima a diluição, a dispersão e a auto-depuração destes poluentes nos pontos próximos ao lançamento dos efluentes domésticos. Este valor indica também a relevância de fontes difusas de poluentes orgânicos na microbacia do Rio do Peixe.

Outra avaliação qualitativa dos recursos hídricos da sub-bacia em estudo (PAC-Engenharia, s/d, p. 5-35) utilizou os dados fornecidos pela Fundação Centro Tecnológico de MG (CETEC), que são provenientes do monitoramento da qualidade da água do Rio Paraíba do Sul e de suas sub-bacias em MG, bem como do Relatório de Qualidade do Meio Ambiente (RQMA) da Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA), de 1984. A área estudada

abrange o Rio do Peixe desde o entorno do distrito de Torreões até a sua foz e, também, o curso principal do Rio Paraibuna, a jusante da foz do Rio do Peixe até a foz do Rio Preto. Os corpos hídricos na área pesquisada foram enquadrados, para fins desta avaliação, como sendo classe 2. Os parâmetros utilizados foram analisados segundo as normas da Resolução CONAMA n° 20/86 e a Deliberação Normativa n° 10/86 da COPAM do Estado de MG.

Foram utilizadas para esta avaliação três estações: a BS 020, de aproximadamente 480 m de altitude, localizada no rio Paraibuna, a montante da foz do rio do Peixe; a BS 022, de altitude aproximada de 480m e localizada no Rio do Peixe (junto à foz) e a BS 024, situada no rio Paraibuna, a jusante da usina de Sobragi, com altitude aproximada de 460 m.

Através dos dados destas três estações, é possível não apenas caracterizar a qualidade da água do Rio do Peixe (BS 022), mas também avaliar a sua influência no Rio Paraibuna, através da comparação entre os valores medidos em sua estação no Rio Paraibuna antes do recebimento das águas do Rio do Peixe (BS 020) e outra logo após (BS 024). O período de referência para os dados levantados vai de agosto de 1984 a junho de 1986.

Em síntese, com base na análise dos dados provenientes das estações acima mencionadas, chegou-se às seguintes conclusões:

- temperatura: a temperatura da água variou entre 17° e 24° C, no período amostrado;
- OD: os teores de oxigênio dissolvido estiveram sempre dentro dos limites estabelecidos para a Classe 2;
- coliformes fecais: os índices para este parâmetro ultrapassaram significativamente os limites da Classe 2 (1.000/100 ml), em algumas ocasiões. No final de 1985 (11/10 e 6/12), estes limites foram ultrapassados tanto na estação BS 020, no Rio Paraibuna, quanto na estação BS 022, no Rio do Peixe. A partir deste período, também a estação BS 024, no Rio Paraibuna, registrou índices superiores ao limite da Classe 2. A diminuição dos teores de coliformes fecais, verificada entre as estações BS 020 e BS 024, pode ser explicada pela influência das águas do Rio do Peixe, que são de melhor qualidade;
- pH: os valores de pH estiveram sempre na faixa entre 6,0 e 7,5, dentro dos limites da Classe 2;
- DBO: os dados referentes à demanda bioquímica de oxigênio ultrapassaram em quatro oportunidades o padrão de 5 mg/l na estação BS 020; já nas estações BS 022 (Rio do Peixe) e BS 024, isto ocorreu somente uma vez, em dezembro de 1985. Cabe notar, no

entanto, que estes desvios do padrão não caracterizam um comportamento específico, podendo ser encarados como fatos isolados;

- nitratos: os teores de nitratos estiveram sempre dentro dos limites da Classe 2, nas três estações;

- fosfatos: os teores de fosfato estiveram fora dos padrões em diversas ocasiões, nas três estações, inclusive na BS 022. Estes dados revelam que a ocorrência de índices elevados de fosfatos é uma característica da região, provavelmente devido ao emprego de fertilizantes nas lavouras e ao aporte de esgotos domésticos *in natura*;

- turbidez: os índices de turbidez se mantiveram dentro dos padrões da Classe 2, com exceção de uma amostra na estação BS 020 (06/02/86) e outra na estação BS 022 (13/12/84);

- sólidos totais: os teores de sólidos totais dissolvidos estiveram sempre dentro dos limites nas três estações;

- amônia: os teores de amônia se mantiveram fora dos limites da Classe 2 em várias amostras, recolhidas nas três estações citadas acima. Este comportamento pode ser associado ao lançamento de esgotos domésticos nos cursos d'água;

- mercúrio: os índices de mercúrio estiveram sempre acima do padrão, na estação do Rio do Peixe, o que não ocorreu nas estações do Rio Paraibuna. Provavelmente, isto se deve às atividades de garimpagem de ouro no Rio do Peixe;

- demais parâmetros: quanto ao arsênio, bário, cádmio, cianetos, chumbo, cloretos, cobre, cromo, estanho, flúor, nitritos, selênio e zinco, seus respectivos parâmetros mantiveram-se nos limites da Classe 2 nas três estações.

A análise dos dados apresentados acima revela uma melhora na qualidade da água do rio Paraibuna a jusante da confluência com o rio do Peixe, já que as águas deste rio são de melhor qualidade. Esta pode ser explicada também pela inexistência de fontes significativas de poluição entre as estações BS 022 e BS 024, e pelo próprio processo de autodepuração do Rio Paraibuna.

Por outro lado, no rio do Peixe foi constatada uma deterioração crescente da qualidade da água, no período estudado.

No que diz respeito aos padrões para águas da Classe 2, constatou-se que alguns resultados obtidos ficaram acima dos valores padrões para amônia, fosfatos, coliformes fecais e mercúrio. Quanto aos três primeiros, estes valores estão provavelmente associados ao recebimento de quantidades anômalas de efluentes domésticos sem tratamento, sendo também

possível que o teor de fosfatos esteja relacionado ao uso de fertilizantes na região. Os teores mais elevados de mercúrio provavelmente estão associados ao garimpo clandestino de ouro.

O Relatório de Qualidade do Meio Ambiente, acima mencionado, apontou os seguintes problemas relevantes de qualidade de água:

- cargas elevadas de matéria orgânica lançadas nos principais cursos d'água desta região, detectáveis pelos elevados valores de DBO e amônia;
- lançamento de efluentes industriais, principalmente provenientes da cidade de Juiz de Fora, perceptíveis nas análises de metais pesados (chumbo, cromo, cádmio, etc.) e sólidos totais;
- presença de selênio, provavelmente devido à existência deste elemento nos solos desta região.

Comparado aos seus afluentes, o Rio Paraibuna é o que apresenta águas de pior qualidade. Ocorre uma drástica deterioração da qualidade de suas águas a jusante de Juiz de Fora, devido ao recebimento de grandes cargas de efluentes domésticos e industriais.

Cabe observar que a maioria das propriedades localizadas ao longo das margens do Rio do Peixe é de porte pequeno a médio, onde são desenvolvidas apenas atividades de subsistência ou de pequeno porte, sem provocar impactos significativos para o rio. A atividade industrial mais relevante na região do Rio do Peixe é a de laticínios. Outras atividades detectadas no Rio do Peixe foram a garimpagem clandestina de ouro e a extração de areia e cascalho para construção civil.

Quanto ao assoreamento, verifica-se que o carreamento de sedimentos para os rios é expressivo na bacia do rio Paraibuna. Ele é decorrente dos focos de erosão gerados pelo desmatamento da vegetação nativa. Esse processo se manifesta de forma mais intensa na estação chuvosa, gerando uma elevação significativa dos sólidos em suspensão nas águas superficiais e, conseqüentemente, da sua turbidez. A turbidez elevada interfere na produtividade primária dos ecossistemas aquáticos, uma vez que impede a passagem da luz solar, essencial para a realização da fotossíntese e, conseqüentemente, para o desenvolvimento das comunidades vegetais aquáticas.

A mata ciliar, que funciona como uma proteção dos cursos d'água, uma vez que minimiza o carreamento de resíduos aos rios, encontra-se bastante degradada nesta sub-bacia. Por sua vez, as barragens construídas nos leitos dos rios funcionam como barreiras artificiais ao desenvolvimento da vida aquática, sobretudo para os peixes migratórios.

Com relação a outras comunidades aquáticas, observa-se uma substituição daquelas adaptadas aos ambientes lóticos por outras típicas das águas lênticas. A jusante dos barramentos, pode-se observar uma melhoria da qualidade físico-química das águas, que em geral possuem altas concentrações de sólidos em suspensão, devido ao efeito de decantação no reservatório.

Os peixes mais comuns que ocorrem no rio Paraibuna e seus afluentes são lambaris, mandis, carás, traíras e bagres, todos residentes de pequeno porte e com baixa densidade populacional. Considerando-se a reduzida diversidade da ictiofauna do rio Paraibuna, é de se esperar que as demais comunidades aquáticas presentes na sub-bacia também se mostrem pouco diversificadas.

Os fatores físico-químicos das águas se constituem em condicionantes ao desenvolvimento das comunidades aquáticas. Assim, verifica-se que o lançamento de cargas poluidoras nos corpos d'água, em concentração acima da sua capacidade de assimilação, interfere negativamente sobre a biodiversidade destes ambientes.

2. USOS DA ÁGUA

A identificação dos usos das águas da sub-bacia do Rio Paraibuna, realizada pela FEAM em 1995, de acordo com os usos que constam na Resolução 010/86 do COPAM, revelou que estes usos são pouco diversificados.

Os usos para abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção, recreação de contato primário e criação natural de espécies destinadas à alimentação humana (pesca) estão presentes na maioria dos municípios da sub-bacia em pauta.

Praticamente não existem usos como navegação e piscicultura. Mesmo o uso como irrigação é inexpressivo na região desta sub-bacia. Este último uso aparece em sua maior concentração no município de Bicas e no entorno da cidade de Juiz de Fora, onde ocorre o maior consumo de água da sub-bacia, devido à numerosa população e ao expressivo parque industrial.

Constata-se, também, que todas as cidades da sub-bacia do Rio Paraibuna despejam seus esgotos *in natura* nos afluentes ou no leito principal do Rio Paraibuna.

2.1. Recreação

Segundo o levantamento efetuado pela FEAM para o enquadramento das águas do Rio Paraibuna, não foram identificados municípios, cujas prefeituras estivessem preocupadas com o uso turístico das águas da sub-bacia do Rio Paraibuna. Entretanto, foram identificados 44 pontos de recreação na sub-bacia em estudo.

2.2. Irrigação

O uso das águas para irrigação é muito pouco freqüente nesta sub-bacia, sendo mais comum na microbacia do Rio Cágado, em pequenas áreas de 1 a 4 ha, com plantios de tomate, pepinos, pimentão, abóbora, folhosas e maracujá. No município de Bicas são encontradas algumas áreas maiores, com até 20 ha de plantios de folhosas, tomates, pepinos, feijão, abóbora e milho. Outra área de maior concentração deste uso das águas localiza-se em torno da cidade de Juiz de Fora, onde são plantadas, além de folhosas, tomates, cenoura, pimentão, couve-flor, abóbora e beterraba.

Os trabalhos de campo realizados pela FEAM levaram às seguintes conclusões sobre os usos das águas para irrigação nesta sub-bacia .

- 14 (quatorze) áreas irrigadas, dispersas em 9 (nove) sub-bacias, necessitam de águas Classe 1, devido aos tipos de produtos (folhosas) serem consumidos crus;
- 6 (seis) áreas irrigadas, distribuídas por cinco sub-bacias, necessitam de águas Classe 2 para irrigar hortaliças e árvores frutíferas;
- 2 (duas) áreas irrigadas, em duas sub-bacias, necessitam de águas Classe 3 para irrigar culturas arbóreas.

2.3. Pesca/aquicultura

A pesca ainda é bastante utilizada como lazer e alimentação pelas populações ribeirinhas e por turistas, em vários pontos da sub-bacia do rio Paraibuna. Isto se aplica a todo o percurso do Rio Paraibuna, com exceção do trecho “morto” entre a cidade de Juiz de Fora e a barragem de Joasal. Também foram constatados pontos de pesca nos rios Peixe e Cágado.

A prática da pesca é constante nos seguintes cursos d'água, por sub-bacias:

Rio do Peixe:

- Rio Rosa Gomes
- Córrego Sossego
- Rio Grão-Mogol
- Rio Vermelho/Grão Mogol

Rio Cágado:

- Córrego Três Morros/São Manuel
- Ribeirão São João
- Ribeirão Caguincho

Os locais de maior concentração de pescadores são os seguintes:

- Rio do Peixe, em sua confluência com o Rio Paraibuna, no povoado de Cotegipe;

- Rio Cágado, próximo à confluência com o Rio Paraibuna, perto do povoado de Ericeira;
- Rio Paraibuna, próximo à confluência com o Rio Paraíba do Sul.

2.4. Aproveitamento Hidrelétrico

Em 1979, foram registrados aproveitamentos hidrelétricos na sub-bacia do Rio Paraibuna e, em 1995, constatou-se que algumas destas usinas estavam desativadas (FEAM, 1996, p. 22). Isto pode ser explicado, em primeiro lugar, pelo fato desta sub-bacia estar totalmente interligada ao sistema Eletrobrás, através da concessionária CEMIG.

Segundo a FEAM, as usinas hidrelétricas em operação na sub-bacia do Rio Paraibuna, em 1995, eram as seguintes:

- Marmelos (4 Mw) e Joasal (8 Mw), ambas da CEMIG, no Rio Paraibuna à jusante da cidade de Juiz de Fora;

- Paciência (4 Mw), da CEMIG, no Rio Paraibuna, no município de Matias Barbosa;

Além disso, estão em processo de licenciamento os aproveitamentos de:

- Sobragi (60 Mw), da Cia. Paraibuna de Metais, no Rio Paraibuna, no município de Belmiro Braga;
- Picada (50 Mw), da Cia. Paraibuna de Metais, no Rio do Peixe, no distrito de Torreões (município de Juiz de Fora).

É importante registrar também a barragem de Chapéu d'Uvas, no Rio Paraibuna, no município de Ewbanck da Câmara. Esta barragem não foi projetada para a geração de energia, mas sim para regularizar o Rio Paraibuna e para abastecer de água a população de Juiz de Fora. Esta obra levou à inundação do distrito de Dores do Paraibuna, cuja população foi quase totalmente transferida para Nova Dores do Paraibuna.

2.5. Unidades de Conservação

Atualmente, observa-se na sub-bacia do Rio Paraibuna poucas ações voltadas para a recomposição/proteção da cobertura vegetal nativa. Com exceção de alguns poucos afluentes, as matas ciliares foram retiradas quase completamente, deixando em desequilíbrio a vida

aquática dos cursos d'água. As unidades de conservação legalmente existentes nesta sub-bacia são poucas

No relatório da FEAM para o enquadramento das águas do Rio Paraibuna, consta à observação de que várias outras áreas desta sub-bacia são propícias à criação de unidades de conservação.

3. RECUPERAÇÃO DE ÁREAS CILIARES

A restauração, ou plantio misto de espécies nativas em áreas desflorestadas, objetivando formar uma floresta mais próxima possível da originalmente existente, tem sido a utopia dos pesquisadores que vem se dedicando a recuperação de áreas de proteção permanente degradadas. A questão da diversidade de espécies, da regeneração natural nas plantações, da interação planta x animais e da representatividade nas suas populações soa alguns dos pontos importantes que vem sendo abordado nos modelos de reconstituição.

O histórico dos trabalhos de pesquisa sobre este tema mostra que houve uma mudança substancial no conceito de reconstituição, principalmente na década de 80. O uso de espécies arbóreas pioneiras nos plantios mistos, criando condições de sombreamento para as espécies dos estágios posteriores de sucessão, foi o grande avanço nos modelos de reconstituição que vem sendo utilizados com sucesso até o presente em nossas condições (Kageyama *et al.*, 1985).

Os primeiros plantios mistos de espécies nativas, de domínio público, porém não bem divulgados como método científico, foram os da Tijuca e o de Itatiaia. Já numa segunda fase, com publicação do método de plantio e dos resultados, foi o de Cosmópolis, onde se preconizava um plantio sem o uso de espécies pioneiras e com a distribuição das plantas totalmente ao acaso, ou sem um modelo de colocação no campo das diferentes espécies (Nogueira, 1977).

3.1. Considerações Gerais e Modelos de Recuperação de Formação Ciliares

Admite-se hoje que 60 mil espécies vegetais, das cerca de 250 mil existentes no planeta, correm risco de extinção nos próximos 20 anos, devido à destruição de seus habitats naturais (Heywood, 1989). Tal constatação tem temperado polemica e preocupado os pesquisadores e políticos de todo o mundo. Neste contexto, as matas ciliares se estabelecem como importantes formações florestais a serem conservadas ou recuperadas.

O manejo e a reconstituição de matas ciliares foi incluído como uma das prioridades no Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), sobretudo pela importância que estas formações vegetais representam na conservação da biodiversidade e na manutenção do equilíbrio dos ecossistemas, em todo o planeta. A Convenção da Biodiversidade, consolidada em documento assinado por cerca de 160 países, inclusive o

Brasil, durante a Conferencia das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992, definiu compromissos neste sentido. A maioria das nações envolvidas reconheceu a soberania nacional sobre os componentes da diversidade biológica, inclusive dos recursos genéticos, à necessidade do retornar os benefícios do uso de tais recursos para os países de origem e o principio do rateio dos custos da conservação da biodiversidade (*in situ* e *ex situ*). Além disso, houve o compromisso dos países desenvolvidos em assumir os custos da conservação e utilização sustentável da biodiversidade nos países em desenvolvimento, ricos em biodiversidade.

3.2. Modelos de Reconstituição Ciliar

Um aspecto muito importante na recuperação, manutenção e manejo de matas ciliares esta relacionado com a diversidade destas formações. Desta forma, constituem-se importantes fatores a serem considerados, a diversidade de espécies arbóreas associadas à degradação de matas ciliares e a extinção das espécies animais e vegetais. A fragmentação destas florestas transforma grandes extensões de habitats em numerosas porções menores e isoladas umas das outras, provocando interrupções de importantes corredores ecológicos que representam. Por serem formações complexas, com dinâmica assentada na interação planta-animal, as matas ciliares são influenciadas quanto à estrutura, e este fato deve ser considerado em uma floresta implantada, a semelhança ao que ocorre naturalmente.

3.3. Escolha das espécies e distribuição de mudas

Alguns autores como Botelho *et al.* (1995) mencionam como critérios básicos no reflorestamento ciliar, a distribuição aleatória de mudas de diferentes espécies, com base em estudos fitossociológicos realizados na região ou na combinação de grupos de espécies típicas de cada estágio sucessional. Considera-se que o melhor e utilizar-se dos dois critérios que não são excludentes, caso existam remanescentes florestais em boa situação de conservação nas proximidades e que possam ser considerados como referencial.

Macedo *et al.* (1993) propôs vários modelos que foram empregados em grande escala e que vem sendo testados em experimentos de campo, Valer *et al.* (1995) propõem a definição do espaçamento entre as mudas de acordo com a composição dos modelos quanto à sucessão ecológica e Amorim & Costa (1995) recomendam que os espaçamentos entre plantas sejam

determinados em função da distancia do repovoamento a faixa marginal aos rios ou corpos d'água.

3.4. Concepção e escolha de modelos para a recuperação de áreas ciliares

Os modelos para recomposição vegetal em áreas degradadas de mata ciliar com espécies arbóreas nativas fundamentam-se no emprego de métodos e técnicas que visam assegurar a harmonia dinâmica da sucessão, a fim de garantir/propiciar a perenização do ecossistema. Atualmente o conceito de auto sustentabilidade e custos de implantação têm sido incorporado no estabelecimento de melhores métodos e modelos de reflorestamento heterogêneo.

De uma maneira bem pratica, tem se verificado que, para atingir estes objetivos, os modelos destacam os seguintes aspectos:

- (a) Espaçamentos entre plantas;
- (b) Grupo ecológico que a espécie ocupa na sucessão secundaria;
- (c) Forma de plantio (em nível ou alinhamento);
- (d) Época do plantio (simultâneo ou não simultâneo);
- (e) Facilidade e custos de implantação;
- (f) Situação topográfica ou de interferência hídrica na área a ser recuperada;
- (g) Ocorrência de remanescentes florestais ou não na região.

Os modelos poderão ainda variar de acordo com a extensão da área a ser reflorestada ou das características locais. Ainda situações típicas podem exigir medidas específicas, podendo inclusive provocar a adaptação de determinados modelos. O que se propõe e a utilização destes modelos, associados a outros cuidados, como a utilização de técnicas adequadas para a colheita de sementes, produção de mudas, plantio no campo, irrigação e adubação (quando necessário) e os tratos culturais complementares.

A seguir são apresentados modelos de repovoamento vegetal que consideram a sucessão secundaria e o comportamento ecofisiológico das espécies com os principais componentes na sua formulação. Os modelos separam as espécies por grupos ecológicos, o que, juntamente com a possibilidade de alterar os espaçamentos e as composições de espécies dentro de um mesmo grupo ecológico, pode ampliar o numero de modelos.

Outros estudos vêm sendo desenvolvidos com varias espécies, cujos indivíduos se encontram em diferentes estágios de desenvolvimento (2-3 anos após plantio), e que já permitem afirmar existirem diferenças marcantes nas estruturas de copa de indivíduos jovens

e adultos, assim como quanto ao porte, dependendo da região ou tipo de solo em que são implantados.

Quanto à composição específica dos modelos, recomenda-se a diversificação das espécies classificadas quanto à sucessão ecológica, com o emprego de mais de uma espécie pioneira e de não pioneiras, pertencentes a mais de um grupo ecológico, conforme foi por Barbosa *et al.* (1993).

1- Módulos de plantio, indicado em Rodrigues *et al.* (1992). Neste modelo são intercaladas as espécies pioneiras com secundária iniciais e secundárias tardias e climáticas, na proporção 6 pioneiras e/ou secundárias iniciais para 2 secundárias tardias e para uma climática. Os espaçamentos usados são 4x4 e 3x3, sendo que o último apresenta melhores resultados.

2- Modelo em linha, indicado em Kageyama *et al.* (1990). Intercala uma linha de espécies pioneiras de grande clareira, com espécies secundárias inicial oportunista de clareiras pequenas e climáticas numa mesma linha, ou secundárias iniciais e tardias. Ou espaçamento entre pioneiras e 2x2m, entre secundárias iniciais, 4x2m e secundárias tardias e climáticas, 4x4m.

3- Modelo em linhas que obedecem a curvas de nível, sugerido por Mantovani (comunicação pessoal, 1993). Neste modelo os indivíduos dos estágios sucessionais pioneiro e secundário inicial são implantados em linhas obedecendo-se as curva de nível, dificultando a formação de enxurradas. A espécie secundária tardia e climáticas devem ser instaladas após o estabelecimento do bosque secundário inicial.

O histórico de ocupação da área, bem como sua utilização, também são pontos a serem considerados. Assim, por exemplo, se a área vem sendo cultivada, em geral, o solo apresenta boas condições para o desenvolvimento das plantas, além de possuir controle sobre as plantas invasoras. Neste caso poderão usar modelos menos adensados para se obter bons resultados. Já em área muito degradadas, muitas vezes em processo de erosão avançado, assim como em áreas pedregosas, deve-se, antes de qualquer coisa, recuperar o solo com o plantio de espécies agressivas, como algumas leguminosas pioneiras, em alta densidade. Nos casos com áreas com afloramentos rochosos, e aconselhável o plantio de gramíneas, ciperáceas e leguminosas herbáceas, podendo-se inclusive recorrer à sementeira direta em alguns casos.

4. CONCLUSÃO

Os modelos de recuperação de áreas ciliares são bastante diversificados acompanhados de técnicas bem desenvolvidas, o que não impede a possibilidade de surgirem novas técnicas mais eficientes podendo trazer um resultado mais satisfatório facilitando o trabalho de recuperação dessas áreas.

No entanto a conservação das áreas ciliares é fundamental para se preservar a diversidade biológica garantindo assim a conservação e equilíbrio dos ecossistemas que acarretará em uma melhoria bastante significativa na qualidade de nossas águas conservando-as para as gerações futuras.

Após ser feita a implementação de um trabalho de recuperação de áreas ciliares não se deve abandonar a área que está sendo recuperada, e sim fazer um acompanhamento e monitoramento das espécies a fim de verificar se os resultados obtidos estão sendo satisfatórios e de acordo com as técnicas que estão sendo utilizadas.

5. REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional da Saúde. **Diagnóstico Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento**. 2. ed. Brasília, DF : 1996.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica. Cooperação França-Brasil. **Projeto Paraíba do Sul : Implantação da Agência Técnica e Diagnóstico da Bacia : Relatório Principal da Fase B**. Rio de Janeiro : 1995.

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. FEAM. **Bacia do Rio Paraibuna : Enquadramento das Águas : Proposta de Enquadramento : Fase 1**. Belo Horizonte, MG : 1996.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA. **Anuário Estatístico de Juiz de Fora**. Juiz de Fora, MG : 1996.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA. Centro de Pesquisas Sociais. **Plano de Desenvolvimento Sustentado do Sudeste Mineiro**. Juiz de Fora, MG : 1995.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JUIZ DE FORA. Instituto de Pesquisa e Planejamento. **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Juiz de Fora : Proposições, Diagnósticos e Anexos**. Juiz de Fora, MG : 1996.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JUIZ DE FORA. Grupo de Trabalho Executivo da Sub-bacia do Rio Paraibuna e Projetos Especiais. **Plano de Trabalho de Recuperação Ambiental e da Qualidade das Águas da Sub-bacia do Rio Paraibuna**. Juiz de Fora, MG : 1997.

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. **Diagnóstico Ambiental do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte, MG : 1983.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica. **Boletim Pluviométrico : Bacia do rio Paraíba do Sul**. Brasília, DF : 1980.

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Secretaria Estadual de Planejamento. **Perfil Sócio Econômico**. Belo Horizonte, MG : 1994. v. 2: Macrorregião de Planejamento 2 : Zona da Mata.

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Secretaria Estadual de Planejamento. **Perfil Sócio Econômico**. Belo Horizonte, MG : 1994. v. 3: Macrorregião de Planejamento 3 : Sul de Minas.

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS APLICADAS. **Monografias dos Municípios** : Carangola, Leopoldina, Astolfo Dutra, Cataguases, Pirapetinga, Rio Pomba, Juiz de Fora, Além Paraíba, Recreio, Tombos. S.l. : S.d.

NIMER, Edmond. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro, RJ : IBGE, 1983.

IBGE. **Atlas Nacional**. Rio de Janeiro, RJ : 1992.

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Departamento de Recursos Minerais. **Projeto Sapucaí**. S.l. : S.d.

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. **Mapa Hidrogeológico do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte, MG : 1982.