



Organizadoras

Sandra Medina Benini

Leonice Seolin Dias

Elisângela Medina Benini

Avaliações Ambientais em Bacias Hidrográficas

1ª Edição

<http://dx.doi.org/10.17271/68242b028>

D.O.I.: 10.17271/68242b028

Tupã/SP
ANAP
2014



Organizadoras

Sandra Medina Benini

Leonice Seolin Dias

Elisângela Medina Benini

Avaliações Ambientais em Bacias Hidrográficas

1ª Edição

Tupã/SP

ANAP

2014

ORGANIZADORAS DO LIVRO

Sandra Medina Benini

Possui graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de Marília (1995), bacharelado em Direito pela Faculdade de Direito da Alta Paulista (2005) e licenciatura em Geografia pelo Centro Universitário Claretiano de Batatais (2014), especialização em Administração Ambiental pela Faculdade de Ciências Contábeis e Administração de Tupã (2005), especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho pelo Centro Universitário de Lins (2008) e mestrado em Geografia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2009). Atualmente está concluindo o doutorado em Arquitetura e Urbanismo na Universidade Presbiteriana Mackenzie/SP, Bolsista CAPES/Prosup e o doutorado em Geografia na Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

Leonice Seolin Dias

Possui graduação em Ciências pela Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Tupã (1984), graduação em Teologia pela Faculdade Teológica Batista de Araraquara (2000), Habilitação em Biologia pelas Faculdades Adamantinenses Integradas (2000), Mestrado em Ciências Biológicas pela Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE (2004) e Mestrado em Ciência Animal pela UNOESTE (2008). Atualmente está concluindo o Doutorado em Geografia na Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bolsista CAPES.

Elisângela Medina Benini

Possui graduação em Direito pela Faculdade de Direito da Alta Paulista (2004), Especialização em Direito do Trabalho e Direito Processual do Trabalho pela Fundação Eurípedes Soares da Rocha, FESR (2006) e Especialização em Direito Ambiental e Gestão Estratégica da Sustentabilidade Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, PUC-SP (2013).

ANAP

Associação Amigos da Natureza da Alta Paulista

Pessoa de Direito Privado Sem Fins Lucrativos

Fundada em 14 de Setembro de 2003

Rua Bolívia, nº 88, Jardim América,

Cidade de Tupã, Estado de São Paulo.

CEP 17.605-310

Diretoria da ANAP

Presidente: Sandra Medina Benini

Vice-Presidente: Allan Leon Casemiro da Silva

1ª Tesoureira – Maria Aparecida Alves Harada

2ª Tesoureira – Jefferson Moreira da Silva

1ª Secretária – Rosângela Parilha Casemiro

2ª Secretária – Elisângela Medina Benini

B467a Avaliações ambientais em bacias hidrográficas / Sandra Medina
Benini, Leonice Seolin Dias e Elisângela Medina Benini. – Tupã:
ANAP, 2014.

146 p; il. Color. 21,0 cm

ISBN 978-85-68242-02-5

1. Meio Ambiente 2. Bacias Hidrográfica 3. Avaliações
I. Título.

CDD: 900

CDU: 911/49

Índice para catálogo sistêmico

Brasil: Geografia

Contato: (14) 3441-4945

editora@amigosdanatureza.org.br

Conselho Editorial

Alba Regina Azevedo Arana
Arnaldo Yoso Sakamoto
Daniela de Souza Onça
Diana da Cruz Fagundes Bueno
Edson Luís Piroli
Eliana Rosa de Queiroz Barbosa
Eraldo Medeiros Costa Neto
João Cândido André da Silva Neto
João Osvaldo Nunes
José Aparecido Lima Dourado
José Ugeda
Junior Ruiz Garcia
Marcos Reigota
Maria Betânia Moreira Amador
Natacha Cíntia Regina Aleixo
Nilzete Ferreira
Oscar Andrés Hincapié Marín
Paulo Cesar Rocha
Rafael Montanbini Soares de Oliveira
Reginaldo de Oliveira Nunes
Ricardo Augusto Felício
Ricardo de Sampaio Dagnino
Rodrigo Simão Camacho
Rosa Maria Barilli Nogueira
Sônia Maria Marchiorato Carneiro

SUMÁRIO

1º Capítulo

APLICAÇÃO DO INSTRUMENTO DE POLÍTICA AMBIENTAL “AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA” COMO SUBSÍDIO A PLANOS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS	15
--	-----------

Denise Gallo Pizella

Marcelo Pereira de Souza

D.O.I.: 10.17271/68242b029

2º Capítulo

AVALIAÇÃO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO CAÇULA, ILHA SOLTEIRA - SP	31
--	-----------

Letícia de Oliveira Manoel

Juliana Heloisa Pinê Américo

Sérgio Luís de Carvalho

D.O.I.: 10.17271/68242b030

3º Capítulo

ESTUDO E ANÁLISE DA MATA CILIAR E SUA INFLUÊNCIA NA QUALIDADE DA ÁGUA DO CÓRREGO BOM JARDIM – BRASILÂNDIAS/MS	51
--	-----------

Agnes Cássia Dias

André Luiz Pinto

Arnildo Pott

D.O.I.: 10.17271/68242b031

4º Capítulo

ANÁLISE ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO ATRAVÉS DE INTERPOLAÇÃO DE DADOS PREVISTOS E OBSERVADOS NA BACIA DO RIO PARAÍBA DO MEIO 76

Mikael Timóteo Rodrigues
Ricardo Ferreira Carlos de Amorim
Rosiberto Salustiano da Silva Junior
D.O.I.: 10.17271/68242b032

5º Capítulo

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DA LAGOA MAIOR DE TRÊS LAGOAS - MS 92

Leandro Reginaldo Maximino Lelis
André Luiz Pinto
D.O.I.: 10.17271/68242b033

6º Capítulo

ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA DE UMA PISCICULTURA EM TANQUES-REDE NO RIBEIRÃO DA PONTE PENSA, SANTA FÉ DO SUL – SP 109

Juliana Heloisa Pinê Américo
Gláucio Doreide Cicigliano
Sérgio Luís de Carvalho
D.O.I.: 10.17271/68242b034

7º Capítulo

DETERMINAÇÃO DE CARGAS POLUIDORAS EM CURSOS D'AGUA DE MÉDIO PORTE 124

Rosane Freire

Cássia Maria Bonifácio

Roselene Maria Schneider

D.O.I.: 10.17271/68242b035

APRESENTAÇÃO



APRESENTAÇÃO

O livro “*Avaliações Ambientais em Bacias Hidrográficas*” apresenta estudos e procedimentos metodológicos direcionados a mensurar as intervenções antrópicas no âmbito da bacia, as quais gradativamente vêm modificando a paisagem e comprometendo a dinâmica fluvial dos corpos d’água.

Os artigos compilados neste livro foram desenvolvidos por alunos ligados a Programas de Pós-graduação *Stricto Sensu*, a exemplo da EESC/USP, UNESP, UFMS e UEM, todos reconhecidos pela CAPES e por docentes da área de saúde pública, química, ecologia, agronomia, meteorologia, geografia, geociências e meio ambiente, apresentando-se temas como a política ambiental, planos de bacias hidrográficas, indicadores, qualidade da água, mata ciliar, precipitação, cargas poluidoras, impactos ambientais, dentre outros.

Por isso, espera-se que o conteúdo do livro possa subsidiar outras pesquisas ambientais aplicadas em bacias hidrográficas, promovendo assim a conservação e preservação dos ecossistemas naturais.

Tupã/SP, 2014.

Sandra, Leonice e Elisângela



PREFÁCIO

PREFÁCIO

A Associação Amigos da Natureza da Alta Paulista vem por intermédio do livro *Avaliações Ambientais em Bacias Hidrográficas* trazer grandes contribuições para o estudo de melhorias de gestão de bacias. Esta obra surge em um grande momento de nossa história brasileira, onde a preocupação com o uso da água toma proporções nunca vistas antes. A escassez de água na região sudeste, região mais populosa, maior pólo industrial e comercial do país, trouxe uma preocupação que não era vista a olhos nus na sociedade. O Brasil sempre foi considerado um país com grande quantidade de água doce disponível, mas a realidade mostrada no ano corrente de 2014 demonstrou a fragilidade na utilização desse recurso e do nosso modelo de planejamento territorial que não está dando conta de utilizar racionalmente esse recurso.

O início de qualquer tipo de planejamento territorial deve ter como sua base o estudo de bacias hidrográficas. As novas leis, como o plano municipal de saneamento básico, plano diretor, plano de bacias, lei de resíduos sólidos, dentre outras, exigem todo o levantamento ambiental da bacia, levando a estudos como levantamentos topográficos, hidrológicos, hidrográficos, ecológicos, bem como os de bem estar social das famílias que ali moram ou que venham a morar, a distribuição de renda, o acesso a saúde e ensino, as características de possível sobrevivência ao longo dos anos no local e a sustentabilidade do meio.

O uso da água é de suma importância não só para a sobrevivência humana como também para a existência de vida no planeta. Apesar de o Brasil possuir cerca de 11% da água doce do planeta, não é difícil encontrar situações críticas como falta de abastecimento, principalmente em grandes regiões metropolitanas e regiões historicamente com problemas de seca.

As mudanças climáticas causadas principalmente pelas emissões de gases tóxicos e grande devastação de florestas são sentidas no mundo inteiro. Há anos que pesquisadores e organizações que estudam mudanças climáticas e seus efeitos sobre nosso planeta vêm nos alertando sobre as possíveis modificações dos regimes hidrológicos e quais os efeitos que essas mudanças poderiam trazer ao nosso cotidiano. Infelizmente acreditava-se que esse mal não estaria tão próximo; sendo assim as políticas de preservação e planejamento territorial deixaram a desejar em sua maioria, ficando muito aquém de minimizar os efeitos do que já vinha sendo anunciado.

Fora as mudanças sentidas no clima, a drástica poluição de nossos mananciais superficiais e subterrâneos, causada indiscriminadamente pela falta de sensibilidade e por descaso, aumenta ainda mais o problema. A água está presente em quase todos os processos produtivos e sofre contaminação de várias formas. As contaminações podem surgir de forma pontual ou difusa, e por todas as interfaces ambientais, solo, ar e água. Pelo solo, por meio da disposição inadequada de materiais contaminantes que podem percolar até o lençol ou serem carreados até aos cursos superficiais. Pela emissão de poluentes atmosféricos grandes contaminações têm atingido os mananciais, seja através de troca gasosa, seja através do seu retorno a esses em forma de chuva. A falta de sistema de esgotamento sanitário em cerca de 50% da nação também traz grandes agravos à qualidade das águas. Grande parte dos esgotos do país é lançado in natura em córregos e rios e também em fossas negras que causam a contaminação das águas subterrâneas e superficiais. O mau uso da água e sua devolução ao meio sem tratamento adequado vem causando a escassez de água com qualidade.

A grande expansão urbana e a impermeabilização do solo sem controle vêm agravando os problemas de enchentes nas grandes cidades brasileiras. A devastação das matas ciliares, principalmente em rios que cortam as áreas municipais, ajudam no carreamento de poluentes e solo para o leito dos rios. O resultado é a diminuição da calha do rio e o aumento do nível das águas em épocas de chuva. A impermeabilização do solo faz com que

grandes quantidades de água escoem pelas vias sem percolar pelo solo natural. Em geral esse solo natural “terra” está recoberto de asfalto ou cimento. Dessa forma, o volume de água se acumula desembocando em rios e pequenos córregos que não dão conta de dar vazão a volume tão grande, causando enchentes e muitas catástrofes nos locais próximos às margens.

Outro fator de grande importância é o uso e reuso que é feito da água disponível. A água tratada ou de boa qualidade muitas vezes é utilizada para fins menos nobres que a dessedentação humana e higienização pessoal. Para esses fins poderiam ser utilizadas águas de menor qualidade ou águas já utilizadas. É claro que para esse uso seriam necessárias normas que o disciplinasse e adequasse, determinando padrões e tratamentos adequados.

Leis e decretos vêm trazendo novas expectativas quanto à melhoria dos usos das águas, mas cabe aos bilhões de usuários globais entenderem que esse é o nosso bem mais precioso e que sem a água de qualidade não poderemos sobreviver. As contaminações estão exigindo um nível cada vez mais eficiente de tratamento. Como exemplo, podemos citar os tratamentos convencionais para distribuição de água realizados em sua maioria em nosso país, que não dão conta de eliminar resíduos hormonais e de agrotóxicos que já foram identificados nas águas de consumo humano, água tratada considerada potável.

Também é necessário que seja feita a sensibilização dos usuários para uma utilização mais racional desse recurso. No Brasil a utilização da água de poços artesianos ou poços rasos era feita sem nenhuma cobrança, não era regulamentada, e a utilização dessas águas subterrâneas ainda é feita de maneira indiscriminada em muitos locais. Sabe-se que os lençóis são a grande fonte de abastecimento dos mananciais superficiais em épocas de seca. Esse uso indiscriminado, além de promover a escassez de água, também promove a contaminação de muitos aquíferos, os quais são de difícil descontaminação.

O livro *Avaliações Ambientais em Bacias Hidrográficas* traz estudos novos sobre a qualidade, preservação, utilização e regulamentação do uso das águas e gestão sustentável da bacia hidrográfica. É de grande importância que novos estudos e ensaios sejam sempre publicados, não para nos trazer receitas prontas de como devemos agir, mas sim para nos alertar e promover a discussão em vários âmbitos e níveis. Esse é o tipo de temática que nunca se esgota e a possível solução está na democratização dessas informações.

Rafael Montanhini Soares de Oliveira¹

É graduado em Engenharia Civil pela Universidade de Taubaté (UNITAU) e Licenciatura Normal Superior pela Universidade Estadual de Maringá (UEM), com Pós-Graduação Stricto Sensu nível Mestrado em Ciências Cartográficas pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (FCT/UNESP) e doutorado em Engenharia Química na área de Poluição, e preservação ambiental na Universidade Estadual de Maringá (UEM). Foi professor adjunto da Universidade Federal do Tocantins no curso de Engenharia Ambiental durante cinco anos e meio. Atualmente é professor do Curso de Engenharia Ambiental da UTFPR em Campo Mourão. Tem experiência em pesquisa e docência na área de meio ambiente, atuando principalmente nos seguintes temas: perícia ambiental, saneamento, educação ambiental, gerenciamento de resíduos, gestão ambiental e tratamento de efluentes.



1º CAPÍTULO

APLICAÇÃO DO INSTRUMENTO DE POLÍTICA AMBIENTAL “AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA” COMO SUBSÍDIO A PLANOS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

APLICAÇÃO DO INSTRUMENTO DE POLÍTICA AMBIENTAL “AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA” COMO SUBSÍDIO A PLANOS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

Denise Gallo Pizella

Bióloga pela FFCLRP/USP, Doutora em Ciências da Engenharia Ambiental pela EESC/USP e Docente do Departamento de Biologia e Zootecnia da FEIS/UNESP. denise@bio.feis.unesp.br.

Marcelo Pereira de Souza

Engenheiro Civil pela USP, Doutor em Saúde Pública pela USP e Professor Titular do Departamento de Educação, Informação e Comunicação da FFCLRP/USP. mps@usp.br.

INTRODUÇÃO

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), Lei No. 9433/97 tem como um de seus instrumentos a elaboração de Planos de Recursos Hídricos (PRH), definidos como planos diretores de longo prazo que fundamentam a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e seu gerenciamento. Sua elaboração pode ser por bacia hidrográfica, Estado ou país. Dentre os Planos de RH, situam-se os Planos de Bacias Hidrográficas a serem elaborados pelos Comitês de Bacia Hidrográfica, compostos por representantes da

União, dos Estados e Distrito Federal, municípios, usuários das águas e entidades civis situados na bacia hidrográfica em questão (BRASIL, 1997).

Para que a realização de um Plano de Bacia Hidrográfica promova a inserção das variáveis ambientais durante todas as fases de sua elaboração, são necessários a identificação dos fatores ambientais existentes e as susceptibilidades e vocações ambientais para a implementação dos programas derivados; o levantamento de alternativas para suas metas considerando os potenciais impactos ambientais de longo prazo, indiretos e cumulativos e o cumprimento e compatibilização das Políticas, Planos e Programas federais, regionais e municipais existentes. Neste sentido, há uma crescente aplicação do instrumento de política ambiental Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), que tem por objetivo a avaliação ambiental de Políticas, Planos e Programas (PPPs), na elaboração de Planos de Bacias Hidrográficas (GULLÓN, 2005). Apesar das variações metodológicas do instrumento de acordo com a Política, Plano e Programa a serem avaliados e do contexto de cada país, a AAE tem como princípios básicos (THERIVEL, 2004):

- ✓ A inserção das questões ambientais nas tomadas de decisões estratégicas;
- ✓ Possibilidade de avaliação de ações estratégicas em recortes territoriais amplos e não pontuais;
- ✓ A participação social nas etapas do planejamento;
- ✓ O aprimoramento e compatibilização de Políticas, Planos e Programas;
- ✓ Auxílio na criação de Termos de Referência para os Estudos de Impacto Ambiental;
- ✓ Consideração das alternativas de localização e tecnológicas, considerando as vocações e susceptibilidades do meio ambiente;
- ✓ Avaliação dos potenciais impactos ambientais indiretos e cumulativos das ações estratégicas;
- ✓ Promoção da integração institucional, pois necessita da coordenação de ações das diversas instâncias e

setores governamentais;

- ✓ Permite uma maior transparência nas tomadas de decisão, em função da participação social. Deste modo, evita que haja a predominância de interesses de grupos com maior articulação política nos processos decisórios;
- ✓ É um instrumento com possibilidade de retroalimentação, em função da necessidade de monitoramento das decisões tomadas.

De acordo com Gullón (2005), no setor hídrico, a utilização da AAE nas tomadas de decisão é fundamental, pois a qualidade das águas reflete a qualidade do ambiente como um todo. Devido a isto, a Diretiva Européia sobre a AAE (*DIRECTIVE 2001/42/EC*) requer a realização de uma AAE paralelamente à elaboração de PPPs relacionadas à gestão hídrica, dentre os quais se situam os Planos de Bacia Hidrográfica. Em função das avaliações de impacto ambiental serem instrumentos proativos e preventivos, sua aplicação é mais eficiente quando nos estágios iniciais da proposição de estratégias, integrando-se nas etapas de planejamento que antecedem os projetos pontuais. Em relação à água, os projetos realizados neste setor apresentam potenciais efeitos sócio-ambientais indiretos como, por exemplo, sobre os usos do solo nos meios rural e urbano. Tais conseqüências necessitam ser previamente identificadas e a AAE possui potencial para auxiliar neste processo (GULLÓN, 2005).

Tendo em vista este cenário de planejamento de recursos hídricos, procurar-se-á avaliar as contribuições da AAE para a elaboração de Planos de Bacias Hidrográficas no Brasil. Para tanto, será realizada uma análise crítica da literatura existente sobre o tema.

DESENVOLVIMENTO

As potencialidades de aplicação da AAE para o desenvolvimento de Planos de Bacias Hidrográficas serão apresentadas seguindo o modelo da Diretiva Européia sobre Avaliação Ambiental Estratégica 2001/42/EC.

Objetivos e Escopo

Quanto a este item, a AAE apresenta, além dos objetivos presentes na Política, Plano e/ou Programa, os princípios ligados à sustentabilidade presentes nos Tratados Internacionais, Convenções e PPPs ligadas a este tema. Caso realizada paralelamente à ação em análise, permite que as questões ambientais sejam contempladas em todo o seu desenvolvimento.

Sendo um processo de avaliação sistemática e podendo ser realizada de forma paralela ao Plano por equipe independente, no entanto, a AAE possibilita um maior controle sobre a concretização destes objetivos que servem como ponto de partida para a realização do diagnóstico socioambiental da Bacia, o delineamento de metas e ações a eles condizentes, seu monitoramento e retroalimentação do planejamento. Além disto, se constitui em um instrumento importante para garantir que os aspectos ambientais e os impactos advindos do Plano sejam considerados nas etapas iniciais do planejamento, ao invés de que estes aspectos se deem apenas durante a análise das atividades pontuais que dele derivam.

Durante a fase de escopo, são definidos os temas ambientais, sociais e econômicos que serão utilizados para orientar os dados a serem coletados e sistematizados na etapa posterior de diagnóstico e para a avaliação dos potenciais impactos e medidas mitigadoras dos cenários alternativos de ações para concretizar o Plano.

A Diretiva Européia sobre AAE adota os seguintes Temas para o escopo: Biodiversidade, Fauna e Flora, Água, Ar, Fatores climáticos, Solo, População e Saúde Humana, Paisagem e Aspectos materiais e Patrimônio Cultural e Arquitetônico. Tais Temas são de aplicação obrigatória para a realização de qualquer AAE, mas, dependendo das características intrínsecas de cada PPP, podem não ser incorporados, sob justificativas. Do mesmo modo, outros aspectos podem ser incluídos, se pertinentes.

No caso de Planos de Bacia, estes grandes temas podem ser especificados em sub-temas, como, por exemplo:

- ✓ Biodiversidade (flora e fauna): existência de espécies endêmicas, espécies-chave representativas dos fragmentos existentes; espécies ameaçadas de extinção, diversidade de espécies nos fragmentos florestais;
- ✓ Água: disponibilidade e qualidade hídricas superficiais e subterrâneas; tratamento de esgoto, eventos hidrológicos extremos;
- ✓ Recursos Materiais: transporte (impactos sobre a disponibilidade hídrica); agricultura e suas modalidades; indústrias; mineração e demais atividades produtivas que fazem uso ou exercem pressões sobre os recursos hídricos;
- ✓ Ar e fatores climáticos: clima, distribuição das precipitações ao longo do ano; umidade;
- ✓ Solo: tipos de solo, uso e ocupação, agricultura e suas práticas, erosões e suscetibilidade do solo a processos erosivos, disposição de resíduos sólidos;
- ✓ Paisagem: estrutura da paisagem;
- ✓ População: demografia e distribuição populacional, projeções de crescimento, saúde (acesso aos serviços de saneamento – coleta do lixo e de esgoto, abastecimento);
- ✓ Patrimônio cultural, arqueológico e paleontológico: sítios paleontológicos e arqueológicos.

Durante o escopo também se define os agentes que participarão da elaboração e monitoramento do Plano. No caso presente, a entidade representativa para tanto é o Comitê de Bacia, composto por setores do Poder Público relacionados à gestão dos recursos hídricos, por usuários da água e pela sociedade civil organizada. As formas e momentos de participação também são definidos, podendo dar-se por meio de reuniões ao longo do desenvolvimento da AAE ou em etapas específicas, e virtualmente em página eletrônica disponível para tanto, ambas com divulgação prévia.

No escopo também são identificadas as Políticas, Planos e Programas setoriais que interferem e se relacionam aos Planos de Bacia. Uma análise sobre suas diretrizes, objetivos e metas é realizada, de modo a evitar que o conteúdo do Plano de Bacia se distancie de seus pressupostos e se torne impraticável (sobretudo em se tratando de Políticas de âmbito federal e estadual e de diretrizes constitucionais). No caso de Planos e Programas regionais, o Plano de Bacia pode beneficiar-se do diagnóstico setorial neles apresentado, facilitando e compatibilizando-se com as coletas e tratamentos de dados. Conflitos entre os princípios que regem a Política de águas no Brasil e os Planos e Programas setoriais e de uso e ocupação do solo se explicitam neste momento, abrindo um espaço para um diálogo interssetorial para que objetivos comuns que beneficiem a sociedade como um todo sem prejuízos à capacidade de suporte do meio sejam estabelecidos.

A existência de Comitês de Bacia Hidrográfica é, neste sentido, muito vantajosa para a abertura a este diálogo, pois sua composição abriga os órgãos da administração pública em âmbito estadual e municipal e setores usuários da água, sendo um fórum adequado para a exposição dos diversos interesses e conflitos existentes em torno dos usos múltiplos da água. No entanto, sua existência não é garantia para uma participação efetiva e transparente para a sociedade, conforme Miranda (2003).

Tanto a Política Nacional de Meio Ambiente quanto a Política Nacional de Recursos Hídricos estabelecem a necessidade de articulação interssetorial para o alcance de seus objetivos e, neste ínterim, a AAE fortalece estas associações, discriminando para cada Política, Plano ou Programa a serem elaborados ou avaliados, as ações estratégicas que contêm diretrizes a serem consideradas. Deste modo, considera-se a ação estratégica em análise, os impactos de seus objetivos sobre o Plano de Bacia e se os objetivos de cada ação estão contemplados no Plano, de forma bastante sucinta. Tal metodologia desempenha a tarefa de explicitar os pontos de conflito entre os diversos planejamentos setoriais que incidem sobre o Plano de Bacia, direcionando seus objetivos e metas para que se tornem factíveis e congruentes com objetivos mais amplos. O inverso também é passível de ocorrer, com o Plano de Bacia interferindo sobre outros planos setoriais e territoriais, havendo um maior diálogo entre ambos.

Linha de Base Ambiental

A AAE pode auxiliar no diagnóstico das bacias hidrográficas nos seguintes aspectos:

- ✓ Por meio da identificação dos dados a serem coletados a partir dos Temas definidos no escopo;
- ✓ A partir da análise de outras PPPs, possibilitando a identificação das informações relevantes para o diagnóstico da Bacia e minimizando gastos e tempo em sua obtenção;
- ✓ Com a priorização das informações a serem coletadas e trabalhadas;
- ✓ Sendo um instrumento que possibilita uma maior participação em todas as etapas do planejamento, conduz à necessidade de independência dos Comitês de Bacia em levantar suas demandas para a produção e coleta de informações.

O diagnóstico depende de informações regionalizadas em âmbito da Bacia hidrográfica e das unidades administrativas, com o nível de detalhamento dependente dos objetivos da gestão, visando à identificação das fragilidades e vocações do meio frente aos aspectos considerados importantes para a gestão. Sendo esta etapa fundamental para a derivação das metas do Plano de Bacia é importante que os principais problemas sejam identificados espacialmente e, para isto, os dados primários ou brutos precisam ser manipulados para mostrar as áreas problemáticas e suas tendências.

Levantamento de Alternativas para as metas de ação

A Lei N.9433/97 determina que o conteúdo dos Planos de Bacia Hidrográfica contemple análises alternativas de crescimento demográfico, as tendências das atividades produtivas e as modificações dos padrões de uso e ocupação do solo. Segundo Silva e Pruski (2000), para que tal análise se efetue, os núcleos populacionais rurais e urbanos devem ser levantados, assim como as correntes migratórias, as legislações de uso e ocupação do solo, os projetos de loteamento e os distritos industriais protocolados nas Prefeituras Municipais e seus zoneamentos ambientais. Entretanto, os Planos de Bacia em geral apresentam cenários relativos às metas identificadas para a efetivação dos seus objetivos, tendo por base o contingenciamento de verbas para tanto. Deste modo, elaboram-se o cenário desejável e recomendado, apresentando as ações e sua potencialidade de realização em curto, médio e longo prazo de acordo com os financiamentos garantidos e possíveis de obtenção. No entanto, não se efetuam projeções alternativas de crescimento e de distribuição demográfica, de atividades produtivas e ocupação do solo considerando as tendências observadas, as legislações vigentes e o contexto social, político e econômico de inserção da Bacia, prejudicando, deste modo, as etapas posteriores de planejamento.

Tendo por base os Temas identificados no escopo da AAE e a partir do diagnóstico existente, seria possível realizar projeções no horizonte de atuação do Plano para cada tópico considerado, criando-se cenários tendenciais sobre a situação futura dos recursos hídricos da Bacia, visando uma avaliação integrada e contextualizada dos temas em análise e a identificação das denominadas “janelas de decisão” por Partidário (2002), ou seja, dos momentos e pontos de intervenção para modificar as situações problemáticas atuais e futuras.

A título de exemplificação, a partir do diagnóstico atual da biodiversidade na Bacia, criam-se cenários de situação futura dos agentes impactantes para a elaboração de metas que incidam sobre os mesmos. Os Planos de desenvolvimento agrícola e Diretores Municipais, os Planos Plurianuais e demais investimentos no setor agrícola e imobiliário da região podem servir de início para as projeções. Deste modo, elabora-se um cenário com as tendências dos setores, os quais atualmente apresentam um planejamento desarticulado entre si, dada a predominância dos fatores econômicos na gestão setorial vigente no país.

A partir da delimitação das áreas problemáticas, as metas de ação podem ser traçadas com uma maior segurança, pois os fatores intervenientes terão sido considerados. Neste momento, ações alternativas são levantadas para a implementação dos objetivos do Plano, que passarão por uma análise de impactos ambientais, sociais e econômicos para a seleção daquelas mais adequadas do ponto de vista da sustentabilidade ambiental.

Avaliação dos Impactos Ambientais, Econômicos e Sociais das Alternativas de Ação

A AAE trás uma contribuição importante ao Plano de Bacia neste momento, pois oferece metodologias de avaliação de impactos cumulativos, diretos e indiretos de curto e longo prazo para as diferentes ações propostas.

Na ausência da AAE, as alternativas levantadas correm o risco de se tornar soluções imediatistas, sem uma visão de futuro, de modo reativo ao invés de proativo. Ao contrário das alternativas levantadas nos projetos pontuais com os Estudos de Impacto Ambiental, as alternativas da AAE apresentam um conteúdo estratégico próprio ao planejamento de longo prazo. Deste modo, a AAE auxilia os tomadores de decisão a levantarem alternativas mais sustentáveis do ponto de vista ambiental, social e econômico por meio da avaliação de seus potenciais impactos. Visando a abordagem da sustentabilidade ambiental estratégica, Therivel (2004) apresenta uma hierarquia para a proposição e análise de alternativas, seguindo o padrão desenvolvido para a gestão de resíduos sólidos de reduzir, reutilizar, reciclar e dispor, de modo a minimizar a utilização dos recursos naturais antes de propor novos projetos de desenvolvimento, em um modelo de gestão preventivo ao invés de reativo. Uma vez que medidas de redução da demanda tenham sido efetuadas, buscam-se as diversas formas viáveis para atendê-las. Por exemplo, para atender às demandas por abastecimento de água, pode-se optar por águas subterrâneas, armazenamento de água de chuvas, águas superficiais de rios e lagos e mesmo a dessalinização de águas costeiras (THERIVEL, 2004).

Para Therivel (2004), no entanto, há limitações para a proposição de alternativas, que dizem respeito à sua factibilidade e legalidade frente ao contexto em que o problema se insere. No exemplo dado acima sobre a demanda por abastecimento, a dessalinização não se mostra uma alternativa viável para a realidade das bacias interiores brasileiras, o que a torna ineficaz.

O procedimento corrente, após a desqualificação de ações inviáveis é avaliar cada alternativa proposta frente às metas do Plano, em termos de como levam ao seu alcance. A avaliação é inicialmente qualitativa, havendo uma identificação dos potenciais impactos de cada alternativa em relação aos objetivos do Plano. Para tanto, pode-se utilizar uma matriz de impactos, tendo como critérios para a avaliação os fatores ambientais, sociais

e econômicos relevantes para a ação estratégica, de acordo com os Temas definidos no escopo da AAE. Para cada impacto negativo apresentado, são avaliadas possibilidades de mitigação que possam tornar a ação viável. Deste modo, medidas compensatórias, estudos locacionais para a implantação de empreendimentos e alternativas tecnológicas são propostos pela equipe que realiza a AAE.

Após realizada a etapa de avaliação dos impactos e de suas mitigações, cabe aos órgãos gestores dos recursos hídricos (com presença fundamental do Comitê de Bacia), de organizações não governamentais e das municipalidades que regem o uso e ocupação do solo nas cidades e meio urbano discutirem, junto à equipe responsável pela AAE, acerca dos benefícios e prejuízos decorrentes da escolha de cada uma das alternativas apresentadas.

As contribuições apresentadas pela implementação da AAE nesta etapa do Plano consistem no levantamento de alternativas plausíveis para a solução ou minimização de um problema considerado relevante pelo Comitê de Bacia, com a identificação e análise dos impactos de cunho ambiental, social e econômico destas frente aos fatores ou temas identificados no escopo do estudo. Deste modo, a AAE, quando realizada paralelamente aos Planos de Bacia e por equipe politicamente isenta e qualificada em termos científicos, diminui as possibilidades de que decisões sejam tomadas sem uma análise mais aprofundada do problema e de suas possíveis soluções, incorporando a visão da sustentabilidade ambiental.

Monitoramento

O monitoramento da AAE é realizado acompanhando-se os indicadores de desempenho das metas previstas. Desta forma, para cada decisão tomada, desenvolve-se um índice ou indicador de *performance* viáveis de

serem analisadas, ou seja, que se baseiem em dados coletáveis e metodologia aplicável, a fim de detectar a situação da gestão dos recursos hídricos.

No caso dos Planos de Bacia do estado de São Paulo, está sendo feito o uso de indicadores de situação da Bacia desde o ano de 2009, baseados no modelo FMEPIR da Agência Ambiental Européia, como anteriormente discutido. No entanto, tais indicadores fornecem um diagnóstico da situação atual da Bacia e suas tendências, sem, no entanto, estar diretamente ligados ao grau de alcance das metas e ações do Plano. Para que este se efetive, o monitoramento deveria ser realizado nestes moldes para mostrar se e como as ações estão sendo efetuadas e, caso afirmativo, se estão sendo traduzidas em melhorias para os problemas enfrentados na Bacia.

A utilização da AAE, que faz uso de indicadores de desempenho para avaliar o Plano em elaboração e o próprio Relatório final da AAE, possibilita que o planejamento se dê de forma adaptativa, de modo a adequar-se às mudanças que forem surgindo.

CONCLUSÃO

O trabalho teve por objetivo avaliar as possibilidades de aplicação do instrumento de gestão ambiental Avaliação Ambiental Estratégica para auxiliar no desenvolvimento de Planos de Bacias Hidrográficas.

A partir da análise das metodologias empregadas em Avaliações Ambientais Estratégicas, nos moldes da Diretiva Européia sobre AAE 2001/42/EC, foi possível identificar algumas contribuições que o instrumento traria para a elaboração e acompanhamento de Planos de Bacia Hidrográficas, tais como: garantir a incorporação dos princípios de sustentabilidade ambiental, social e econômica no desenvolvimento de PPPs, em acordo com os

Tratados Internacionais firmados com o Brasil e demais políticas ambientais existentes; identificação de Temas para o levantamento de informações sobre a Bacia; a partir das informações, sistematizá-las para a realização do diagnóstico ou linha de base, que apresenta a situação atual da Bacia; levantamento de alternativas plausíveis para solucionar e minimizar os problemas identificados na Bacia em horizontes de curto, médio e longo prazos; avaliação dos impactos ambientais e socioeconômicos de cada alternativa segundo suas tipologias, ou seja, como positivos e negativos, diretos, indiretos e cumulativos; escolha das alternativas mais adequadas em termos ambientais e socioeconômicos a partir dos impactos analisados e as medidas mitigadoras necessárias; identificação de indicadores para o monitoramento do Plano de forma contínua, para avaliar a implementação das medidas, os problemas encontrados e, deste modo, retroalimentar o planejamento.

Apesar da importância constatada da aplicação da AAE, há diversos empecilhos em sua utilização. Inicialmente, não há regulamentação deste instrumento no país, mas apenas ações isoladas de aplicação com objetivos e metodologias distintas entre si. Portanto, sua regulamentação é imprescindível para definir em quais situações a AAE seria aplicada e de que forma, se paralela ao Plano a ser avaliado ou em separado, como tem sido feito com os Estudos de Impacto Ambiental. Além disto, é necessário constar as diretrizes que devem reger sua elaboração, as metodologias empregadas e os resultados esperados. Para que a AAE de fato influencie o planejamento, recomenda-se que seja realizada de forma paralela às PPPs em estudo e garantias sejam feitas para a articulação efetiva entre o planejamento setorial, como forma de implementar os pressupostos do desenvolvimento sustentável no país. A falta de informações importantes, principalmente de cunho ambiental consiste em outro entrave para a AAE, que devem ser sanadas pelo Poder Público. Bancos de dados ambientais necessitam ser disponibilizados para dinamizar sua elaboração e garantir que esta dimensão seja incorporada par a par com as questões econômicas que prevalecem no planejamento setorial e territorial do país.

Por fim, para que a AAE se dê de forma transparente e de forma a incorporar os anseios dos atores afetados e interessados nos planejamentos, uma divulgação ampla antes de sua realização deve ser feita para a abertura ao diálogo e a participação, a fim de que a equipe responsável por seu desenvolvimento considere todos os interesses envolvidos. Caso contrário, o instrumento pode ser utilizado como um ato burocrático que não exerce influência na elaboração de PPPs.

REFERÊNCIAS

- COOPERATIVA DE SERVIÇOS E PESQUISAS TECNOLÓGICAS E INDUSTRIAIS. Plano de Bacia da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Pardo (UGRHI 04) – Revisão para atendimento da Deliberação CRH 62 – **Relatório Técnico**, 2008.
- BRASIL. Lei No 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º. da Lei No 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei No 7.990, de 28 de dezembro de 1989. 1997. **Diário Oficial da União**, 9 de janeiro de 1997, Brasília, DF.
- COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARDO. **Relatório de situação dos recursos hídricos 2010**: (ano base 2009). Ribeirão Preto, 2010. 88p.
- GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Situação dos Recursos Hídricos no Estado de São Paulo**: Ano Base 2008. São Paulo, 2010. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/basecon/RelatorioSituacao2010/rsminuta.pdf>. Acesso em: 8 de fevereiro de 2011.
- GULLÓN, Natalia. Links between the Water Framework Directive and SEA. In: SHMIDT, M.; JOÃO, E. (EDS.) **Implementing Strategic Environmental Assessment**, v.2, Part VI. Springer-Verlag. 2005.
- MIRANDA, Cristiani Olga. O Papel Político-Institucional dos Comitês de Bacia Hidrográfica no Estado de São Paulo: Um Estudo de Caso. In: FELICIDADE, N.; MARTINS, R.C.; LEME, A.A. (EDS.). **Uso e Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil**: Velhos e Novos Desafios para a Cidadania. São Carlos: RiMa, 2003. p.135-148.

PARTIDÁRIO, Maria Rosário. **Avaliação Ambiental Estratégica**. Brasília: MMA/SQA, 2002.

SILVA, Demetrius David; PRUSKI, Fernando Falco. **Gestão de Recursos Hídricos**: Aspectos legais, econômicos, administrativos e sociais. Brasília, DF: Secretaria de Recursos Hídricos; Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa; Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2000, 659p.

THERIVEL, Riki. **Strategic Environmental Assessment in Action**. UK: Earthscan, 2004.

EMPINOTTI, Vanessa. Avaliação dos 20 anos do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SIGRH (**Relatório Final**). Disponível em: <www.sigrh.sp.gov.br>. Último acesso: 02 de dezembro de 2010. 2010.



2º CAPÍTULO

AVALIAÇÃO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO CAÇULA, ILHA SOLTEIRA - SP

AVALIAÇÃO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO CAÇULA, ILHA SOLTEIRA - SP

Letícia de Oliveira Manoel

*Mestre em Engenharia Civil - Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP)/Campus
Ilha Solteira/SP. E-mail. leticia.is@gmail.com*

Juliana Heloisa Pinê Américo

Doutoranda em Aquicultura, Centro de Aquicultura da UNESP, Jaboticabal - SP. E-mail: americo.ju@gmail.com

Sérgio Luís de Carvalho

Docente do Departamento de Biologia e Zootecnia da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (UNESP). E-mail. sergicar@bio.feis.unesp.br

INTRODUÇÃO

Os diversos usos e ocupação do solo nas bacias hidrográficas são distribuídos espacialmente e os impactos sobre os recursos naturais evoluem com o tempo (SANTOS, 2011). Com frequência tem-se examinado a relação entre uso da terra e qualidade da água e alguns estudos têm mostrado que o uso da terra tem uma forte influência sobre a qualidade ambiental de uma bacia hidrográfica. Uma das etapas mais importantes na gestão de recursos hídricos é estabelecer os impactos de diferentes usos da terra em bacias hidrográficas. Este tipo de investigação relacionando atributos ambientais pode ser usado para melhor proteger recursos hídricos. Como em toda a região Noroeste do Estado de São Paulo, no município de Ilha Solteira também não houve a visão preservacionista dos recursos naturais no desenvolvimento da região, sendo predominante a ocupação desordenada dos solos, inclusive das áreas de proteção dos mananciais, em favor da expansão da fronteira agrícola e da pecuária.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar possíveis problemas ambientais existentes em algumas propriedades na bacia hidrográfica do córrego Caçula no município de Ilha Solteira – SP, visando contribuir com importantes informações que possam alertar os órgãos públicos e a sociedade para uma melhor conservação do meio ambiente.

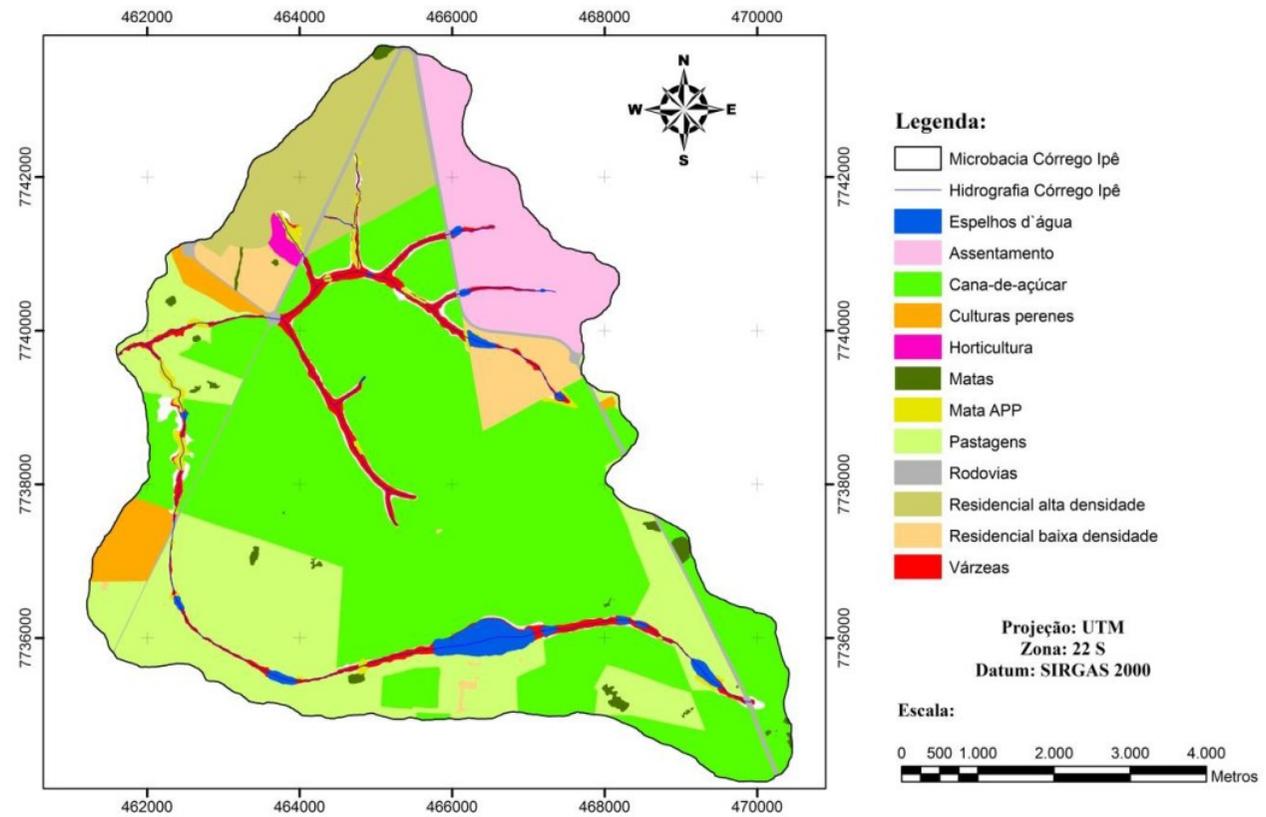
MATERIAL E MÉTODOS

Descrição da área de estudo

Este trabalho foi realizado na bacia hidrográfica do córrego Caçula, no município de Ilha Solteira, região noroeste do Estado de São Paulo, localizado na zona 22 K, entre as coordenadas geográficas 20°24'44,8"S e 51°17'06,5"O e 20°30'16,4"S e 51°22'16,2"O Datum SIRGAS 2000 com altitude entre 290 a 370 metros acima do nível do mar.

A área escolhida para o desenvolvimento deste trabalho abrange aproximadamente 5.096,46 hectares. Esta bacia hidrográfica engloba uma porção urbana (Bairro Jardim Aeroporto), uma porção periurbana (chácaras), localizada no Bairro do Ipê, abrigando uma das nascentes do Córrego do Ipê, afluente do córrego Caçula e uma porção rural, localizada na propriedade da Gleba A do Bairro Cinturão Verde, Assentamento Estrela da Ilha, além de grandes propriedades (Fazenda Lagoinha, Bacuri, Santa Pedrina, Caçula, Santo Edwirges e Santa Maria II) que rodeiam o núcleo urbano. As distâncias entre estas propriedades e os núcleos urbanos variam de 1 a 20 km em média. A bacia hidrográfica do córrego Caçula (Figura 1) possui seu deságue na margem esquerda do rio Paraná e está inserida na Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Rio São José dos Dourados (UGRHI-18).

Figura 1: Uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do córrego Caçula, localizada no município de Ilha Solteira - SP



Fonte: SANTOS, 2012

Amostragens e Coleta de Dados

Para realizar a avaliação das condições ambientais das propriedades na bacia hidrográfica do córrego Caçula no município de Ilha Solteira, foram utilizados questionários com base em Machado (1982), Colodro et al. (1991) e Martins et al. (2005) com 11 questões, contendo quadros com alternativas diversas de respostas. As questões abordaram os possíveis problemas ambientais nas propriedades na área da bacia hidrográfica, entre os quais o uso do solo e destinação de resíduos, principalmente próximos do corpo d'água, fontes pontuais de poluição por esgotos, agrotóxicos, uso da água do córrego e a percepção dos proprietários quanto aos problemas de degradação ambiental.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização ambiental das propriedades

Foram aplicados questionários ambientais em 25 propriedades, contendo 11 questões, respondidas junto aos responsáveis pelas propriedades (proprietários e administradores), com caráter não apenas de entrevista, mas, sobretudo, de conversa informal, revelando faces da história e geografia, do uso e ocupação do local e da forma de organização da comunidade de maneira contextualizada. A maioria das propriedades visitadas (60%) apresenta área de até 10 hectares, evidenciando propriedades de pequeno porte (Tabela 1).

Tabela 1: Porcentagens de área nas propriedades visitadas na bacia hidrográfica do córrego Caçula, Ilha Solteira – SP

Área das Propriedades (ha)	Número de Propriedades	(%)
Até 10	15	60
10 a 50	4	16
50 a 100	0	0
100 a 500	3	12
500 a 1000	0	0
Maior que 1000	3	12
Total	25	100

Fonte: Dados do autor

As pequenas propriedades localizadas na Gleba A do Cinturão Verde e Bairro do Ipê apresentam baixa produtividade e conseqüente baixa rentabilidade, características pertinentes a todas as propriedades que compõem a bacia hidrográfica do Bairro Cinturão Verde. Já as demais propriedades apresentam a pecuária de corte extensiva como base do seu desenvolvimento. Estas propriedades localizam-se no entorno do município e muito têm sofrido com a expansão urbana. A principal causa da erosão, além da falta de conservação das pastagens, é a drenagem de água pluvial vinda da área urbana que tem contribuído para o assoreamento dos mananciais.

Produção vegetal e assistência técnica

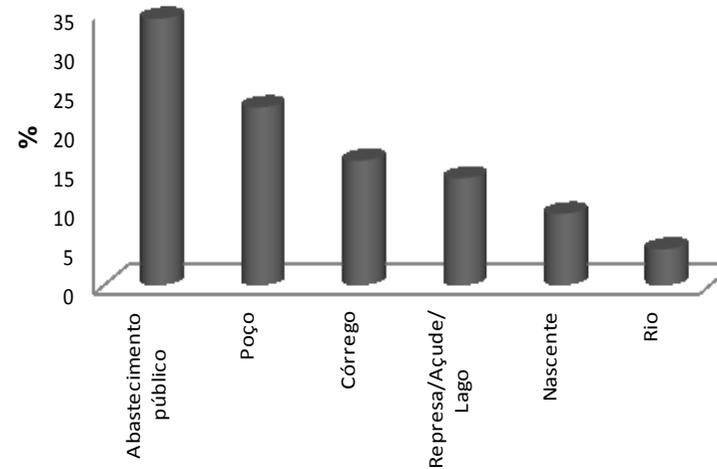
Na bacia hidrográfica do córrego Caçula não existe ainda nenhuma associação formada, apenas cinco propriedades relataram dispor de alguma assistência técnica, fato este que prejudica a atividade agrícola no município. Verifica-se a tendência cada vez maior do pequeno produtor rural, desprovido de capital e assistência técnica, de arrendar suas terras para grandes produtores.

Sobre o uso e ocupação do solo, verificam-se principalmente grandes áreas de pastagem, a cultura de cana-de-açúcar e a expansão urbana (Bairros Nova Ilha e Ilha Bela) e conseqüentemente a redução das áreas de matas. Quanto às culturas perenes, sua área plantada ainda é pequena e limitada às pequenas propriedades, sendo cultivadas: manga, banana, limão, pinha, uva, jabuticaba, laranja, acerola, coco, café, mamão, abacate, seringueira e caju. As culturas anuais cultivadas são: milho e cana-de-açúcar. As culturas perenes têm destino tanto para autoconsumo como para comercialização e as culturas anuais são destinadas, principalmente, a comercialização. De acordo com o trabalho desenvolvido por Santos (2011), não foi possível determinar áreas constituídas da cultura de cana-de-açúcar no ano de 1978 na bacia hidrográfica do córrego do Ipê, sendo que o mesmo fato foi observado por Lima, Silva e Altimare (2004), fato esse que fortalece as evidências de que a transformação de uso e ocupação do solo na região de Ilha Solteira deu-se a partir de 2006, período que marcou a chegada da cultura da cana-de-açúcar na região. Acredita-se que este fato possa estar fortemente relacionado com a construção da Usina Interlagos, a atual Usina Santa Adélia Pioneiros, localizada na divisa entre Ilha Solteira e Pereira Barreto, que gerou nos pecuaristas da região a tendência em substituir a pecuária pela monocultura de cana-de-açúcar.

Fontes e Uso da água

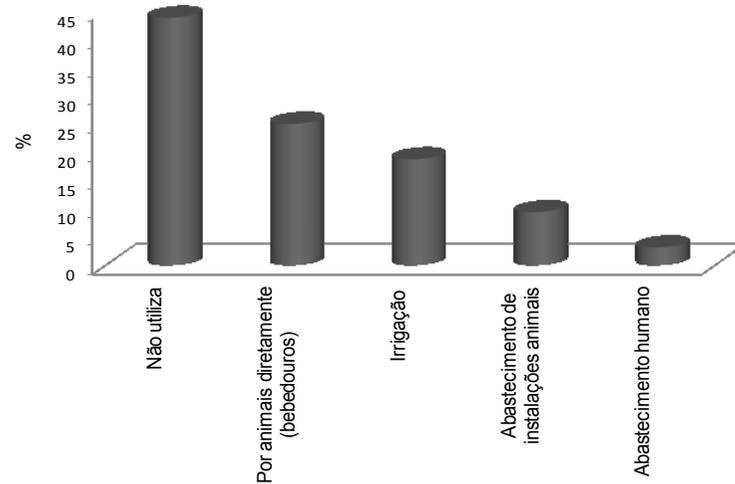
As principais fontes de água utilizadas nas propriedades visitadas são provenientes do abastecimento público (34%), poços na propriedade (22,7%) córrego (15,9%), represa/açude/lago (13,6%) e nascente (9%) (Figura 2). A utilização de água tratada foi registrada em 60% das propriedades.

Figura 2: Fontes de água existentes nas propriedades visitadas na bacia hidrográfica do córrego Caçula, Ilha Solteira – SP



Quanto ao uso da água do manancial, constata-se que 44% não é utilizada, 25% é utilizada por animais diretamente (bebedouros), 19% para irrigação e apenas 3% para abastecimento humano (Figura 3).

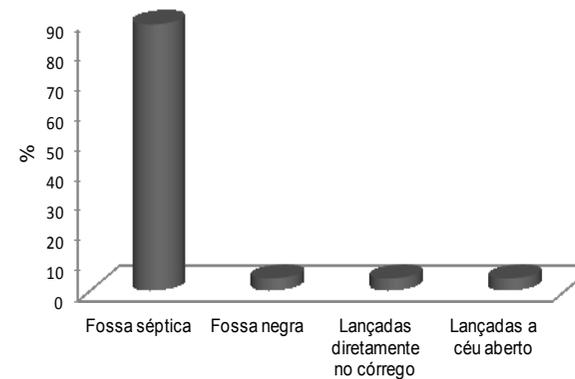
Figura 3: Uso da água do curso d'água nas propriedades visitadas na bacia hidrográfica do córrego Caçula, município de Ilha Solteira - SP



Destinação do esgoto

Com relação à destinação final de esgoto, observa-se que 88% das propriedades citaram a utilização de fossas sépticas (Figura 4).

Figura 4: Destinação final de esgotos nas propriedades visitadas na bacia hidrográfica do córrego Caçula, Ilha Solteira - SP



As demais propriedades citaram outras formas de destinação final do esgoto, muitas inadequadas como o lançamento direto no solo ou em córregos, o que contribui para a contaminação do solo, da água superficial e do lençol freático, promovendo a proliferação de doenças de veiculação hídrica tais como a hepatite tipo A, giardíase, amebíase e ascaridíase (Figura 5). Este fato deveria ser considerado seriamente pelos órgãos gestores do meio ambiente, responsáveis por tomar as medidas cabíveis para solucionar esse problema.

Figura 5: Formas de destinação final de esgoto, município de Ilha Solteira – SP



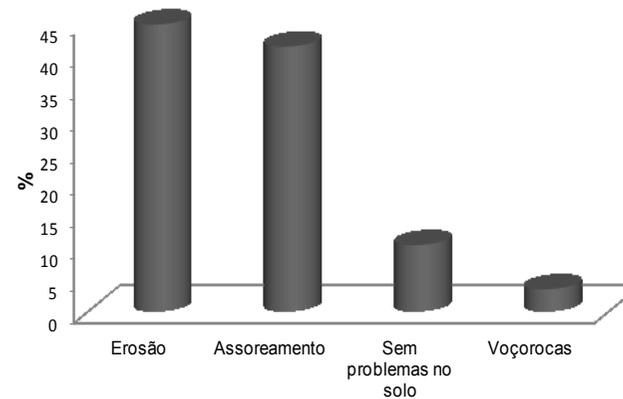
Foto: arquivo do autor

Manejo e conservação do solo

O inadequado uso do solo provocado pelas práticas agrícolas e pelas áreas de pastagens vem causando sérios danos aos córregos. Os cultivos e as pastagens ocupam as áreas próximas aos mananciais, demonstrando a ausência da mata ciliar. Acabam provocando a erosão do solo e, conseqüentemente, o assoreamento do leito. Observaram-se em algumas áreas processos erosivos acelerados, principalmente em pastagens. A trilha feita pelo gado aumenta o escoamento superficial da água, intensificando o processo erosivo, podendo chegar à formação de ravinas e em alguns lugares a formação de voçorocas. Foi possível observar problemas relacionados ao manejo e conservação do solo na maioria das propriedades estudadas,

sendo que em 45% delas foram relatados problemas de erosão do solo e em 42%, assoreamento de cursos d'água (Figura 6).

Figura 6: Manejo e conservação do solo das propriedades visitadas na bacia hidrográfica do córrego Caçula, Ilha Solteira – SP



A situação das matas ciliares nas propriedades visitadas no município de Ilha Solteira, não difere da situação encontrada em grande parte dos municípios do noroeste do Estado de São Paulo, onde a maioria dos cursos d'água está desprovida de vegetação ciliar. Os produtores tem consciência dos prejuízos advindos do desmatamento, da falta de práticas conservacionistas e da falta de recomposição da mata ciliar, porém, não se propõem por iniciativa própria a iniciar uma reforma dos terraços e a recomposição da mata ciliar. Na maioria dos casos os proprietários levam em consideração apenas os gastos com estas práticas e não avaliam o ganho ambiental que a propriedade viria a ter. A maioria das propriedades encontra-se fragilizada em decorrência da

baixa adesão dos agricultores em proteger as Áreas de Preservação Permanente – APPs e/ou averbar as áreas de Reserva Legal de suas propriedades. Somente nove dos produtores possuem reserva legal. Este baixo índice pode estar relacionado à supressão da vegetação que é impulsionada pelo ideal de aumentar a área de produção. No entanto, a ausência de mata ciliar, assim como a fragmentação da cobertura vegetal nativa, tem sido considerada como importante fator na intensificação do processo de degradação dos recursos ambientais. As matas ciliares apresentam diversas funções, como: a preservação de espécies da flora e fauna, conservação dos recursos naturais, a proteção das margens dos cursos d'água, prevenindo o processo erosivo do solo e, conseqüentemente, a deposição de sedimentos nos corpos d'água (assoreamento) (Figura 7).

Figura 7: Má conservação do solo nas propriedades, município de Ilha Solteira - SP



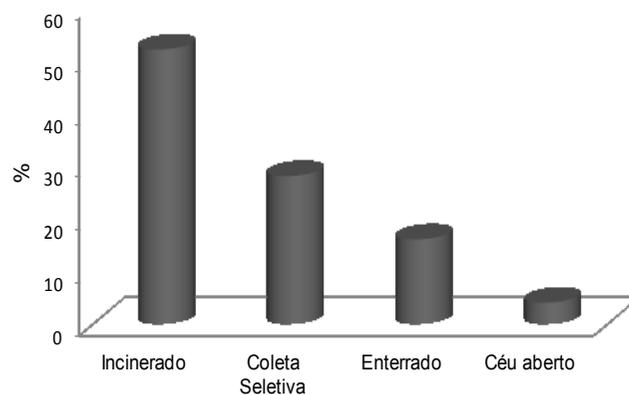
Foto: arquivo do autor

A diminuição do assoreamento do córrego e a correção das erosões e voçorocas existentes dependem da ação do poder público no sentido de viabilizar obras que diminuam o impacto da água pluvial na área rural do entorno do município, e dos produtores, sendo necessário um processo educativo de médio a longo prazo, a fim de reverter a degradação ambiental, alterando o comportamento dos produtores envolvidos, visando à melhoria da sua qualidade de vida, para que num futuro próximo possam desfrutar de uma sustentabilidade econômica, social e ecológica. Poletto, Carvalho e Matsumoto (2010) avaliando o córrego do Ipê constataram que o local apresenta indícios de falta de consciência e percepção ambiental dos ribeirinhos os quais negligenciam a utilidade e a necessidade de se preservar o manancial.

Resíduos sólidos e orgânicos

Outro aspecto ambiental analisado foi a forma de eliminação do lixo doméstico e agrícola, em que na maioria das vezes não há depósitos específicos e nem um sistema de coleta de resíduos sólidos, sendo estes queimados, enterrados ou jogados em buracos ou poços abandonados na propriedade. Das propriedades visitadas (Figura 8) 52% relataram queimar o lixo doméstico, demonstrando falta de informações ou mesmo de consciência a respeito dos sérios problemas relacionados à poluição atmosférica, devido à prática da queimada, além dos danos causados ao próprio proprietário que inala os diferentes gases eliminados nesse processo. Em parte esses resultados coincidem com os relatados por Gomes e Tubaldini (2005) e Américo et al. (2007) que registraram a queima como principal destino dos resíduos gerados nas propriedades. A coleta seletiva foi citada por 28% das propriedades sendo um aspecto ambiental positivo, muito embora, normalmente, apenas a fração do lixo com melhor valor de mercado seja realmente reciclada.

Figura 8: Disposição do lixo doméstico das propriedades visitadas na bacia hidrográfica do córrego Caçula, Ilha Solteira - SP



Durante o reconhecimento de campo, constatou-se a presença de lixo em diversos trechos dos córregos, entre eles: dejetos sólidos como pneus, sacos plásticos, garrafas pet, embalagens de agrotóxicos, principalmente próximos à área urbana. Tais dejetos são de demorada decomposição, afetando significativamente o meio ambiente, além de promoverem a poluição da água do manancial (Figura 9).

Figura 9: Formas de disposição dos resíduos sólidos, município Ilha Solteira – SP



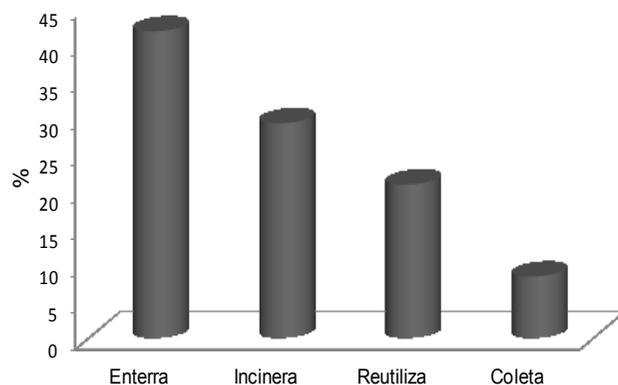
Foto: arquivo do autor

Agrotóxicos

Tais produtos não são empregados em grande escala. Os produtores informaram em sua maioria que seguem orientações técnicas para a quantidade e a forma de aplicação, porém, tanto a utilização de EPIs, como o respeito aos prazos de carência dos produtos e de reentrada nas culturas são pequenos. O destino final das embalagens nem sempre é o mais adequado, sendo lançados muitas vezes na beira de estradas, buracos, queimados ou descartados no lixo doméstico. Este descaso com as embalagens também é devido à falta de um ponto de recolhimento, visto que o comércio local não está preparado para receber as embalagens vazias. Conforme observado na Figura 10, 41,6% das propriedades enterram-nas, 29,1% incineram e apenas 8,3%

delas entregam esse material para coleta especializada. Um dado preocupante é a reutilização dessas embalagens, observada em 20,8% das propriedades.

Figura 10: Descarte das embalagens de defensivos agrícolas nas propriedades visitadas na bacia hidrográfica do córrego Caçula, Ilha Solteira - SP



A reutilização de embalagens de defensivos agrícolas, com seus riscos à saúde e ao ambiente, é uma prática ainda muito utilizada no meio rural. Nas pequenas propriedades como as existentes no Assentamento Estrela da Ilha e algumas na Gleba A, relatou-se que as embalagens eram abandonadas ao ar livre, queimadas e/ou enterradas. Já nas grandes propriedades, devolvem as embalagens para o fornecedor. Das 25 propriedades estudadas, 14 delas (56%) responderam fazer uso de equipamentos de proteção individual (EPIs), mesmo que incompletos. A não utilização de equipamento de proteção individual pode levar à contaminação dos trabalhadores. Não foi relatado algum tipo de contaminação devido à aplicação de defensivos agrícolas.

A pesquisa procurou evidenciar o potencial de degradação ambiental no entorno dos córregos das Lagoas, do Ipê e Caçula, localizados na bacia hidrográfica do córrego Caçula a partir de fatores naturais e antrópicos fornecendo subsídios para o planejamento e manejo dos recursos naturais visando à preservação deste manancial hídrico no município de Ilha Solteira.

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que existe ainda falta de informação ou conscientização a respeito dos problemas de poluição do solo, água e ar, bem como das práticas conservacionistas de solo. Os maiores problemas foram observados com relação ao descarte do lixo, tanto doméstico quanto agrícola, pois a maioria das propriedades queima ou enterra seus resíduos sólidos. A reutilização das embalagens dos defensivos agrícolas também se torna um fato preocupante, juntamente com a falta de utilização de equipamentos de proteção e falta de assistência técnica.

Como possíveis soluções para os problemas relatados, faz-se necessário uma melhoria no uso e conservação do solo através de técnicas de manejo como curvas de nível, recomposição das matas ciliares a fim de se evitar o processo erosivo, carreamento de partículas e servir como fonte de abrigo e alimentos aos animais; implantação de coleta seletiva e de lixo orgânico nos assentamentos rurais e/ou pontos estratégicos de recolhimento, além de implantação de programas de Educação ambiental envolvendo a sociedade, produtores e poder público a fim de apresentar a problemática e as principais medidas mitigadoras.

REFERÊNCIAS

AMÉRICO, J. H. P.; CARVALHO, S. L.; LIMA, E. F.; ARAUJO, C. A. M. Avaliação das condições ambientais de algumas propriedades agrícolas e percepção ambiental de produtores rurais da Região de Dobrada-SP. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8., 2007, Caxambu. **Anais...** Caxambu: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2007. Disponível em: < <http://www.seb-ecologia.org.br/viiiceb/pdf/1290.pdf> >. Acesso em: 25 jun 2014.

COLODRO, G.; MORAES, M. L.; CARVALHO, S. L. Conservação de natureza e educação em algumas cidades do Estado de São Paulo. In: SEMINÁRIO REGIONAL DE ECOLOGIA, 1989, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCAR, 1991. p. 529-546.

GOMES, I.; TUBALDINI, M. A. S. A percepção ambiental na agricultura familiar. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE GEOGRAFIA, PERCEPÇÃO E COGNIÇÃO DO MEIO AMBIENTE, 1., 2005, Londrina. **Anais...** Londrina: UEL, 2005. p.1-11. Disponível em: <<http://geografiahumanista.files.wordpress.com/2009/11/ivair.pdf>>. Acesso em: 26 abr 2013.

LIMA, E. A. C. F.; SILVA, H. R.; ALTIMARE, A. L. Uso atual da terra no município de Ilha Solteira, SP, Brasil: riscos ambientais associados. **Holos Environment**, Rio Claro, v.4, n.2, p.81-96, 2004. Disponível em: <<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/holos/article/view/353>>. Acesso em: 10 jan 2013.

MACHADO, A.B.M. Conservação da natureza e educação. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 109-118, 1982.

MARTINS, M.; CARVALHO, S. L.; FREITAS LIMA, E. A. C.; ARAUJO, C. A. M.; SANTANA, A. L. Avaliação das condições sócio-econômicas de algumas propriedades agrícolas no Município de Ilha Solteira/SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO RURAL- ABAR, 5., 2005, Campinas. **Anais...** Campinas, 2005. 1CD-ROM.

POLETO, C.; CARVALHO, L. S.; MATSUMOTO, T. Avaliação da qualidade da água em uma microbacia hidrográfica no município de Ilha Solteira (SP). **Holos Environment**, Rio Claro, v. 10, n.1, p. 95-109, 2010. Disponível em: < <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/holos/article/view/4241/3421> >. Acesso em: 12 maio 2013.

SANTOS, G. O. **Uso e ocupação do solo e monitoramento dos recursos hídricos na microbacia do Córrego do Ipê, Ilha Solteira, SP**. 2011. 163 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2004.



3º CAPÍTULO

**ESTUDO E ANÁLISE DA MATA
CILAR E SUA INFLUÊNCIA NA
QUALIDADE DA ÁGUA DO
CÓRREGO BOM JARDIM –
BRASILÂNDIA/MS**

ESTUDO E ANÁLISE DA MATA CILIAR E SUA INFLUÊNCIA NA QUALIDADE DA ÁGUA DO CÓRREGO BOM JARDIM – BRASILÂNDIA/MS

Agnes Cássia Dias

*Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul / Programa de Pós Graduação em Geografia Campus de Três Lagoas. E-mail:
agnescdias@gmail.com*

André Luiz Pinto

Professor, Programa de Pós Graduação em Geografia Campus de Três Lagoas. E-mail: andre.pinto@ufms.br

Arnildo Pott

*Professor Visitante Nacional Sênior, Bolsista da CAPES, no Programa de Pós-Graduação em Geografia Campus Três Lagoas. E-mail:
arnildo.pott@gmail.com*

INTRODUÇÃO

O planeta Terra é o único que possui água em seus três estados físicos (sólido, líquido e gasoso) e suas mudanças de estado são fundamentais e influenciam os processos biogeoquímicos nos ecossistemas terrestres e

aquáticos (TUNDISI, 2003). Nestes termos, a água se torna um elemento essencial para toda a sociedade e sua necessidade de desenvolvimento econômico, qualidade de vida e sustentabilidade. No entanto, de toda a água do planeta, apenas 3% é doce, destes 3%, 2,7% estão congelados nas calotas polares, restando apenas cerca de 1% de toda água do planeta, que são de captação (águas superficiais, lagos e rios) (CARVALHO, 2008).

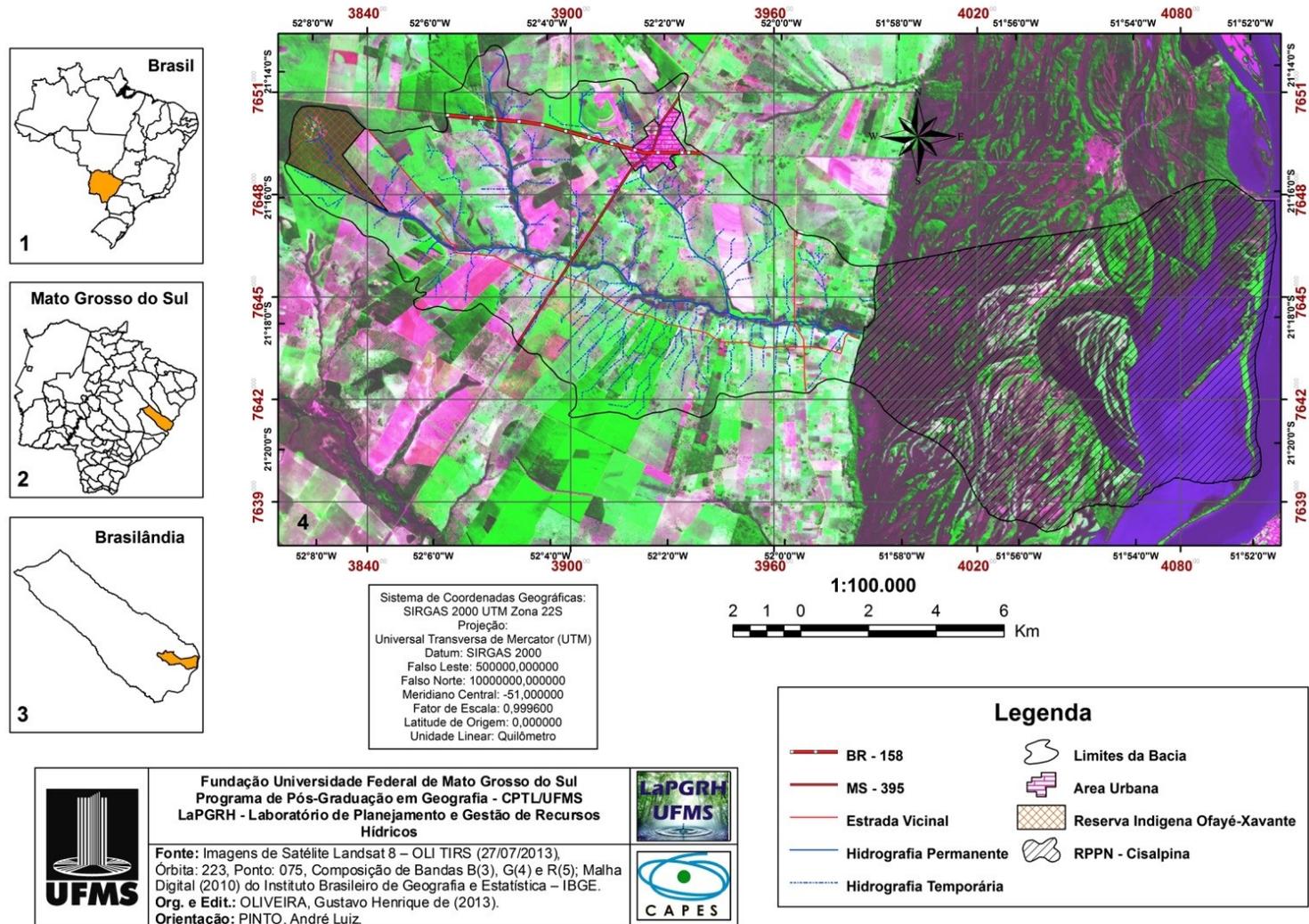
Cientistas e ambientalistas abordam cada vez mais a importância e a escassez da água para a sociedade, fazendo com que vários estudos sejam direcionados à qualidade, reaproveitamento e tratamento das águas, entre outros fatores importantes para o meio ambiente.

A qualidade da água dos rios é o resultado da interação entre o clima, a geologia, o solo e a vegetação da bacia hidrográfica. O papel desempenhado pela mata ciliar concorre tanto para diminuir a ocorrência do escoamento superficial, que pode causar erosão e arrastar nutrientes e sedimentos para os cursos d'água, quanto para desempenhar um efeito de filtragem superficial e sub-superficial dos fluxos de águas para os canais (VEIGA, 2003).

A vegetação exerce influência direta na qualidade das águas, tanto nos arredores da bacia hidrográfica quanto nas áreas que permeiam o corpo d'água. A mata ciliar, neste caso estudado, é a formação vegetal localizada nas margens dos córregos, lagos, represas e nascentes. É considerada pelo Código Florestal Federal como “área de preservação permanente”, protegida por lei desde 1965 (lei 4.771) com diversas funções ambientais, esteja coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas, devendo respeitar uma extensão específica de acordo com a largura do rio, lago, represa ou nascente.

O uso dessas áreas naturais para agricultura, pecuária, loteamentos e construções contribui para a redução da vegetação original, chegando em muitos casos à ausência da mata ciliar, causando vários problemas como escassez da água, pois a mata ciliar permite que a água infiltre para os lençóis freáticos, evitando a erosão e assoreamento. Sem a mata ciliar o solo fica desprotegido e as chuvas acabam carregando todo material para o leito do córrego, alterando a qualidade da água, as características físicas, químicas e biológicas. Em volta de todos esses e outros problemas, as análises realizadas nas matas ciliares são significantes e muito importantes para a preservação dos corpos d'águas ainda existentes.

A bacia do Córrego Bom Jardim foi escolhida devido à sua localização no município de Brasilândia/MS (Figura 1), ameaçada pelos assentamentos desenvolvidos pela Companhia Energética de São Paulo - CESP, que não tiveram rigorosa fiscalização do cumprimento da legislação ambiental, encontrando-se submetida a acelerado ciclo erosivo, pondo em risco a cidade de Brasilândia, onde grandes ravinamentos e voçorocamentos avançam sobre vias públicas e edificações, domiciliares e públicas, além de assorear o lago da Usina Hidrelétrica de Porto Primavera, no rio Paraná.



Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Córrego Bom Jardim, Brasília/MS.

As abordagens teóricas e metodológicas deste trabalho se apoiam em metodologias que norteiam a importância da análise da mata ciliar no papel da qualidade das águas, visando uma melhor compreensão do assunto e a representação com maior clareza e fidelidade da realidade da bacia do córrego Bom Jardim. A análise deste indicador de qualidade se faz necessária devido a várias formas de apropriação da terra e da visão de territorialidade da sociedade local sob o âmbito da visão holística. Segundo Milton Santos (1992, p. 52) “só através de um ponto de vista holístico é que se pode compreender uma totalidade. Enquanto a compreensão de um aspecto é necessária à apreensão do todo, é inadmissível negligenciar qualquer uma das partes constituintes”.

Diante dessa perspectiva, torna-se indispensável a análise de cada indicador de qualidade da água, pois cada um deles será de grande utilidade para averiguar, quantificar e qualificar as águas do córrego Bom Jardim.

Mata ciliar, segundo Fornari (2001), é “a vegetação que ocorre ao longo dos rios, exercendo influência direta no regime deles, servindo de proteção aos mananciais.” Devido a isso se faz pertinente o estudo sobre esse indicativo de qualidade da água, uma vez que sua presença, quantidade e qualidade fazem com que o córrego Bom Jardim apresente valores considerados relevantes.

O emprego de indicadores de qualidade de água consiste no uso de variáveis que se correlacionam com as alterações ocorridas na bacia, sejam estas de origens antrópicas ou naturais:

[...] o uso de índices de qualidade de água é uma tentativa que todo programa de monitoramento de águas prevê como forma de acompanhar, através de informações resumidas, a possível deterioração dos recursos hídricos ao longo da bacia hidrográfica ou ao longo do tempo. (PINTO, 2009).

Contudo, a grande maioria dos indicadores ou índices de qualidade das águas é onerosa e morosa. Pinto *et. al.* (2010) salientam que o oxigênio dissolvido é um excelente indicador de qualidade das águas e que, conjuntamente com parâmetros coadjuvantes de condutividade elétrica, pH, turbidez e temperatura do ar e da água, é possível obter dados no campo com baixo custo e em tempo real, ou seja, vários desses indicadores apresentam os valores no local, sem a necessidade de laboratórios e/ou processamento de dados.

O **oxigênio dissolvido** (O.D.) é um gás solúvel em água, com concentrações recomendáveis pelo CONAMA Resolução 357 de 17/03/05. Segundo Araújo *et. al.* (2004), o O.D pode ser utilizado como indicador de qualidade das águas, pois a proliferação bacteriológica depende diretamente de suas concentrações, constituindo de metodologia de rápida análise, passível de realização no campo. É de fundamental importância na manutenção da vida aquática e da qualidade da água. TCHOBANOGLOUS e SCHROEDER (1985) afirmam que, devido à sua importância, o O.D. é amplamente utilizado como principal parâmetro da qualidade de água e serve para determinar o impacto de poluentes sobre corpos d'água, pois é um dos mais importantes fatores do desenvolvimento de qualquer planejamento na gestão de recursos hídricos. O O.D. é o elemento principal no metabolismo dos microrganismos aeróbicos que habitam as águas naturais ou os reatores para tratamento biológico de esgotos, nas águas naturais. O oxigênio é indispensável também para os seres vivos, principalmente os peixes. O nível de O.D. em águas naturais é, com frequência, uma indicação direta de qualidade, uma vez que as plantas aquáticas produzem oxigênio, enquanto que microrganismos geralmente o consomem ao alimentar-se de poluentes. Cabe salientar que águas poluídas são aquelas que apresentam baixa concentração de O.D., isso devido ao consumo de O.D. na decomposição, enquanto águas de boa qualidade apresentam concentrações elevadas de O.D. (MORAES, 2001).

A **Condutividade** expressa a capacidade de condução de corrente elétrica de sais dissolvidos e ionizados presentes na água, podendo ser utilizada como parâmetro de avaliação de qualidade. Assim, a condutividade também fornece uma boa indicação das modificações na composição da água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes.

A **Turbidez** é a alteração da penetração da luz provocada por partículas em suspensão, como bactérias, argilas e silte ou fontes de poluição que lançam materiais finos e outras substâncias na água. A presença dessas substâncias provoca a dispersão e a absorção da luz, dando à água aparência nebulosa, esteticamente indesejável e potencialmente perigosa (PINTO, 1998). Um alto valor de turbidez prejudica a condição estética da água, reduzindo a fotossíntese de vegetação enraizada submersa e algas. Esse desenvolvimento reduzido pode suprimir a produtividade de peixes e, além disso, afeta adversamente os usos domésticos, industriais e recreacional da água; estudos técnicos constataram o efeito de proteção física de microorganismos pelas partículas causadoras da turbidez, diminuindo a eficiência de tratamentos. A erosão das margens dos rios em estações chuvosas, o mau uso do solo, esgotos sanitários e diversos efluentes industriais, são exemplos de fenômenos que resultam em aumento da turbidez das águas causando problemas ao ambiente (água, ar e solo).

O **pH** é a medida de concentração de íons H^+ presentes na solução, é umas das determinações de qualidade de água mais frequentemente executadas, apresentando a acidez ou a basicidade das águas, que podem ter origens em fatores naturais do terreno ou resultantes de poluentes dissolvidos na água. A análise do pH será feita através do método eletrométrico (CETESB, 1987).

Mata ciliar ou ripária é o termo empregado para designar as florestas ou matas que ocorrem nas margens de cursos de água, sendo designadas como Áreas de Proteção Permanente (APPs). As APP's podem ocorrer em diversos ambientes como: ao longo de rios e outros cursos d'água; ao redor de lagoas, lagos ou

reservatórios naturais ou artificiais; ao redor de nascentes ou olhos d'água; no topo de morros, montes, montanhas e serras; nas encostas ou partes destas com declividade superior a 45°; nas restingas, como fixadora de dunas ou estabilizadoras de mangues; Nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 metros em projeções horizontais; em altitudes superiores a 1.800 metros.

Segundo a Lei 12651, de 25 de maio de 2012, do Código Florestal Federal, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6938, de 31 de agosto de 1981, 9393, de 19 de dezembro de 1996, e 11428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4771, de 15 de setembro de 1965, e 7754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências, segue:

CAPÍTULO II

DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

Seção I

Da Delimitação das Áreas de Preservação Permanente

Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:

I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de: (Incluído pela Lei nº 12727, de 2012).

a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;

b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;

c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;

d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;

e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:

a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;

b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;

- III - as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento; (Incluído pela Lei nº 12727, de 2012).
- IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros; (Redação dada pela Lei nº 12727, de 2012).
- V - as encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive;
- VI - as restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;
- VII - os manguezais, em toda a sua extensão;
- VIII - as bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;
- IX - no topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação;
- X - as áreas em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação;
- XI - em veredas, a faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de 50 (cinquenta) metros, a partir do espaço permanentemente brejoso e encharcado. (Redação dada pela Lei nº 12.727, de 2012).

Na bacia do córrego Bom Jardim são aplicadas as larguras de mata ciliar entre 5 e 10 metros, pois em cada ponto de coleta há uma variação nos tamanhos do leito principal e seus afluentes. As matas ciliares são sistemas vegetais essenciais ao equilíbrio ambiental e, portanto, devem representar uma das preocupações centrais para o desenvolvimento sustentável. A preservação e a recuperação das matas ciliares, aliadas às práticas de conservação e ao manejo adequado do solo, garantem a proteção de um dos principais recursos naturais: a água.

As funções atribuídas às matas ciliares estão entre controlar erosões nas margens dos cursos de água, filtrar possíveis resíduos provenientes de atividades antrópicas e/ou naturais, auxiliar na proteção da fauna local, proteção das nascentes dentre outras.

As matas ciliares são sistemas que funcionam, também, como reguladores do fluxo de água, sedimentos e nutrientes entre os terrenos mais altos da bacia e o ecossistema aquático. Desempenham papéis importantes como filtros, controle do ciclo de nutrientes na bacia, controlam o escoamento superficial, e regulam a absorção do solo, dificultam ou diminuem o escoamento superficial evitando o carreamento de sedimentos (dentre outros resíduos) para o leito do córrego, contribuindo para a qualidade da água, promovem a integração com a superfície da água, proporcionando cobertura e alimentação para a vida aquática por meio de suas copas que interceptam as chuvas e os raios solares, também evitando assoreamentos naturais e a incidência direta da radiação solar e contribuindo para a estabilidade térmica dos cursos d'água (VEIGA, 2003)

PROCESSOS METODOLÓGICOS

Para a realização e a execução das análises, este trabalho foi dividido em duas etapas fundamentais utilizando-se dos seguintes materiais nas etapas descritas:

Delimitação da área de estudo: Nesta etapa foi definida a área de estudo do córrego Bom Jardim, por meio das cartas topográficas de Brasilândia (folha SF. 22.V.D.I) na escala de 1:100.000, e delimitada toda a área da bacia hidrográfica. Foram utilizadas também fotos aéreas e imagens de satélite para atualização de estradas e uso e ocupação da terra. Após a delimitação da área, foram confeccionados mapas para auxílio e melhor compreensão da área em estudo. Foi utilizado Sistema de Informação Geográfica (SIG) e softwares que proporcionaram uma ampla visualização da área em questão, gerando carta de localização da área, carta base, carta de uso e ocupação do solo, carta hipsométrica, dentre outros produtos apresentados no decorrer do trabalho.

Análises de campo: foram realizadas visitas ao local, para as fotografias da vegetação e dos aspectos físicos do canal principal e afluentes, sendo para isso utilizada uma câmera digital. Para as coletas de amostras de água foram utilizados frascos de 500 mL, mergulhados da superfície até o fundo do canal, sem que o frasco encostasse no fundo. Durante a coleta foi levada em consideração a estação do ano (primavera, verão, outono e inverno), sendo uma coleta por estação, sendo que cada coleta foi feita em 8 pontos já predefinidos e uma amostra por ponto, totalizando 8 frascos de amostragem por estação do ano.

Os pontos de monitoramento foram predefinidos de acordo com a localização e importância. O ponto 1 é localizado no final da Reserva Indígena Ofayé, está no Alto Curso e uma das suas margens tem a presença do cultivo de eucalipto, tornando indispensável sua análise para verificação de possíveis alterações devido ao cultivo. Os pontos 2, 3 e 4 estão na propriedade Fazenda Alvorada II, no Alto-Médio Curso, e são completamente circundados por pastos, com grande presença de gado, com livre acesso ao córrego, aumentando o assoreamento, dentre outras consequências. Os pontos 5, 6 e 7 estão no Médio-Baixo Curso e se localizam dentro da Fazenda Almeida e também apresentam os mesmos problemas de presença de animais e falta de cercamento. Por fim o ponto 8, no Baixo Curso, está localizado, também, na Fazenda Almeida e divisa com uma reserva da Companhia Energética de São Paulo – CESP: a Cisalpina. Esta reserva recebe toda a jusante do córrego Bom Jardim e seus afluentes, o que deve ser analisado e estudado para fins de prevenir o que pode chegar através do córrego e se instalar na reserva, como resíduos sólidos, podendo prejudicar o equilíbrio do meio natural em questão.

Para os dados de qualidade da água, foram feitas coleta de amostras para alguns testes como pH, condutividade elétrica, temperatura do ar e da água, turbidez e oxigênio dissolvido, que foram todos coletados, analisados e comparados entre as estações de coleta, levando em consideração a presença ou não da vegetação. Para essas medições foram utilizados os seguintes materiais:

Tabela 1 - Equipamentos utilizados para coletas de amostras das águas do córrego Bom Jardim, no município de Brasilândia, MS.

<i>Parâmetros</i>	<i>Equipamentos</i>
<i>Oxigênio Dissolvido - OD</i>	<i>Lutron DO – 5510</i>
<i>Condutividade - CE</i>	<i>Tecnopron MCA - 150</i>
<i>Turbidez</i>	<i>Tecnopron TB 1000</i>
<i>pH</i>	<i>Phtek pH – 100</i>
<i>Temperatura</i>	<i>Lutron DO – 5510</i>
<i>Velocidade</i>	<i>Molinete</i>

Em agosto de 2012 foram feitos registros da qualidade da água e da vegetação local. Os dados referidos à qualidade da água são:

Tabela 2: Dados de agosto 2012.

Pontos	Horário	C. E.	O. D.	Velocidade	Temp. Ar	Temp. H ₂ O	pH	Turbidez
		(um)	(mg/l)	(m/s)	(°C)	(°C)		NTU
1	13:06	14,00	7,90	0,21	29,2	24,5	7,40	17,20
2	14:08	21,00	4,90	0,95	32,9	26,8	7,60	32,70
3	14:30	20,00	8,40	0,39	29,0	24,2	8,10	13,30
4	14:49	20,00	8,40	0,43	24,3	23,0	7,10	41,90
5	10:26	23,00	5,80	1,15	30,0	28,4	7,90	11,30
6	11:12	61,00	8,40	0,58	29,5	26,3	7,00	16,30
7	10:50	22,00	6,00	1,39	30,6	26,2	7,90	11,70
8	09:29	48,00	6,80	0,25	23,7	22,8	7,80	9,40

FONTE: Gustavo de Oliveira, 2012

Nota-se que os pontos 1, 3, 5, 7 e 8 possuem os menores dados de turbidez, porém o que deve ser levado em consideração é sua vegetação. No ponto 1 há uma densa mata ciliar, porém a presença constante de animais é grande, o que influencia muito no carregamento de sedimentos para dentro do leito do córrego. No ponto 8 também há uma grande mata ciliar e há presença de cercas ao redor do córrego, dificultando assim que os animais tenham acesso ao córrego.

Os dados de temperatura da água são muito importantes, uma vez que a falta da vegetação acarreta na incidência direta dos raios solares, alterando assim a sua temperatura e influenciando em outros aspectos físicos, químicos e biológicos do córrego Bom Jardim.

Na amostragem de vegetação foram feitas parcelas (ou transectos) de 5 m x 10 m ao longo do ponto de coleta de águas. Dentro dessa delimitação foi feita a catalogação das espécies vegetais, analisando e medindo o diâmetro dos caules (mínimo de 5 cm, critério estabelecido devido ao tipo de vegetação que mantém caules muito finos em relação a outras vegetações), estimou-se a altura e sua identificação científica. Depois dessas análises, geraram-se tabelas de tipos de vegetação presente em cada ponto, facilitando a escolha de espécies nativas para um plano de recuperação da APP.

Foram feitas 3 parcelas no ponto de coleta 1, gerando os seguintes dados vegetais:

Tabela 3: Dados coletados na mata ciliar do córrego Bom Jardim, Brasilândia, MS, Parcela 1, Ponto 1.

NOME da ESPÉCIE	DIÂMETRO	ALTURA (estimada)
<i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A. Rich.	16cm	3,5m
<i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A. Rich.	15cm	4.0m
<i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A. Rich.	15cm	4,5m
<i>Macairea radula</i> (Bonpl.) DC.	7cm	2,1m
<i>Macairea radula</i> (Bonpl.) DC.	10cm	3,5m
<i>Macairea radula</i> (Bonpl.) DC.	5cm	1,5m
<i>Macairea radula</i> (Bonpl.) DC.	12cm	3,5m
<i>Macairea radula</i> (Bonpl.) DC.	6cm+5cm	2,0m
<i>Macairea radula</i> (Bonpl.) DC. (morta)	10cm	2,5m
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	12cm	3,0m
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	15cm	5,0m
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	10cm	3,5m
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	13cm	3,5m
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	14cm	4,0m
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	26cm	5,5m
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	40cm	5,5m
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	8cm	3,3m
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	8cm+17cm	5,5m
<i>Terminalia glabrescens</i> Mart.	20cm	4,0m
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart. (pimenta-de-macaco)	15cm	4,2m

FONTE: Agnes Dias, 2012.

A segunda coluna representa o nome da espécie analisada, a terceira coluna especifica o diâmetros dos caules encontrados, notando-se que alguns possuem 2 medidas e nesse caso a espécie possui dois caules, e por fim a quarta coluna representa a altura da espécie em questão.

Tabela 4: Dados coletados na mata ciliar do córrego Bom Jardim, Brasilândia, MS, Parcela 2, Ponto 1.

NOME da ESPÉCIE	DIÂMETRO	ALTURA (estimada)
<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne & Planch.	5cm	2,2m
<i>Ferdinandusa elliptica</i> (Pohl) Pohl	5cm	2,0m
<i>Ferdinandusa elliptica</i> (Pohl) Pohl	8cm	2,7m
<i>Ferdinandusa elliptica</i> (Pohl) Pohl (morta)	7cm+7cm	2,2m
<i>Macairea radula</i> (Bonpl.) DC.	8cm	2,5m
<i>Macairea radula</i> (Bonpl.) DC.	13cm	3,1m
<i>Macairea radula</i> (Bonpl.) DC.	7cm+9cm	2,9m
<i>Macairea radula</i> (Bonpl.) DC.	6cm+5cm+11cm+9cm	4,0m
<i>Macairea radula</i> (Bonpl.) DC.	7cm+9cm	2,5m
<i>Macairea radula</i> (Bonpl.) DC. (morta)	6cm+5cm	1,6m
<i>Miconia chamissois</i> (Bonpl.) DC.	6cm+6cm	2,2m
<i>Miconia chamissois</i> (Bonpl.) DC.	6cm	2,0m
<i>Miconia chamissois</i> (Bonpl.) DC.	6cm	2,0m
<i>Myrcia laruotteana</i> Cambess.	9cm	2,5m
<i>Myrcia laruotteana</i> Cambess.	7cm	2,5m
<i>Myrcia laruotteana</i> Cambess.	7cm	1,7m
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	15cm+7cm	3,8m
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	42cm	6,0m
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	33cm	6,0m
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	34cm	6,0m
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	42cm	6,0m

Fonte: Agnes Dias, 2012.

Nesta parcela houve predomínio de espécies mais baixas e várias outras plantas que não entraram no padrão de 5 cm de diâmetro do caule. A vegetação predominante do local é o cerrado, caracterizado por plantas baixas, arbustivas, retorcidas e espaçadas. O grande volume de vegetação encontra-se apenas nesse ponto de observação devido a ser uma Área de Preservação Permanente e também a presença da nascente do córrego em estudo. A mata ciliar do ponto 1 torna-se bem densa apenas nas margens. Em uma das suas margens a presença do cultivo de eucalipto é preocupante, uma vez que não há cercamento nenhum impedindo a passagem de pessoas e animais; já na outra margem a presença de pasto e animais é notavelmente grande.

Tabela 5: Dados coletados na mata ciliar do córrego Bom Jardim, Brasilândia, MS, Parcela 3, Ponto 1.

NOME da ESPÉCIE	DIÂMETRO	ALTURA (estimada)
<i>Mauritia flexuosa</i> L.f. (folhas)	sem caule	7,0m
<i>Cecropia pachystachya</i> Tréc.	19cm	7,0m
<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne & Planch.	39cm	4,0m
<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne & Planch.	17cm	4,0m
<i>Ferdinandusa elliptica</i> (Pobl) Pobl	6cm	2,8m
<i>Ferdinandusa elliptica</i> (Pobl) Pobl	6cm	3,5m
<i>Ferdinandusa elliptica</i> (Pobl) Pobl	7cm	3,5m
<i>Ferdinandusa elliptica</i> (Pobl) Pobl	7cm	3,6m
<i>Ferdinandusa elliptica</i> (Pobl) Pobl	10cm	3,5m
<i>Ferdinandusa elliptica</i> (Pobl) Pobl	10cm	3,5m
<i>Ferdinandusa elliptica</i> (Pobl) Pobl	8cm	4,0m
<i>Ferdinandusa elliptica</i> (Pobl) Pobl	6cm	3,5m
<i>Ferdinandusa elliptica</i> (Pobl) Pobl	8cm	3,5m

<i>Ferdinandusa elliptica</i> (Pohl) Pobl	6cm	2,5m
<i>Ferdinandusa elliptica</i> (Pohl) Pobl	8cm	2,5m
<i>Ludwigia nervosa</i> (Poir.) H.Hara	13cm	5,0m
<i>Ludwigia nervosa</i> (Poir.) H.Hara (morta)	6cm	3,0m
<i>Macaírea radula</i> (Bonpl.) DC.	8cm	3,0m
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	8cm	4,5m
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	10cm	4,5m
<i>Miconia chamissois</i> Naudin	5cm	2,0m
<i>Miconia chamissois</i> (Bonpl.) DC.	7cm+6cm	2,8m
<i>Miconia chamissois</i> (Bonpl.) DC.	7cm	3,4m
<i>Miconia chamissois</i> (Bonpl.) DC.	12cm	3,0m
<i>Miconia chamissois</i> (Bonpl.) DC.	5cm+5cm	2,6m
<i>Miconia chamissois</i> (Bonpl.) DC.	9cm	3,2m
<i>Miconia chamissois</i> (Bonpl.) DC.	6cm	3,0m
<i>Miconia chamissois</i> (Bonpl.) DC.	7cm	3,5m
<i>Miconia chamissois</i> (Bonpl.) DC.	7cm	3,0m
<i>Miconia chamissois</i> (Bonpl.) DC.	6cm	3,5m
<i>Miconia chamissois</i> (Bonpl.) DC.	6cm	2,5m
<i>Miconia chamissois</i> (Bonpl.) DC.	5cm+7cm	4,0m
<i>Miconia chamissois</i> (Bonpl.) DC.	7cm+6cm	2,8m
<i>Miconia chamissois</i> (Bonpl.) DC.	7cm	2,5m
<i>Miconia chamissois</i> (Bonpl.) DC. (morta)	7cm+5cm	2,0m
<i>Myrcia laruotteana</i> Cambess.	6cm	3,0m
<i>Myrcia laruotteana</i> Cambess.	6cm+6cm	3,0m
<i>Myrcia laruotteana</i> Cambess.	5cm	3,0m
<i>Myrcia laruotteana</i> Cambess.	8cm	3,0m
<i>Myrcia laruotteana</i> Cambess.	7cm	3,0m

<i>Myrcia laruoiteana</i> Cambess.	9cm	3,0m
<i>Myrcia laruoiteana</i> Cambess.	15cm	4,5m
<i>Myrcia laruoiteana</i> Cambess.	10cm	4,5m
<i>Nectandra cissiflora</i> Nees	5cm+6cm	1,9m
<i>Nectandra cissiflora</i> Nees	6cm	1,7m
<i>Nectandra cissiflora</i> Nees	6cm+6cm	2,2m
<i>Nectandra cissiflora</i> Nees	7cm+6cm	2,6m
<i>Nectandra cissiflora</i> Nees	5cm	2,1m
<i>Nectandra cissiflora</i> Nees	16cm	7,0m
<i>Nectandra cissiflora</i> Nees	10cm	3,0m
<i>Nectandra cissiflora</i> Nees	8cm	3,2m
<i>Nectandra cissiflora</i> Nees	7cm	3,2m
<i>Nectandra cissiflora</i> Nees	14cm	sem informação
<i>Nectandra cissiflora</i> Nees	16cm+13cm	5,5m
<i>Nectandra cissiflora</i> Nees	7cm+6cm	2,5m
<i>Nectandra cissiflora</i> Nees	8cm	4,0m
<i>Nectandra cissiflora</i> Nees	11cm	5,0m
<i>Nectandra cissiflora</i> Nees	8cm	3,5m
<i>Nectandra cissiflora</i> Nees	11cm	3,7m
<i>Nectandra cissiflora</i> Nees	7cm	3,5m
<i>Nectandra cissiflora</i> Nees	6cm	2,0m
<i>Nectandra cissiflora</i> Nees	11cm	3,5m
<i>Ouratea castaneifolia</i> (DC.) Engl.	5cm+5cm	3,0m
<i>Ouratea castaneifolia</i> (DC.) Engl.	9cm+9cm	4,2m
<i>Rudgea viburnoides</i> (Cham.) Benth.	8cm	2,5m
<i>Rudgea viburnoides</i> (Cham.) Benth.	11cm	4,3m
<i>Rudgea viburnoides</i> (Cham.) Benth.	14cm+11cm	3,0m

<i>Sapium haematospermum</i> Müll.Arg.	24cm	4,8m
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	38cm	7,0m

FONTE: Agnes Dias, 2012.

Nesta parcela houve a grande presença da espécie *Nectranda cissiflora* Nees, conhecida como canela-do-brejo. Pode atingir altura de 4 a 8 m ou mais, podendo apresentar-se também como simples arbusto. Copa geralmente irregular, de rala a densa, com ramos novos levemente angulados nas extremidades. Tronco mais ou menos ereto, de 20 a 30 cm de diâmetro. Folhas alternas, simples, brilhantes, coriáceas, glabrescentes, com flores suavemente perfumadas. Fruto baga elipsóide. Essa espécie ocorre, principalmente, em matas ciliares de regiões de cerrados e em matas secundárias (capoeiras) (LORENZI, 2009).

A importância do registro das espécies vegetais está na obtenção de informações para preservação das margens do córrego Bom Jardim e um planejamento de recuperação das margens que estão assoreadas, com plantas nativas do local, de fácil regeneração natural para a preservação das características e do processo de equilíbrio natural do córrego. Para conter barrancos em pontos críticos são recomendáveis mesmo espécies exóticas, como, por exemplo, *Bambusa vulgaris* (bambu). O processo de recuperação com plantas nativas é mais demorado e requer maior atenção e estudo da vegetação local. No cerrado o melhor planejamento se daria pelas espécies que produzem frutos carnosos, pois assim a sua disseminação seria maior através da fauna local, proporcionando uma interação melhor entre o meio vegetal e animal.

Após a conclusão das etapas, serão analisados todos os dados e informações obtidas para a discussão dos resultados e a conclusão.

CONCLUSÃO

Com base nas coletas de dados realizadas no campo, juntamente com amostras analisadas em laboratório e estudos da carta de uso e ocupação da terra, foi possível observar oscilação das variáveis e da mata ciliar na bacia do Córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS.

A quantidade de OD é um indicador importante da qualidade da água, pois quanto maior o valor, maior e melhor a oxigenação da água e consecutivamente menos organismos decompositores na água que consomem oxigênio. No caso do córrego Bom Jardim, a análise do OD é muito importante devido à presença do afluente Aviação que despeja esgoto no canal principal, pois a presença de agentes decompositores é consideravelmente alta, principalmente na estação de monitoramento 6, que corresponde à foz do córrego Aviação, e a estação 7, após a foz. Assim o córrego Aviação provoca grande comprometimento na qualidade das águas do córrego Bom Jardim.

De acordo com os estudos realizados, foi possível observar a grande fragilidade da área, devido a vários fatores como a reduzida cobertura vegetal, em especial ciliar, a precária utilização de práticas conservacionistas empregadas no uso, ocupação e manejo da terra, produzidas pela ação antrópica associadas às fragilidades ambientais naturais de seus solos friáveis e pouco coesos, derivados do arenito do grupo Bauru, que apesar da baixa declividade, entre 0 a 3%, influem na elevada competência fluvial de transportes de sedimentos. Além de assorearem o médio e baixo curso da bacia do Bom Jardim e de sua foz no rio Paraná, no lago da represa de Porto Primavera, comprometem a qualidade de suas águas superficiais e de vida da população da cidade de Brasilândia cortada por seu afluente, da biodiversidade da Reserva do Patrimônio Particular Natural – RPPN da Cisalpina e da aldeia indígena Ofayé Xavante.

A análise desses dados possibilitou uma ampla visão da qualidade das águas do córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS, que, segundo as normas descritas na Resolução 357/2005 do CONAMA, pode ser enquadrada na classe I. De uma forma geral essa classe pode ser destinada ao consumo humano, após tratamento simplificado, proteção das comunidades aquáticas, recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho, segundo Resolução CONAMA n. 274, de 2000), irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rente ao solo e que sejam ingeridas sem remoção de películas, e à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas. De maneira geral o consumo humano não está descartado, porém o tratamento não é dispensável devido à presença de esgoto despejado por um dos afluentes, o Aviação.

A grande relação da qualidade da água com a mata ciliar (APP) é notável em toda a pesquisa. Observando os pontos de coleta foi possível analisar vários fatores que contribuem para a qualidade da água. A presença da mata ciliar é muito importante, porém a sua manutenção e cercamento contribuem para uma APP que possa preservar todas as características químicas, físicas e biológicas do córrego.

Portanto, nestas condições as águas do córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS se tornam muito importantes, devido à sua influência nas condições ambientais e também sociais, ou seja, no ambiental o córrego Bom Jardim sofre assoreamentos em suas margens, devido à falta de mata ciliar e cada vez mais a presença de cultivos no local, o que pode gerar e intensificar o surgimento de voçorocas e assim a degradação do solo e futuramente um desaproveitamento da região. Daí sua importância ambiental que merece maiores atenções, que dependem do cercamento dos canais compositores da bacia, uma recuperação da mata ciliar, e assim recuperar os danos causados pelo descaso da região.

O maior impacto antrópico na bacia do córrego Bom Jardim é derivado de seu afluente da margem esquerda, o córrego Aviação. A presença de esgoto urbano torna a qualidade das suas águas impróprias em muitas

estações do ano, até mesmo para a dessedentação animal. As redes de tratamento que recebem toda a carga de esgoto sanitário da cidade de Brasilândia em 2010 estavam em reforma, sendo seus efluentes lançados de forma *in natura*. No início do ano de 2011, a estação de esgoto do córrego Aviação foi reativada, possibilitando assim o início do tratamento. Outro abuso antrópico encontrado é o não cumprimento das faixas marginais de mata ciliar do córrego Bom Jardim e afluentes. Nisso faz-se necessário este trabalho, estudos de métodos e soluções para resolver essa degradação da bacia e conscientizar que recursos hídricos/naturais não são duradouros quando apenas usados sem reposição e sem consciência.

REFERÊNCIAS

BRASIL Conselho Nacional do Meio Ambiente - **CONAMA Resolução 274/2000**, Classificação das águas doces, solobras e salinas no Brasil. Governo Federal, Brasília. Publicada no DOU em 30 de julho de 1986.

BRASIL Conselho Nacional do Meio Ambiente - **CONAMA Resolução 357/2005**, Enquadramento do Corpos Hídricos Superficiais no Brasil.. Governo Federal, Brasília. Publicada no DOU n 53, de 18 de março de 2005, Seção 1, páginas 58-63.

CARVALHO, Ana Gabriela Bueno Melo de. **Influências do uso da terra na qualidade das águas superficiais da bacia hidrográfica do córrego da onça em Três Lagoas/MS**. Trabalho de Conclusão de Curso. Três Lagoas/ MS: UFMS, 2008.

CARVALHO, Paulo Ernani Ramalho. Espécies arbóreas brasileiras. Brasília, DF. Embrapa Informação Tecnológica. Colombo, PR. Embrapa Florestas, 2008.

FORNARI, Ernani. **Dicionário Prático de Ecologia**. São Paulo: Editora Aquariana, 2001. 293 p.

GRECHIA, L.; Dinâmica Geomorfológica da Bacia Hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS. **Dissertação de mestrado** – Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil. 2011.

LORENZI, Harri. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil, vol 2**. 3ª Ed. Nova Odessa, SP. Instituto Plantarum, 2009.

LORENZI, Harri. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**, vol 1. 3ª Ed. Nova Odessa, SP. Instituto Plantarum, 2009.

MACIEL, Agnes Cássia Dias M. **EVOLUÇÃO DA QUALIDADE E DO ENQUADRAMENTO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DA BACIA DO CÓRREGO BOM JARDIM, BRASILÂNDIA/MS**. Monografia. Três Lagoas/ MS: UFMS, 2011, 61 p.

MERTEN, Gustavo H. MINELLA, Jean P. **Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura**. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável. Porto Alegre, v.3, n.4, out/dez. 2002.

PINTO, A. L. OLIVEIRA, G. de O. GRECHIA, L. PEREIRA, G. A. **Oxigênio dissolvido como ferramenta de avaliação de qualidade, enquadramento e limitações de uso das águas superficiais da bacia do córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS**. Três Lagoas. 2009.

PINTO, A. L. OLIVEIRA, G. de O. RODRIGUES, R. de O. **O oxigênio dissolvido como principal indicador da qualidade das águas superficiais da bacia do córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS**. 4º Encontro Nacional de Grupos PET Geografia “Os paradigmas da Geografia (re) pensando o território e o ambiente no ensino, pesquisa e extensão”. 27 a 30 de outubro. Três Lagoas – MS. 2009.

PINTO, A. RODRIGUES, A. C. **Enquadramento das águas superficiais das lagoas urbanas de Três Lagoas/MS**. 4º Encontro Nacional de Grupos PET Geografia “Os paradigmas da Geografia (re) pensando o território e o ambiente no ensino, pesquisa e extensão”. 27 a 30 de outubro. Três Lagoas – MS. 2009.

PINTO, A. RODRIGUES, A. C. **Enquadramento das águas superficiais das lagoas urbanas de Três Lagoas/MS**. 4º Encontro Nacional de Grupos PET Geografia “Os paradigmas da Geografia (re) pensando o território e o ambiente no ensino, pesquisa e extensão”. 27 a 30 de outubro. Três Lagoas – MS. 2009.

PINTO, André L.; LORENZ SILVA, J. L.; FERREIRA, A. G.; BASSO, P. M. Subsidio Geológico/Geomorfológico ao ordenamento do uso, ocupação e manejo do solo, visando a redução da perda de solo e a recuperação da qualidade das águas superficiais da Bacia do Córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS. **Relatório Final FUNDECT/MS**. UFMS. Três Lagoas, 2010, 106p.

SANTOS, M. L. & Stevaux J. C. Fácies e suas associações nos depósitos rudáceos na bacia hidrográfica do Rio Paraná em seu curso superior: Uma tentativa de classificação. Congresso da ABEQUA, 8, Imbé, RS, 2001.. **Resumos**, p. 252-253.

SILVA, Patricia Evelyn da. **A influência da mata ciliar na qualidade da água em dois rios na área rural de Foz do Iguaçu - PR**. Foz do Iguaçu, 2009. Trabalho Final de Graduação (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Faculdade Dinâmica de Cataratas.

TUNDISI, José Galizia. **Recursos Hídricos**. Instituto Internacional de Ecologia. São Carlos – SP.

VEIGA, M.P.; MARTINS, S.S.; TORMENA, C.A.; SILVA, O.H. **Influência da mata ciliar sobre a qualidade da água do Ribeirão Aurora, no município de Astorga, Paraná**. Arq. Ciên. Vet. Zool. UNIPAR, 6(2): p. 149-152, 2003.

REFERÊNCIAS ONLINE

ALEIXO, Grupo. Mata Ciliar. Disponível em <http://www.grupoaleixo.com/viveiro1/arquivos/dicas/mata_ciliar.pdf>. Acesso em: 13 março 2013, 21:40.

BRASIL, Árvores. Informações e estudos sobre árvores nativas brasileiras. Disponível em < <http://www.arvores.brasil.nom.br/>> Acesso em 13 março 2013, 22:00.

BRASIL. Lei 12.651, de 25 de maio de 2012, do Código Florestal Federal. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 2012. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm> Acesso em 01 de setembro 2013, 21:40.

Flora BRASILIENSIS. Projeto Flora. Disponível em < <http://florabrasiliensis.cria.org.br/>> Acesso em 26 de agosto 2013, 12:44.

Florestas Nativas. Projeto Florestas Nativas. Disponível em <<http://www.florestasnativas.com.br/>> Acesso em 13 março 2013, 22:15.

<https://sites.google.com/site/florasbs/melastomataceae>> Acesso em 14 de março de 2013, 23:20.

<http://herbario.iac.sp.gov.br/Relatorios/ConsultaHerbario>> Acesso em 14 de março de 2013, 23:40.

<http://timblindim.wordpress.com/2010/12/20/maprounea-guianensis>> Acesso em 13 de março 2013, 20:30.



4º CAPÍTULO

**ANÁLISE ESPACIAL DA
PRECIPITAÇÃO ATRAVÉS DE
INTERPOLAÇÃO DE DADOS
PREVISTOS E OBSERVADOS NA
BACIA DO RIO PARAÍBA DO MEIO**

ANÁLISE ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO ATRAVÉS DE INTERPOLAÇÃO DE DADOS PREVISTOS E OBSERVADOS NA BACIA DO RIO PARAÍBA DO MEIO

Mikael Timóteo Rodrigues

*Doutorando do Programa de Pós Graduação em Agronomia - Energia na Agricultura - Faculdade de Ciências Agrônomicas (UNESP/FCA). E-mail:
mikaelgeo@gmail.com*

Ricardo Ferreira Carlos de Amorim

Professor Adjunto, Instituto de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal de Alagoas.

Rosiberto Salustiano da Silva Jr.

Professor Adjunto, Instituto de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal de Alagoas.

INTRODUÇÃO

O estudo espacial da precipitação através de interpolação de dados previstos e observados na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Meio pode permitir que sejam realizados futuros prognósticos de vazão de curto, médio e longo prazo, para

controle de cheias, previsão de fenômenos como a seca, avaliação de impactos de mudanças climáticas de acordo com a mudança de cenários de ocupação na bacia, disponibilidade hídrica, entre outras aplicações. Embora o público em geral associe Nordeste do Brasil com secas severas, os eventos de tempo severos são recorrentes em sua costa leste (FIALHO, 2012), devido a mecanismos sinóticos como Perturbação Ondulatória no campo dos Alísios (POAs) que confluem com restos de um Sistema Frontal (SF) associados a Linhas de Instabilidade (LI) e Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN) sobre o nordeste de Alagoas e sudeste de Pernambuco.

Nos últimos 100 anos, sete grandes cheias nas bacias dos rios Paraíba e Mundaú assolaram a região (1914; 1941; 1969; 1988; 2000; 2010), trazendo prejuízos ao estado, e principalmente, à população ribeirinha, inclusive com relato de perdas humanas. No Estado de Alagoas, uma das regiões que sofrem com frequência os impactos dos fenômenos atmosféricos são os municípios de União dos Palmares, Quebrangulo, Branquinha, Muricí, Santana do Mundaú, Rio Largo e seus entornos, que se desenvolveram nas margens dos rios Paraíba do Meio e Mundaú, ambos formando o Complexo Lagunar Mundaú-Manguaba. Devido ao grande número de usinas canavieiras nos estados de Alagoas e Pernambuco, foram construídas diversas barragens ao longo da bacia do Mundaú, o que levou parte da população a ocupar os vales de inundação, gerando outro problema social sem precedentes.

Devido essa série histórica de grandes cheias agregadas a vários outros problemas localizados às margens dos grandes rios, torna-se necessário uma análise do comportamento da precipitação, bem como diagnóstico integrado considerando o uso acoplado de modelos de previsão de tempo no estado de Alagoas.

Desta forma, o presente trabalho teve por objetivo comparar dados de precipitação prevista por um modelo atmosférico e precipitação observada em postos pluviométricos monitorados pela Agencia Nacional de Águas – ANA, dando suporte para análise do comportamento espacial da chuva e do planejamento na bacia do rio Paraíba do Meio, especialmente no que se refere à ocorrência de eventos extremos.

MATERIAIS E MÉTODOS

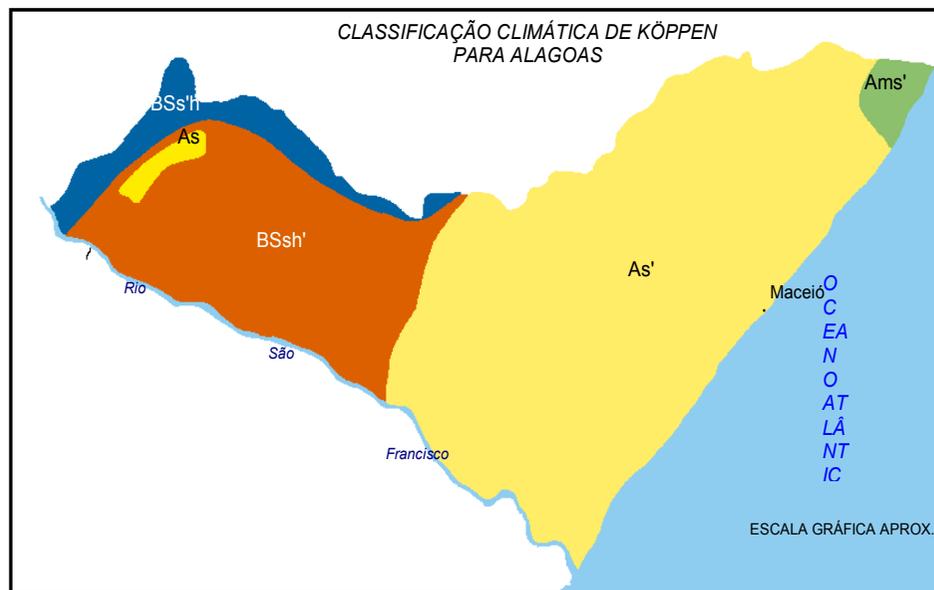
O Rio Paraíba do Meio nasce no Estado de Pernambuco, a cerca de 800 m de altitude, a Latitude sul de 9°00' e Longitude 36°40' e deságua no Complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Manguaba (CELMM) no litoral de Alagoas (Figura 1).

Figura 1: Localização da bacia do rio Paraíba do Meio no Estado de Alagoas



A Bacia do Rio Paraíba no Estado de Alagoas (Figura 2) está localizada numa região de clima tropical quente e chuvoso com verão seco do tipo As', segundo a classificação de Köppen. O início da sua estação chuvosa de abril a julho é adiantado para outono. A pluviosidade média anual na bacia é 1.400 mm, de acordo com os índices pluviométricos obtidos pelos postos pertencentes a SUDENE e ao DNAEE, nos municípios de Pilar, Atalaia, Capela, Mar Vermelho, Palmeira dos Índios, Pindoba, Quebrangulo e Viçosa - AL.

Figura 2: Classificação climática de Köppen para o Estado de Alagoas.



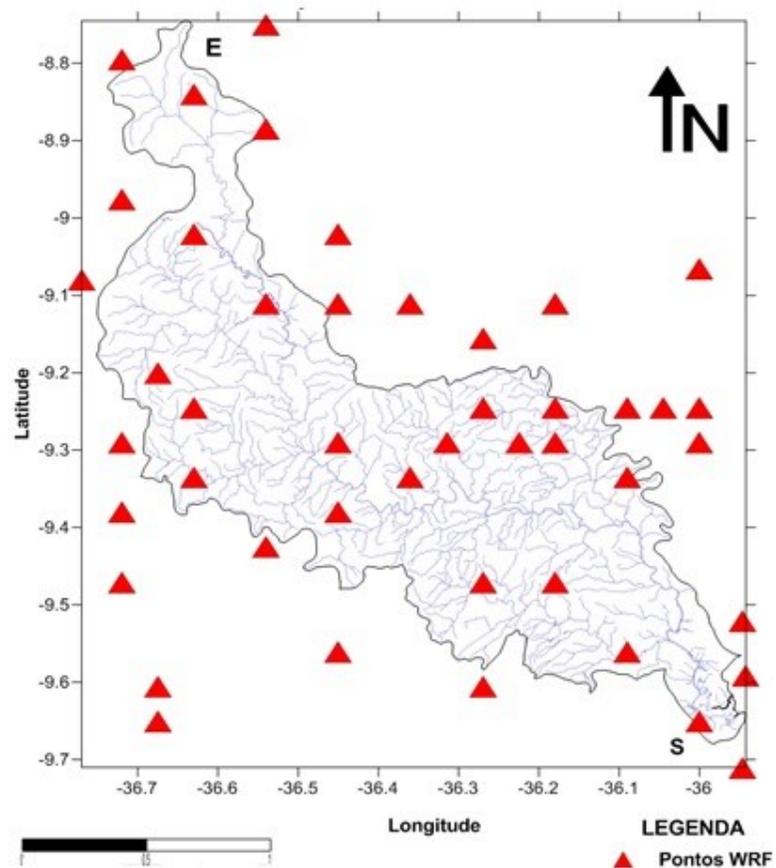
Fonte: PDRH (2001).

Foram utilizados dados de 43 (quarenta e três) pontos de precipitação prevista pelo modelo de mesoescala WRF (Figura 3), com valores de precipitação acumulada dos 456 dias (2008 e janeiro, fevereiro e março de 2009), retirados da grade inicial de 391 (trezentos e noventa e um) pontos geográficos da malha, para serem correlacionadas aos 4 (quatro) postos pluviométricos da Agência Nacional de Águas – ANA: 935057 (Marechal Deodoro), 936110 (Atalaia), 936111 (Viçosa) e 936115 (Quebrangulo).

Já para análise dos dados de precipitação observada, foram utilizados dados de chuva dos pluviômetros da ANA. Posteriormente, foi elaborada uma extrapolação dos dados, tendo em vista o baixo número de pluviômetros espalhados na bacia estudada, pois apenas existiam valores de precipitação entre Coordenadas $-36^{\circ}50' S / -9^{\circ}33' W$ e $-35^{\circ}90' S / -9^{\circ}72' W$. Feito a extrapolação, passou a existir valores para toda área da bacia, com Coordenadas entre $-36^{\circ}75' S / -8^{\circ}85' W$ e $35^{\circ}90' S / -8^{\circ}85' W$.

Posteriormente foi elaborado um mapa de isoietas por meio do software ArcGis 9.0 com saída no *software* Surfer – versão 10, utilizando o método estatístico de interpolação Krigagem-KRG, fundamental para a análise espacial da chuva prevista em todo território da bacia estudada. O interpolador espacial foi aplicado às precipitações acumuladas para o ano de 2008 e Janeiro, Fevereiro e Março de 2009. Segundo Vieira (2000), este interpolador pondera os vizinhos do ponto a ser estimado, obedecendo aos critérios de não-tendenciosidade. Uma avaliação preliminar sobre esta dependência pode ser realizada pelo coeficiente de Determinação (r^2) utilizando o método de Santos (2007).

Figura 3: Quarenta (43) pontos de precipitação prevista pelo modelo WRF.



Quanto à interpolação, o método utilizado foi o de krigagem por não apresentar uma tendência e ser de mínima variância como citaram Carvalho e Assad (2005) *apud* Viola, (2010). Através de krigagem é possível obter uma distribuição

espacial mais homogênea, devido a sua ponderação ser considerada otimizada e a dependência espacial traz consigo um controle parcial do erro aleatório, dando resultados satisfatórios.

Logo, o método tem a característica de mostrar a variabilidade espacial da precipitação pluvial através de dados de modelagem WRF e o de krigagem, de forma mais homogênea e as influências das dependências e tendências, reduzindo consideravelmente as tendências.

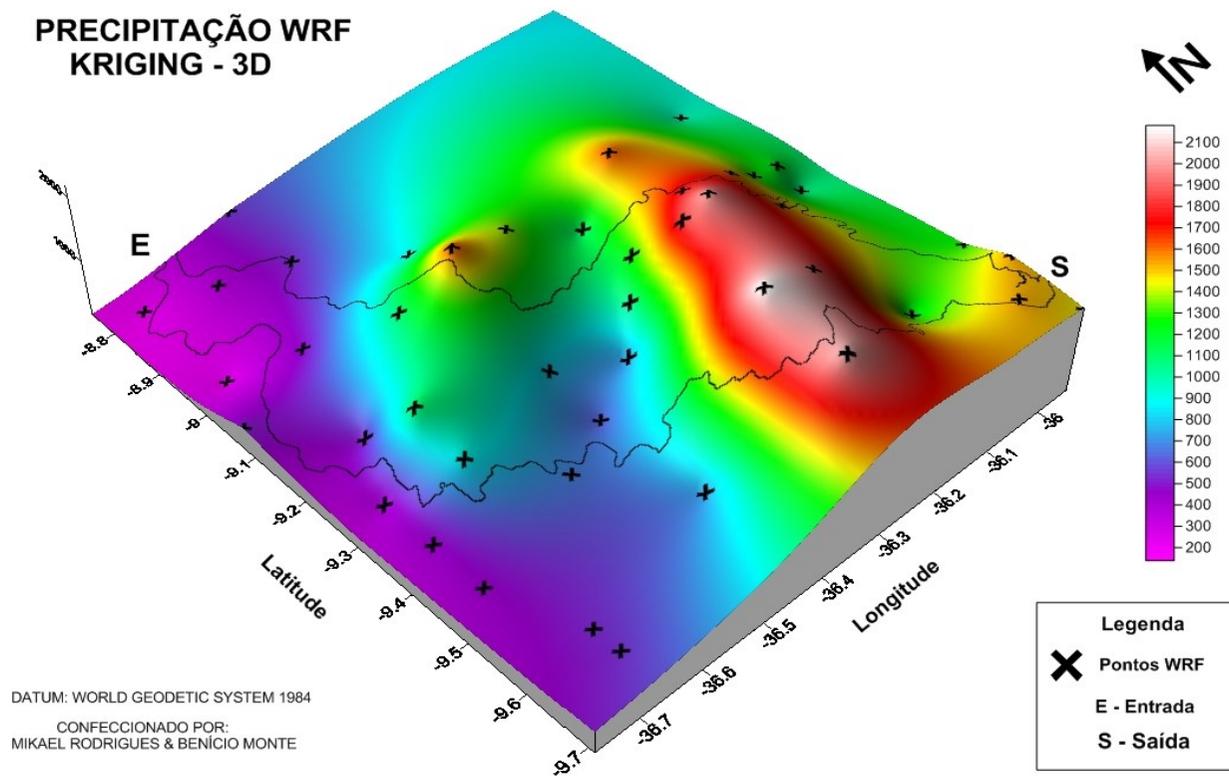
A Interpolação de dados é um método utilizado para encontrar valores de uma sucessão entre dois valores consecutivos conhecidos. É uma técnica utilizada para estimativa do valor de um atributo em locais não amostrados a partir de pontos amostrados na mesma área ou região. Carvalho (2005) verificou que o método de krigagem apresentou distribuição espacial muito mais homogênea do que os demais métodos interpoladores. Esse resultado é obtido principalmente pelo fato desse interpolador ser não-viciado, com variância mínima.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 4, apresenta-se a precipitação prevista para Bacia do Rio Paraíba do Meio, onde o mesmo mostra o coeficiente de determinação da precipitação prevista pelo modelo WRF com valor na ordem de 0.543. De acordo com Santos (2007), o coeficiente de determinação é dito fraco em situações em que $0,1 < r^2 < 0,5$ e moderado entre 0,5 e 0,8, informando assim, que a precipitação do Modelo WRF tem valor significativo.

Como o acoplamento espacial foi usado para estimar valores em pontos não-amostrados, utilizando os dados de precipitação prevista do modelo WRF, obteve-se por meio da krigagem que os mesmos são não viciados por apresentar variância mínima (Vieira, 2000). São também considerados ideais na construção de mapas de isolinhas ou Tridimensionais na verificação e na interpretação da variabilidade espacial.

Figura 4: Mapa de precipitação prevista pelo WRF e o coeficiente de determinação ($r^2 = 0.543$).



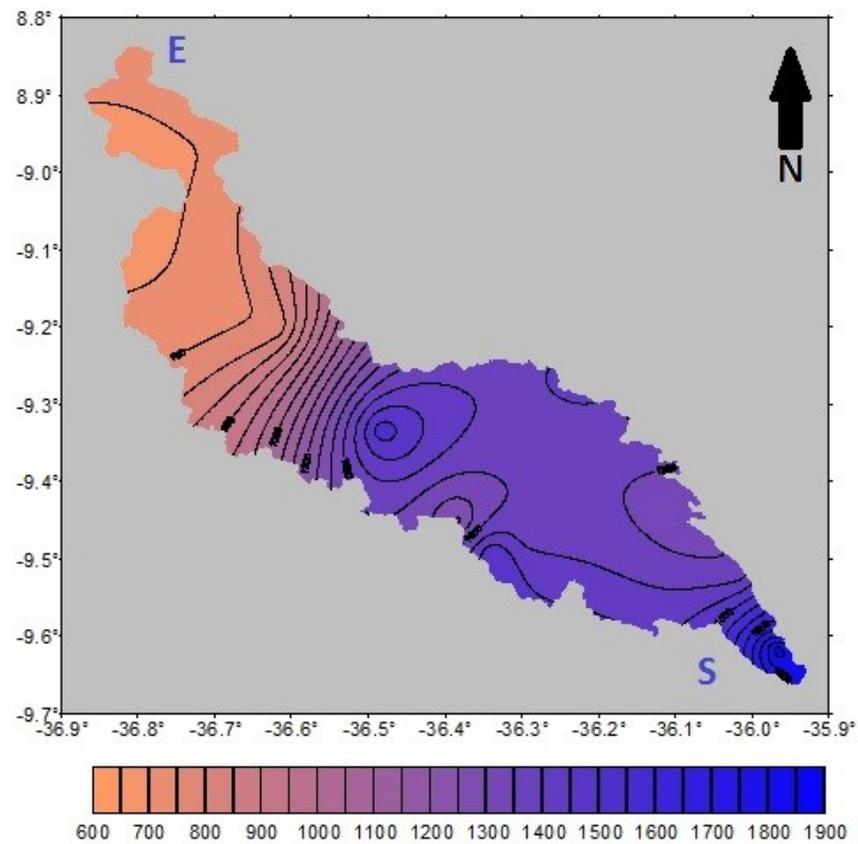
As informações mostradas nesses mapas de isolinhas e/ou Tridimensionais (3D) são extremamente necessárias no entendimento da variabilidade de precipitação e podem identificar áreas que necessitam de maiores ou menores cuidados, como pode ser visto na Figura 4, onde o setor Sudeste da Bacia apresenta picos de precipitação entre 1.600 a 2.100 mm.

A precipitação espacial tridimensional prevista pelo modelo (Figura 4) aponta uma faixa de alta precipitação pluviométrica na zona da mata do Estado de Alagoas e porção oriental da bacia do Rio Paraíba do Meio, com valores de precipitação média na ordem de 1900 mm para o Mapa de Precipitações Anuais Médias do PDRH da Bacia do Rio Paraíba do Meio e 2100 mm para os valores do acoplamento gerados pelo Modelo WRF.

Isso ocorre devido à encosta ocidental dos Tabuleiros Costeiros, correspondendo a uma área, com altimetria de 250 a 500m. As vertentes a barlavento (lado de onde sopra o vento) são mais expostas aos ventos úmidos, que se formam no campo da pressão atmosférica (Ondas de Leste), deslocando-se de leste para oeste, capazes de causar precipitações acentuadas ao encontrarem alta pressão do relevo local, como os Tabuleiros Costeiros (VAREJÃO, 2005). O ar depara-se com a barreira de parte da encosta oriental do Planalto da Borborema; também encontra-se com os Tabuleiros Costeiros e é obrigado a subir. Ao subir, arrefece e satura, dando-se a condensação do vapor de água e a formação de nuvens, originando a queda de precipitação do tipo orográfico ou de relevo. As vertentes opostas são mais protegidas pelos ventos, e o ar é mais seco, pelo que a distribuição de precipitação é mais constante.

A Figura 5 apresenta a precipitação média anual para o Estado de Alagoas, obtido por krigagem a partir de série histórica de 79 anos (1913 a 1992), exposto no Plano Diretor dos Recursos Hídricos (PDRH) da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Meio.

Figura 5: Precipitações Anuais Médias da Bacia do Rio Paraíba do Meio (2001).

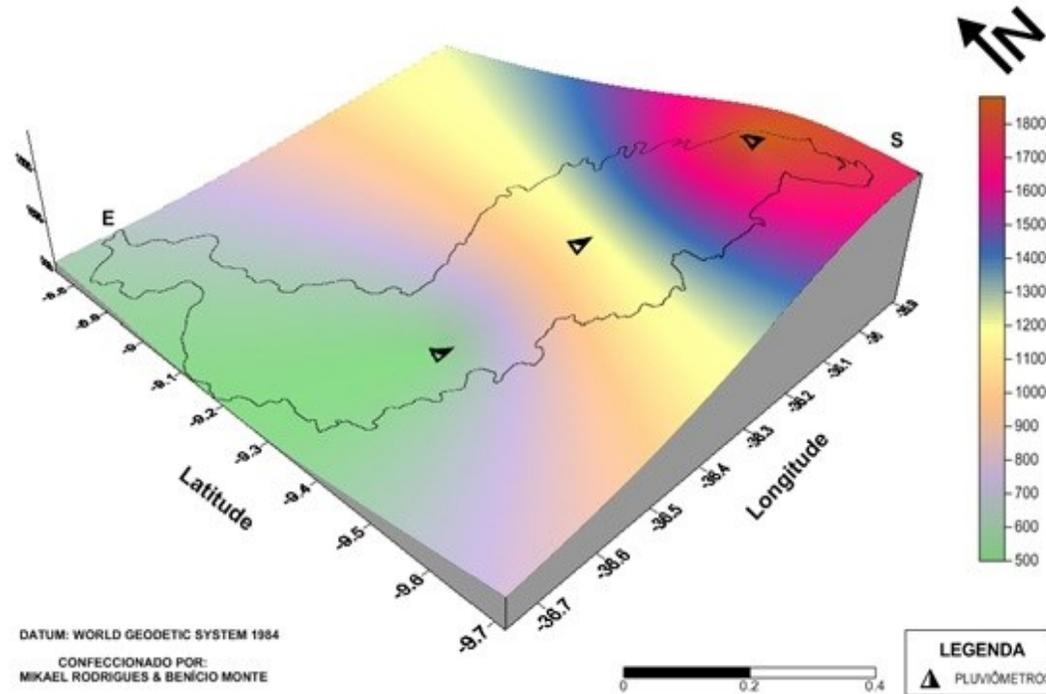


Fonte: Adaptado do PDRH

Uma análise importante adicional que pode ser observada na Figura 4 liga-se ao fato de clara influência do relevo na estimativa dos índices pluviométricos, uma vez que o setor norte-nordeste da bacia encontra-se sobre grande altitude devido o planalto da Borborema, influenciando diretamente no regime pluviométrico da região, com valores na ordem de 300 e 400 mm (Figura 4) e 600 mm (Figura 5), demonstrando a relevância da altitude para estimativa da precipitação. Esse setor da bacia encontra-se sob a influência de clima úmido e sub-úmido (RODRIGUES *et al*, 2011), especialmente na fachada oriental, em virtude da influência dos alísios de sudeste. A porção central e ocidental é marcada pela escassez e má distribuição das chuvas, propiciando um relevo de aplanamento.

Na Figura 6, apresenta-se a precipitação observada para Bacia do Rio Paraíba do Meio, onde a mesma apresenta o coeficiente de determinação da precipitação prevista nos postos 00935057 (Marechal Deodoro), 00936110 (Atalaia), 00936111 (Viçosa), 00936115 (Quebarangulo), com valores extrapolados para toda área da bacia, assim como foi feito com os dados de precipitação prevista no modelo de mesoescala WRF, sendo que aqui foi encontrado coeficiente de determinação (r^2) = 0.926.

Figura 6: Mapa de precipitação observada ($r^2 = 0.926$).



Mesmo com o baixo número de pluviômetros distribuídos na bacia, observou-se uma baixa quantidade de dados observados e, diante de uma extrapolação dos valores de precipitação por parte do acoplamento da precipitação junto ao ArcGis 9 e o Surfer 10, o coeficiente de determinação (r^2) foi considerado satisfatório de acordo com a metodologia aplicada por Santos (2007), que considera os valores ideais de r^2 igual ou próximos a 1 (um), como analisado nesse item.

A precipitação espacial tridimensional foi confeccionada a partir do acoplamento dos dados de precipitação observada dos postos pluviométricos a um Modelo de SIG (Figura 6). É notória uma faixa de altos valores de precipitação pluviométrica no sudeste da bacia hidrográfica, na porção oriental, com valores de precipitação na ordem de 1.900 mm, condizendo com os valores de Precipitações Anuais Médias do PDRH da Bacia do Rio Paraíba do Meio, que utilizou uma série histórica de 79 anos.

Os valores altos de precipitação ocorrem nessa região da bacia devido a proximidade do litoral onde encontra-se inserida todo ano sob o domínio da massa Equatorial Atlântica, que tem maior umidade na corrente inferior dos ventos alísios. Por ocasião do inverno, verifica-se a incursão de restos de Sistemas Frontais provenientes do sul, que se incorporam aos ventos alísios de sudeste, aumentando a umidade e provocando chuvas ainda mais abundantes sobre a região (MOLION; BERNARDO, 2002).

CONCLUSÃO

A análise da variabilidade espacial da precipitação prevista e observada através de interpolação, utilizando o método de Krigagem na bacia do rio Paraíba do Meio, apresenta-se ser satisfatória, sendo encontrado coeficiente de determinação $r^2 = 0.54$ para precipitação prevista pelo modelo WRF e de $r^2 = 0.92$ para precipitação observada.

Por fim, a análise do comportamento espacial da chuva deverá ser aperfeiçoada, não apenas melhorando as calibrações e condições iniciais, podendo ser melhorada através da introdução de séries mais longas de precipitação prevista e observada. Isto se deve ao fato de que as previsões de precipitação proporcionam um melhor cenário de volume de chuvas que simplesmente atuam na climatologia da região, informando a propagação e desenvolvimento de fenômenos meteorológicos, tais como Sistemas Frontais (SF), Linhas de

Instabilidade (LI), Vórtices Ciclônicos em Altos níveis (VCAN) e Perturbações Ondulatórias no campo dos Alísios (POAs).

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Brasília, DF: ANA, 2009. Disponível em: <www.hidroweb.ana.gov.br>. Acesso em: 10 abr. 2011.

CARVALHO, J. R. de; ASSAD, E. D. Análise espacial da precipitação pluviométrica no estado de São Paulo: Comparação de métodos de interpolação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, Campina Grande, v.25, n.2, p.377-384, 2005.

FIALHO, W. B. **Eventos extremos na costa leste do Nordeste**. 2012. 74 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Meteorologia) – Instituto de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2012.

MAZZINI, P. L. F; SCHETTINI, C. A. F. Avaliação de metodologias de interpolação espacial aplicadas a dados hidrográficos costeiros quase-sinóticos, 2009. Disponível em: <<http://siaiweb06.univali.br/seer/index.php/bjast/article/viewArticle/1336>>. Acesso em: 23 ago. 2012.

MOLION, L. C. B., BERNARDO, S. O. Uma revisão das chuvas no Nordeste Brasileiro, **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, SP, v. 17, n. 1, p. 1-10, 2002.

PLANO DIRETOR DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PARAIBA DO MEIO – PDRH. v. 1, cap. 1 p. 18-23. 2001.

RODRIGUES, M. T. *et. al.* Utilização de métodos de interpolação para análise espacial pluviométrica na Bacia Hidrográfica do Paraíba do Meio – Alagoas e Pernambuco. In: IV Simpósio Internacional de Climatologia. 4. 2011, João Pessoa, PB. **Anais...** João Pessoa: SBMET, 2011, p. 327-332.

SANTOS, C. **Estatística descritiva – Manual de auto-aprendizagem**. 1.ed. Lisboa: Edições Silabo, 2007. 264 p.

VAREJÃO SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia**. . 2. ed. Recife: Editora Pax Gráfica, 2005. 532 p. 2 CD-ROM.

VIEIRA, S. R. **Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo: Tópicos em ciência do solo.** 2. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v. 2, 255 p.

VIOLA, M. R., DE MELLO, C. R., PINTO, D. B. R., DE MELLO, J.M, ÁVILLA, L. F., Métodos de interpolação espacial para o mapeamento da precipitação pluvial. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.14, n. 9, p.970–978, 2010.



5° CAPÍTULO

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DA LAGOA MAIOR DE TRÊS LAGOAS - MS

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DA LAGOA MAIOR DE TRÊS LAGOAS - MS

Leandro Reginaldo Maximino Lelis

Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), campus de Três Lagoas. Bolsista da Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT). E-mail: sukeko51@hotmail.com.

André Luiz Pinto

Docente do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, campus de Três Lagoas. E-mail: andre.pinto@ufms.br.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural extremamente importante para a sobrevivência dos seres vivos. Entretanto, além disso, ela se configura como um bem com enorme valor político, econômico e social. A falta de água já afeta alguns países do mundo. Nesse contexto, a água cada vez mais se consolida como um recurso estratégico do ponto de vista geopolítico no cenário internacional.

Mesmo os países que podem considerar-se privilegiados quanto à disponibilidade de água sofrem com alguns problemas. Nesse caso se enquadra o Brasil, que, apesar de possuir 11,6% de toda a água doce do mundo,

convive com alguns problemas. Dentre esses problemas podemos elencar a escassez de água que já está presente em algumas regiões brasileiras, seja pela falta em quantidade ou em qualidade (SOUZA *et al*, 2012).

Ciente da importância da água para os seres humanos, este trabalho tem como objetivo analisar a qualidade das águas superficiais da Lagoa Maior do município de Três Lagoas. A referida lagoa fica na malha urbana de Três Lagoas e se configura como um dos principais pontos turísticos do município.

Para alcançar o objetivo proposto foram delineados os seguintes procedimentos metodológicos: pesquisa bibliográfica; trabalho de campo para a coleta dos dados; e, análise dos dados obtidos. Para a análise da qualidade das águas foram mensurados os seguintes parâmetros: oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, turbidez, potencial hidrogeniônico, temperaturas do ar e da água, sólidos dissolvidos totais, potencial redox e salinidade. Cabe salientar que o oxigênio dissolvido é o parâmetro principal para a análise da qualidade das águas, enquanto os outros parâmetros apresentam importância secundária. As amostras de água foram coletadas em 14 (quatorze) pontos distribuídos ao longo da lagoa. O trabalho de campo para a coleta das amostras de água foi realizado na manhã do dia 17 de outubro de 2013.

DESENVOLVIMENTO

A importância da qualidade da água

Se no passado a água era vista como um bem infinito, atualmente já se sabe que sua escassez tende a aumentar cada vez mais. A escassez de água é mais acentuada nas regiões onde o desenvolvimento ocorreu de forma desordenada (TUNDISI, 2003).

Os problemas ambientais dos grandes centros urbanos são exemplos do crescimento desordenado. Esgotos domésticos, despejos industriais e outros poluentes são lançados diariamente nos corpos d'água. No campo, motivado pelo discurso da modernização agrícola, diversos tipos de agrotóxicos poluem os recursos hídricos; além disso, um enorme volume de água é utilizado para a irrigação (MOITTA e CUDO, 1991, *apud* SOUZA *et al*, 2012).

Vale ressaltar que a qualidade das águas após a Primeira Revolução Industrial está intimamente ligada às interferências antrópicas (SOUZA *et al*, 2012). Nesse sentido, podemos afirmar que na medida em que os seres humanos foram ampliando suas técnicas, sua capacidade de interferir na natureza também foi aumentando.

A qualidade da água é fundamental para se entender a dinâmica de uma bacia hidrográfica. Dessa forma, a água pode ser utilizada com indicador de qualidade ambiental (SILVA *et al*, 2011). Segundo Rodrigues *et al* (2007), a qualidade da água

[...] refere-se a uma série de parâmetros físicos, químicos, biológicos e radiológicos que exerce influência direta na integridade da bacia hidrográfica, que por sua vez, está ligada a fatores de ordem natural e antrópica que deve ser observada conjuntamente. Deste modo a qualidade da água superficial e subsuperficial são bons indicadores, respectivamente, de tendência e de condição (estado atual) de uma microbacia (RODRIGUES *et al*, 2007, p. 2).

O ciclo da água possui enorme relevância para os ecossistemas, entretanto, as atividades humanas cada vez mais interferem nesse ciclo. Tal situação provoca mudanças significativas nesse ciclo, implicando no risco de uma futura escassez de água, seja em função da falta de água em quantidade ou em qualidade (SILVA *et al*, 2011).

Segundo Silva *et al*, (2011) para que as interferências humanas no ciclo da água sejam minimizadas, sem que o abastecimento necessário às atividades produtivas seja afetado, é necessário “[...] que sejam estabelecidos sistemas de gestão integrados, que considerem as características do ciclo natural das águas e dos ecossistemas e o conjunto das necessidades humanas” (SILVA *et al*, 2011, p. 13).

Não são apenas os recursos hídricos que sofrem com os efeitos da utilização inconsciente dos recursos naturais pelos seres humanos. O meio ambiente como um todo é afetado e os prejuízos ambientais são enormes. Vale ressaltar que, na grande maioria dos casos, são os interesses econômicos que promovem a degradação do meio ambiente.

O meio ambiente sofre com o crescimento econômico que representa um fator de risco devido às atividades humanas sem controle, os despejos de esgotos sem tratamento, vazamentos de produtos tóxicos e a disposição inadequada de resíduos sólidos que vêm causando uma degradação vertiginosa do meio ambiente e uma dilapidação do capital natural (OLIVEIRA *et al*, 2011, p. 80).

Além da importância da qualidade da água para o consumo humano, também destacamos a importância de sua qualidade para as atividades recreativas. Para esse fim, é a Resolução CONAMA 274/2000 que classifica as águas destinadas à recreação. A importância de se observar a qualidade da água de locais que servem para a recreação é essencial, sobretudo quando analisamos que “os corpos d'água contaminados por esgotos sanitários expõem os banhistas a riscos de doenças, devido à presença de bactérias, vírus e protozoários [...]” (OLIVEIRA *et*

al, 2011, p. 80). Nesse sentido, o estudo da qualidade das águas é instrumento fundamental para a avaliação da balneabilidade de uso.

Dessa forma, a balneabilidade das águas, ou seja, a qualidade das águas destinadas à recreação

[...] reflete a qualidade destas, destinadas ao uso de recreação, sendo este entendido como contato direto e prolongado com a água (natação, mergulho, esportes aquáticos, etc), onde a possibilidade de ingerir quantidades apreciáveis de água é elevada (OLIVEIRA *et al*, 2011, p. 81).

Seja para o consumo, seja para as atividades recreativas, a qualidade da água é essencial para a saúde dos seres vivos. É nesse sentido que as pesquisas sobre qualidade de água se fazem relevantes. Pesquisas constantes podem proporcionar o monitoramento e o controle da qualidade das águas, contribuindo para a segurança dos usuários, bem como para a manutenção e preservação dos recursos hídricos.

No formato atual de desenvolvimento, a utilização desenfreada dos recursos naturais prejudica a manutenção do equilíbrio ecológico e da qualidade dos ecossistemas aquáticos para as gerações futuras. Dessa forma, as águas brutas tornam-se mais caras e com maiores limitações de uso, principalmente em função das constantes contaminações e da deficiência do tratamento de esgoto urbano.

A Lagoa Maior, no município de Três Lagoas, no Mato Grosso do Sul, é um bom exemplo deste fato. Até 1920, as águas da lagoa abasteciam a cidade. Entretanto, com a chegada da estrada de ferro Noroeste do Brasil, a cidade de Três Lagoas cresceu rapidamente e as águas da Lagoa Maior foram contaminadas. A partir desse período, Três Lagoas passou a ser abastecida pelas águas do Rio Sucuriú, o que elevou os custos para captação e purificação das águas.

Cabe salientar que o município de Três Lagoas tem essa denominação em função das três lagoas existentes em sua malha urbana, que popularmente são conhecidas como lagoas Maior, Menor e do Meio (Figura 1).

Figura 1 – Conjunto de lagoas existentes na malha urbana de Três Lagoas.



Fonte: Prefeitura Municipal de Três Lagoas.

Como são poucos os trabalhos de monitoramento da qualidade das águas superficiais da Lagoa Maior de Três Lagoas e devido sua importante função como um dos principais pontos turísticos do município, foi efetuada uma análise físico-química de suas águas, utilizando apenas dados mensurados em campo. O baixo custo e a

facilidade para obtenção dos dados evidencia que análises como esta poderiam ser desenvolvidas pelo poder público local, mensalmente, auxiliando na gestão e manejo dessa área de proteção ambiental.

METODOLOGIA

Para a realização da análise da qualidade das águas superficiais da Lagoa Maior foram utilizados os seguintes parâmetros: oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, turbidez, potencial hidrogeniônico (pH), temperaturas do ar e água, sólidos dissolvidos totais e potencial redox. Cabe salientar que o oxigênio dissolvido será o parâmetro principal para a análise da qualidade das águas, enquanto os outros parâmetros serão apenas secundários. O equipamento utilizado para a análise foi o Horiba U50.

O oxigênio dissolvido (OD) é um dos principais parâmetros utilizados para avaliar a qualidade das águas superficiais. Isso ocorre em função de sua importância para a manutenção dos microrganismos e dos seres vivos aquáticos.

A condutividade elétrica (CE) pode ser utilizada como parâmetro de avaliação de qualidade da água em decorrência de sua capacidade de expressar a condução de corrente elétrica de sais dissolvidos e ionizados presentes na água (SOUZA *et al*, 2012).

A turbidez é a alteração da penetração da luz na água. Essa alteração pode ser provocada por partículas em suspensão, como bactérias, argilas e silte ou fontes de poluição que lançam substâncias na água. De acordo com Silva e Pinto (2013, p. 4): “a presença dessas substâncias provoca a dispersão e a absorção da luz, dando à água aparência nebulosa, esteticamente indesejável e potencialmente perigosa”. Quanto maior o índice de

turbidez, maior é a barreira sobre a água, ou seja, menor é a penetração de luz na água, o que contribui para a redução da fotossíntese da vegetação submersa e das algas.

O potencial hidrogeniônico (pH) “[...] apresenta a acidez ou a basicidade das águas, que podem ter origens em fatores naturais do terreno ou resultantes de poluentes dissolvidos na água” (SILVA; PINTO, 2013, p. 4). Cabe salientar que o pH é um dos parâmetros mais utilizados para a análise de qualidade de água.

As temperaturas do ar e da água influenciam os processos biológicos, reações químicas e bioquímicas que ocorrem na água. Além disso, também contribuem para acentuar a sensação de sabor e odor (SILVA; PINTO, 2013).

Os sólidos dissolvidos totais (TDS) são os conjuntos de sais dissolvidos na água (cloretos, bicarbonatos, sulfatos, entre outros). Eles podem conferir sabor salino à água e propriedades laxativas. Os parâmetros devem-se fundamentalmente ao tipo de solo que a água atravessa, e traduzem a quantidade de materiais que a água dissolveu na passagem pelo mesmo. Encontram-se numa concentração que varia de 50 a 500 ppm. Quanto maiores forem os seus valores, maior será o caráter mineral de uma água, e conseqüentemente o seu gosto.

O Potencial Redox – ORP (ORP mV) é o potencial de redução das soluções e estão relacionados com a perda e o recebimento dos elétrons de uma solução. Por não existir unidades que mensurem o ORP, este é indicado através do seu valor em milivolt (mV), sendo que em um sistema de água purificada deve-se encontrar uma leitura entre 200 e 300 mV. A biodisponibilidade de uma série de metais está associada ao seu estado de oxidação. O conhecimento do ORP pode ajudar a definir quais são formas dos metais que estão presentes em maior concentração no corpo d'água.

A partir da escolha dos parâmetros, foram escolhidos 14 (quatorze) pontos estratégicos distribuídos ao longo da lagoa estudada. Dentre os 14 pontos pré-estabelecidos, 6 (seis) são caixas de retenção (pontos: 2, 4, 6, 8, 11 e 13) da lagoa. O trabalho de campo foi realizado durante a manhã do dia 17 de outubro de 2013.

O Quadro 1 apresenta o equipamento e os métodos utilizados para a mensuração dos parâmetros estabelecidos para a análise da qualidade das águas superficiais da Lagoa Maior.

Quadro 1 - Parâmetros, equipamentos e métodos utilizados para análise da qualidade das águas superficiais da Lagoa Maior, Três Lagoas, MS.

Parâmetros	Equipamento	Método
Oxigênio Dissolvido - OD	Horiba U50	Espectrofotométrico
Condutividade Elétrica - CE	Horiba U50	Eletrométrico
Turbidez	Horiba U50	Eletrométrico
Potencial Hidrogeniônico – pH	Horiba U50	Eletrométrico
Temperatura Ar e Água	Horiba U50	Eletrométrico
Potencial Redox - ORP	Horiba U50	Eletrométrico
Salinidade	Horiba U50	Eletrométrico
Sólidos Totais Dissolvidos - TDS	Horiba U50	Eletrométrico

Fonte: Pinto *et al* (2009).

Para a avaliação da qualidade das águas superficiais da Lagoa Maior foram utilizadas as classes de enquadramento do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (Tabela 1), segundo as resoluções nº

274/2000 e 357/05. Nessas resoluções o CONAMA determinou cinco diferentes classes, sendo elas: Especial, I, II, III e IV. Essas classes são delimitadas pelo valor de cada parâmetro coletado.

Tabela 1 - Limites dos parâmetros analisados para enquadramento nas classes das águas doces no Brasil.

Classes	Limites para o Enquadramento
Especial	Nas águas de classe especial deverão ser mantidas as condições naturais do corpo de água. OD + 10,0 mg/l pH 6,0 a 9,0 Turbidez até 20 NTU Condutividade Elétrica até 50 ums TDS 100 a 200 mg/L
I	OD 10 a 6 mg/l pH 6,0 a 9,0 Turbidez 20 até 40 NTU Condutividade Elétrica 50 até 75 ums TDS 200 a 300 mg/L
II	OD 6 a 5 mg/l pH 6,0 a 9,0 Turbidez 40 até 70 NTU Condutividade Elétrica 75 até 100 ums TDS 300 a 400 mg/L
III	OD 5 a 4 mg/l pH 6,0 a 9,0 Turbidez 70 até 100 NTU Condutividade Elétrica 100 até 150 ums TDS 400 a 500 mg/L
IV	OD - 4 mg/l pH 6,0 a 9,0 Turbidez acima de 100 NTU Condutividade Elétrica +150 ums TDS +500 mg/L

Fonte: Adaptação da Resolução n°. 357/05 do CONAMA. Pinto *et al.* (2009).

O Quadro 2 apresenta as principais classes de limitações de uso das águas doces no Brasil. Essas limitações ocorrem em função do enquadramento por classes de água. De acordo com as classes enquadradas, o CONAMA estabelece algumas recomendações para as principais práticas de uso de suas águas. Dessa forma, seguir essas recomendações é fundamental para a gestão e manejo sustentável das águas, bem como para a manutenção da qualidade de saúde e de vida da população.

Quadro 2 - Principais classes de limitações de uso das águas doces no Brasil.

Classes	Principais Usos
Especial	Consumo humano com desinfecção; Preservação de equilíbrio natural das comunidades aquáticas; Preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
I	Consumo humano, após tratamento simplificado; Proteção das comunidades aquáticas; Recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho) Resolução CONAMA n. 274, de 2000; Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas sem remoção de películas e à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
II	Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional, à proteção das comunidades aquáticas, à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, Resolução CONAMA n. 274, de 2000, à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto e à aquicultura e à atividade de pesca.
III	Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado, à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, à pesca amadora, à recreação de contato secundário e à dessedentação de animais.
IV	Navegação e à harmonia paisagística.

Fonte: Resoluções nº 272/2000 e nº 357/2005 do CONAMA.

RESULTADOS

A Tabela 2 apresenta os dados mensurados em campo, seus respectivos horários de coletas e o enquadramento nas classes do CONAMA, conforme as resoluções 274/00 e 357/05.

Tabela 2 – Parâmetros de qualidade de águas superficiais monitorados na Lagoa Maior de Três Lagoas - MS.

Parâmetros	Pontos						
	1	2*	3	4*	5	6*	7
Horário	8h15	8h25	8h39	8h55	9h05	9h20	9h26
T. Ar	27,43	27,26	29,34	28,0	28,85	28,19	27,46
T. Água	28,18	27,98	28,56	29,76	31,56	28,43	28,83
ORP (mV)	156,00	184,00	211,00	167,00	37,00	145,00	150,00
Turbidez (NTU)	38,00	68,4	819,00	262,00	941,00	298,00	101,00
C.E (ums)	101,00	51,00	96,00	106,00	155,00	171,00	113,00
O.D (mg/L)	5,42	4,40	4,73	4,81	5,16	5,70	5,85
Salinidade (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
TDS (mg/L)	69,00	33,00	62,00	69,00	101,00	112,00	73,00
pH	7,62	6,63	6,81	7,82	7,21	7,58	7,98
Enquadramento	II	III	III	III	II	II	III
Parâmetros	Pontos						
	8*	9	10	11*	12	13*	14
Horário	9h30	9h39	9h50	10h	10h05	10h09	10h15
T. Ar	27,66	28,73	27,67	27,91	30,64	29,35	30,46
T. Água	29,45	29,70	30,06	31,94	30,26	33,66	30,38
ORP (mV)	209,00	180,00	153,00	150,00	140,00	120,00	140,00
Turbidez (NTU)	158,00	111,00	77,40	162,00	45,00	180,00	30,10
CE (ums)	159,00	102,00	95,00	80,00	48,00	102,00	51,00
OD (mg/L)	4,58	4,83	6,20	5,07	5,37	5,68	5,30
Salinidade (%)	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TDS (mg/L)	104,00	66,00	62,00	51,00	63,00	68,00	43,00
pH	7,36	7,78	8,74	8,22	8,52	9,09	7,73
Enquadramento	III	III	I	II	II	IV	II

*Obs.: Caixas de retenção.

Fonte: Trabalho de campo (outubro/2013).

Considerando como parâmetro principal o oxigênio dissolvido e os demais como complementares, nota-se que ponto 10 foi o único que se enquadrou na classe I, considerando-se apenas o OD, que preconiza, de acordo com o CONAMA, seu consumo humano, após tratamento simplificado, podendo ser utilizada para recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho); irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam próximas ao solo e que sejam ingeridas sem remoção de películas. Os dados secundários de CE e turbidez alertam, por possíveis soluções condutoras elétricas, que estão promovendo a turbidez da água, pois a concentração de sedimentos em suspensão é baixa, como indica o TDS de 62,0 mg/L.

Os pontos 1, 5, 6, 7, 11, 12 e 14 se enquadraram na classe II, em que a água pode ser consumida após tratamento convencional, além de poder ser utilizada para a proteção das comunidades aquáticas, atividades recreativas de contato primário, irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, aquicultura e atividade de pesca.

Na classe III, enquadraram-se os pontos 2, 3, 4, 8 e 9. Para o CONAMA, a água enquadrada na classe III pode servir para o consumo humano após o tratamento convencional ou avançado. Além disso, ela também pode ser utilizada para: recreação de contato secundário; irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; pesca amadora; dessedentação de animais.

Apenas o ponto 13 foi enquadrado como classe IV. Apesar da concentração de OD enquadrá-la na classe II, sua elevada turbidez e o pH acima de 9,0 comprometem o consumo humano e a balneabilidade, pois podem gerar cálculos renais, entre outras enfermidades.

Entretanto, vale ressaltar que independente dos resultados desta pesquisa, é necessário ter muita precaução com o contato primário com as águas superficiais da Lagoa Maior. Isso ocorre em função da grande concentração de espículas de esponjilites presentes nessas águas, conforme apontado por Vilela *et al* (2011).

Assim, enquanto os biogênicos silicosos, pela forma acicular, propiciam um meio de inserção no corpo animal, os biogênicos orgânicos concentram agentes infecciosos, ambos inviabilizando qualquer pretensão de pesca, balneabilidade ou potabilidade na Lagoa Maior e suas imediações (VILELA *et al* (2011, p. 40).

A ingestão de água que contém esponjilitos é extremamente prejudicial à saúde, haja vista que ao entrar em contato com o estômago, os esponjilitos podem causar úlceras gástricas, dentre outras doenças estomacais. Em contato com a pele, as espículas podem causar irritação e alergia.

CONCLUSÃO

Como pôde ser verificado, os 14 pontos que tiveram água coletada para a análise apresentaram classes de enquadramento que variaram entre a Classe I e a IV. Nenhum ponto foi enquadrado como Especial. Segundo a média geral dos pontos de coleta de água, a lagoa ficou enquadrada na classe II. No entanto, como informado anteriormente, é necessário ter muito cuidado com o contato primário com as águas da Lagoa Maior em função da existência de espículas de esponjilitos.

A partir do que foi exposto, pode-se constatar que a avaliação constante da qualidade das águas de corpos hídricos é essencial para a aferição da sustentabilidade ecológica de ecossistemas aquáticos, que dão suporte de vida a todos os seres vivos. A facilidade para obtenção de dados, o baixo custo e a eficiência das mensurações das concentrações de oxigênio dissolvido são características que viabilizam a utilização desse parâmetro para a análise da qualidade das águas. Nesse sentido, reforçamos que pesquisas constantes podem proporcionar o monitoramento e o controle da qualidade das águas, contribuindo para a saúde dos usuários.

Assim, possíveis contaminações e outros problemas de saúde poderão ser evitados. Além disso, cabe salientar que estas pesquisas também contribuem para a manutenção e preservação dos recursos hídricos e, por consequência, do meio ambiente.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA Resolução 274/2000**. Governo Federal, Brasília. Publicada no DOU nº 18, de 29 de novembro de 2000, Seção 1, p. 70-71.

_____. **Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA Resolução 357/2005**. Governo Federal, Brasília. Publicada no DOU nº 53, de 18 de março de 2005, Seção 1, p. 58 - 63.

OLIVEIRA, G. H.; PINTO, A. L.; FERNANDES, M. V. M.; ARAÚJO, A. F. Balneabilidade no baixo Sucuriú, município de Três Lagoas/MS. **Revista GEOMAE**. v. 2, nº 1, 2011. p. 79-89.

PINTO, A. L.; OLIVEIRA, G. H.; PEREIRA, G. A. Avaliação da eficiência da utilização do oxigênio dissolvido como principal indicador da qualidade das águas superficiais da Bacia do Córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS. In: **Anais do II Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: Recuperação de Áreas Degradadas, Serviços Ambientais e Sustentabilidade**. IPABHi. Taubaté, Brasil, p. 553-560, 2009.

RODRIGUES, F. M; PISSARRA, T. C. T.; GREGORIO, C. E. B. Qualidade da água de uma microbacia hidrográfica com diferentes usos do solo na região de Taquaritinga, Estado de São Paulo. **Anais XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. São Paulo, 2007.

SILVA, P. V.; PINTO, A. L.; CARVALHO, E. M.; PIROLI, E. L. A visão sistêmica na gestão de bacias hidrográficas. **Anais XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. Associação Brasileira de Recursos Hídricos – ABRH. Maceió, 2011. p. 1-15.

SILVA, C. A. A.; PINTO, A. L. **Qualidade das águas superficiais do Rio Sucuriú, no município de Três Lagoas/MS**. 2013. p. 1-19. Disponível em:
<<http://www.propp.ufms.br/gestor/titan.php?target=openFile&fileId=407>>. Acesso em: 13 dez. 2013.

SOUZA, D. F.; PINTO, A. L.; MENDES, A. M. S. Qualidade, enquadramento e limitações de uso das águas superficiais da Lagoa Maior 2011 e 2012 em Três Lagoas – MS. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**. v. 8, nº 2, 2012. p. 151-159.

TUNDISI, J. G. **Água no Século XXI: Enfrentando a Escassez**. RIMA, IIE. São Carlos, 2003.

VILELA, M. J.; PINTO, A. L.; NETO, M. J.; REBOSTINI, M. H.; LOREZ-SILVA, J. L.; GUERRA, O. **Plano Emergencial para o Manejo da Lagoa Maior - Três Lagoas, MS**. UFMS. Três Lagoas, 2011. 82p.



6° CAPÍTULO

**ÍNDICE DE QUALIDADE
DA ÁGUA DE UMA
PISCICULTURA EM TANQUES-
REDE NO RIBEIRÃO DA PONTE
PENSA, SANTA FÉ
DO SUL - SP**

ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA DE UMA PISCICULTURA EM TANQUES-REDE NO RIBEIRÃO DA PONTE PENSA, SANTA FÉ DO SUL - SP

Juliana Heloisa Pinê Américo

Doutoranda em Aquicultura, Centro de Aquicultura da UNESP, Jaboticabal - SP. E-mail: americo.ju@gmail.com

Gláucio Doreide Cicigliano

Mestre em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (UNESP). E-mail: gldrc@hotmail.com

Sérgio Luís de Carvalho

Docente, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (UNESP). E-mail: sergicar@bio.feis.unesp.br

INTRODUÇÃO

Os ambientes aquáticos são submetidos constantemente a impactos ambientais. Esses impactos incluem contaminações provenientes de esgotos domésticos e agroindustriais, desmatamentos, degradação do solo das áreas adjacentes e a atividade de aquicultura (SANTOS e FORMAGIO, 2000).

De acordo com Boyd e Queiroz (2001), a aquicultura é uma atividade que tem como objetivo produzir organismos aquáticos visando-se o lucro. Assim, a aplicação de técnicas ultrapassadas e costumes regionais sem qualquer fundamento sólido, de certa forma estão diretamente relacionados com a perda da qualidade da água dos corpos hídricos utilizados para cultivo de espécies aquáticas, o que leva a uma alta mortalidade e queda na reprodução.

O principal impacto ambiental no cultivo de espécies aquáticas está associado aos seus efluentes com grande potencial de poluição das águas naturais. Embora estes efluentes não apresentem altas concentrações de poluentes quando comparados aos efluentes industriais e municipais, às vezes podem conter concentrações de algumas variáveis limnológicas acima daquelas permitidas, que se tornam uma fonte de poluição (BOYD e SCHIMITTOU, 1999). Os resíduos, provenientes de um sistema de criação de peixes no meio ambiente, podem acelerar o processo de eutrofização dos ecossistemas naturais, sendo a qualidade e quantidade do efluente gerado muito variável (ZANIBONI FILHO, 1997).

Durante o processo de produção piscícola, é inevitável o acúmulo de resíduos orgânicos e metabólicos nos tanques e viveiros de sistemas de renovação de água intermitente. O volume de fezes excretado diariamente pela população de peixes é uma das principais fontes de resíduos orgânicos em sistemas aquaculturais, pois a digestibilidade da matéria seca das rações gira em torno de 70% a 75% (KUBITZA, 1998).

No caso da produção em tanques-rede há liberação direta e contínua de metabólitos e restos de ração na água. Estes aumentam a concentração de nutrientes e materiais particulados que por sua vez sofrem decantação. Este sistema consta entre os mais produtivos, e, a carga poluidora tende a ser maior quanto mais intensivo for o sistema de produção (BORGHETTI e OSTRENSKY, 1999).

A alta densidade de estocagem intensifica as chances de ocorrência de poluição no meio aquático, provocando aumento significativo de plâncton e, conseqüentemente queda do oxigênio disponível, alteração do pH e a possibilidade da presença de substâncias químicas nocivas aos peixes (LUCAS, 2000).

Assim, objetivou-se com este trabalho determinar o índice de qualidade da água (IQA), utilizado pelo CETESB, de uma piscicultura com sistema de cultivo em tanques-rede na Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados, Ribeirão da Ponte Pensa no município de Santa Fé do Sul – SP.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

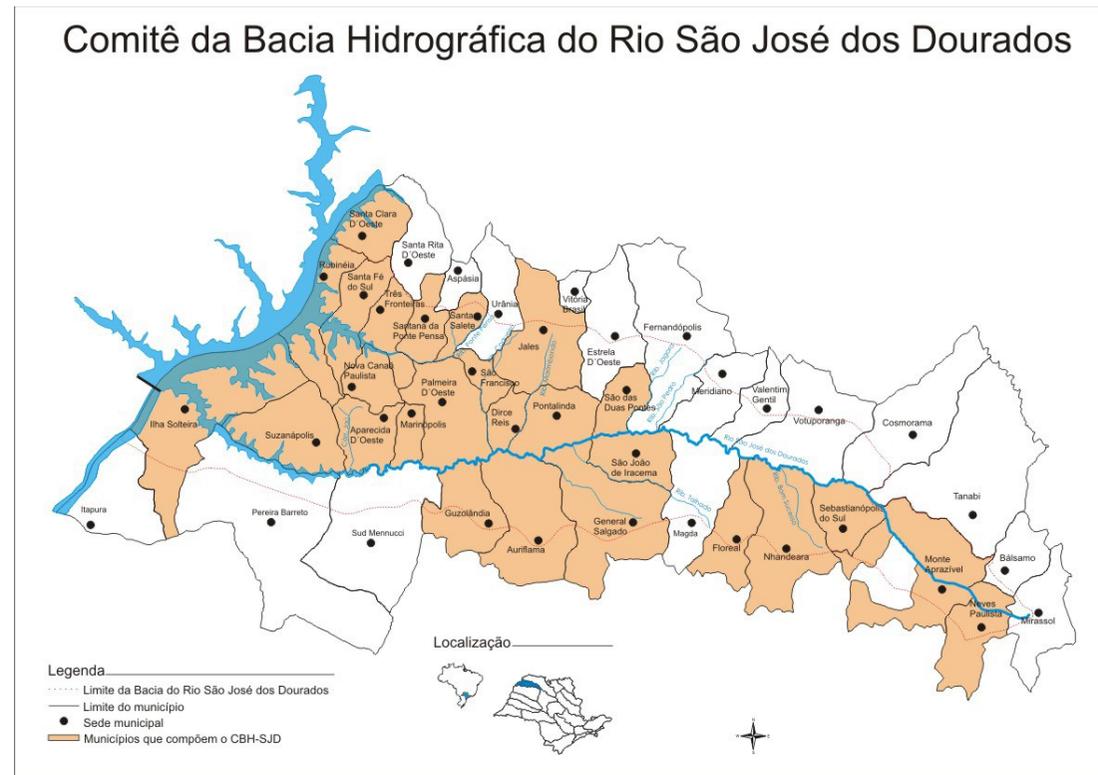
De acordo com o IBGE (2007), o município de Santa Fé do Sul localizado no Noroeste do Estado de São Paulo possui uma área de 208,3 Km², população de 27.693 habitantes, clima tropical com inverno seco e está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados com uma área de 2.247,1 km² (Figura 1).

Na Bacia do Ribeirão da Ponte Pensa, encontra-se a piscicultura A3 definida como local para este estudo. Essa piscicultura localiza-se sob as coordenadas geográficas: Datum Horizontal: SAD-69; Fuso UTM: 23; Coordenada UTM-E: -25382,001231445; Coordenada UTM N: 7749068,55577131, à montante da Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira – SP.

A piscicultura A3 com sistema de cultivo em tanques-rede possui um total de 150 tanques instalados. Cada tanque-rede possui 18 m³ de volume útil, sendo que a área de cultivo da piscicultura é de 10 ha de espelho

de água. A capacidade de produção estimada é de 100 toneladas de peso vivo de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) ao mês com um consumo médio mensal de ração extrusada de 150 toneladas.

Figura 1: Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados



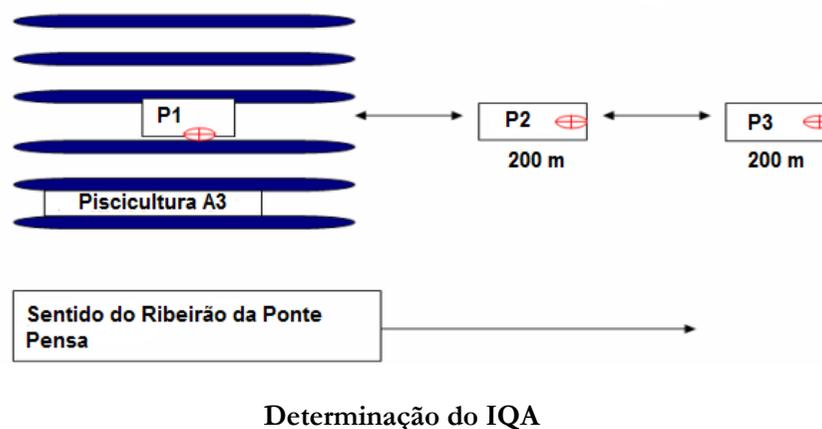
Fonte: COMITÊ DA BACIA DO RIO SÃO JOSÉ DOS DOURADOS, 2009.

Pontos de amostragem

Foram definidos três pontos de amostragem na área da piscicultura, localizados no Ribeirão da Ponte Pensa, denominados: P1 (ponto central de cultivo entre os tanques-rede), P2 (200 m da área de cultivo dos peixes) e P3 (400 m da área de cultivos dos peixes) (Figura 2).

Durante o período de março de 2008 a fevereiro de 2009, mensalmente foram realizadas coletas de água nos três pontos da área de estudo a uma profundidade de 1,5 m. Ressalta-se que no local onde a piscicultura encontra-se instalada (Ribeirão da Ponte Pensa) não ocorre um fluxo de deslocamento de água por se tratar de um braço de rio sem influência de nenhum afluente (ambiente lântico), motivo pelo qual as coletas foram realizadas somente lateralmente aos tanques.

Figura 2: Localização dos pontos de coleta em relação à piscicultura A3 no Ribeirão Ponte Pensa, município de Santa Fé do Sul – SP.



A CETESB desde 1975 utiliza o Índice de Qualidade da Água (IQA), com vistas a servir de informação básica de qualidade de água para o público em geral, bem como para o gerenciamento ambiental das 22 Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. Segundo Libânio (2005), o IQA foi criado pela National Sanitation Foundation com o objetivo de desenvolver um indicador que, por meio de resultados de análises das variáveis físicas, químicas e biológicas, pudesse ser um balizador da qualidade das águas de um corpo hídrico.

O IQA utiliza 9 parâmetros que são considerados relevantes para a avaliação da qualidade das águas, tendo como determinante principal a utilização das mesmas para abastecimento público. O IQA foi calculado pelo produtório ponderado das variáveis de qualidade de água correspondentes aos 9 parâmetros avaliados nesse estudo, considerando-se seus respectivos pesos nos cálculos. Na Tabela 1 são apresentados os parâmetros utilizados no IQA e seus respectivos pesos nos cálculos.

Tabela 1: Parâmetros utilizados no IQA e seus respectivos pesos nos cálculos

Parâmetros	Unidade de medida	Peso (wi)
Oxigênio Dissolvido (OD)	mg.L ⁻¹	0,17
Coliformes termotolerantes	Número mais Provável em 100 mL de água (NMP)	0,15
pH	-	0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	mg.L ⁻¹	0,10
Nitrogênio Total	mg.L ⁻¹	0,10
Fósforo Total	mg.L ⁻¹	0,10
Temperatura	°C	0,10
Turbidez	Unidade Nefelométrica de Turbidez (UNT)	0,08
Sólidos Totais	mg.L ⁻¹	0,08

Fonte: CETESB, 2008

Para a determinação do IQA de um corpo hídricos utilizou-se a Equação 1:

$$IQA = \sum_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad (\text{Equação 1})$$

Em que:

IQA: Índice de Qualidade da Água, um número entre 0 e 100;

qi: qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva curva média de variação de qualidade, em função de sua concentração ou medida;

wi: peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função de sua importância para a conformação global de qualidade (Equação 2), sendo que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (\text{Equação 2})$$

Em que:

n: número de parâmetros que entram no cálculo do IQA. No caso de não dispor do valor de algum dos 9 parâmetros, o cálculo do IQA é inviabilizado.

A partir do cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas brutas que é indicada pelo IQA numa escala de 0 a 100, sendo classificada para o abastecimento público conforme a Tabela 2.

Tabela 2: Categorias que determinam a qualidade das águas segundo o IQA.

Categorias	Valores do IQA
Ótima	$79 < \text{IQA} \leq 100$
Boa	$51 < \text{IQA} \leq 79$
Aceitável	$36 < \text{IQA} \leq 51$
Ruim	$19 < \text{IQA} \leq 36$
Péssima	$\text{IQA} \leq 19$

Fonte: CETESB, 2008

Análises de campo e laboratoriais dos parâmetros utilizados no IQA

Nos três pontos de amostragem da piscicultura foram mensurados a temperatura, o pH, a concentração de oxigênio dissolvido e a turbidez da água com auxílio de um termômetro, pHmetro, oxímetro e turbidímetro pertencentes ao Laboratório de Saneamento da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS-UNESP).

As análises para determinação da concentração de nitrogênio total, fósforo total, DBO, sólidos totais e coliformes termotolerantes dos pontos de amostragem foram realizadas no Laboratório de Saneamento da FEIS-UNESP com base nos Métodos para Análises de Águas Potáveis e Residuárias - Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (APHA-AWWA-WPCF 1998).

As análises de nitrogênio total e fósforo total foram realizadas por digestão por persulfato e pelo método espectrofotométrico com a utilização de um aparelho COD Reactor/Hach.

A DBO foi mensurada através do método das diluições a 20°C por um período de cinco dias através de titulador. A concentração de sólidos totais foi determinada pelo método gravimétrico utilizando cápsula de porcelana, disco de microfibras de vidro, balança eletrônica de precisão, estufa a temperatura de 120°C e dissecador. As análises de coliformes termotolerantes basearam-se no método de contagem de *Escherichia coli* a partir de placas de petrifilm em estufa de cultura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

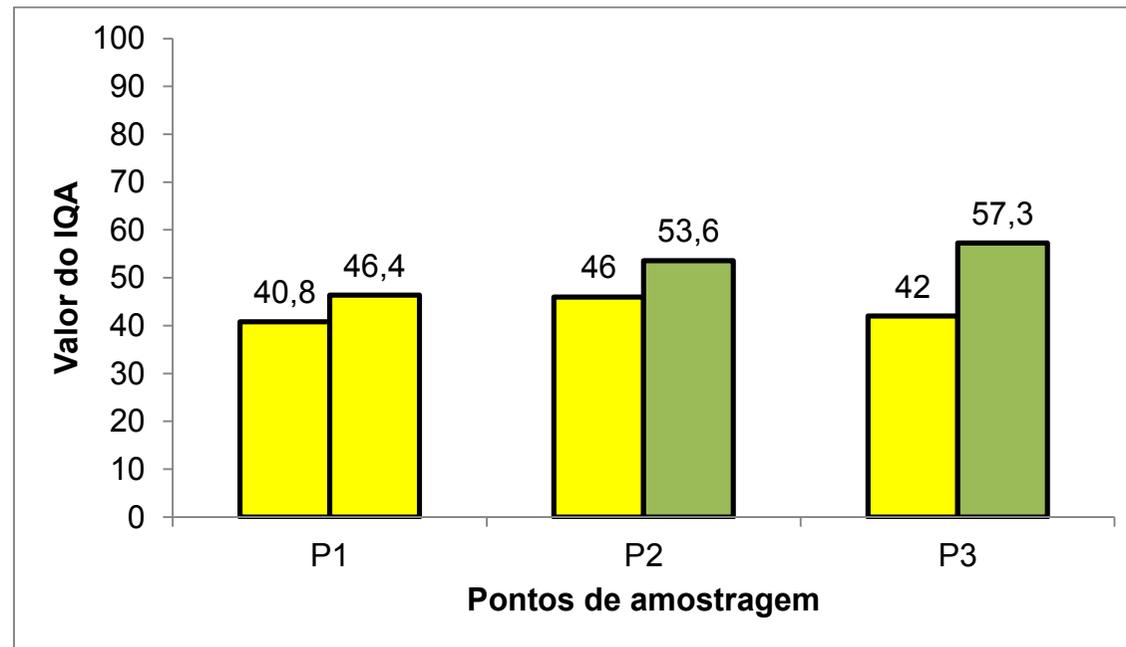
Os valores de IQA para os três pontos de amostragem foram calculados considerando-se os índices mínimos e máximos dos nove parâmetros obtidos durante o período de março/2008 a fevereiro/2009 (Figura 3).

O menor valor do IQA foi registrado no P1 enquanto que o maior foi encontrado no P3. Estes valores estão relacionados com a localização desses pontos, pois no P1 encontram-se os tanques-redes onde ocorrem resíduos de ração utilizada na alimentação dos peixes bem como maior concentração de excretas dos mesmos, o que favorece o acúmulo de nutrientes (nitrogênio e fósforo) na água, diferentemente do P3 que localiza-se a uma distância de 400 m da área de cultivo.

Considerando-se os valores mínimos e máximos calculados do IQA para o P1, a qualidade da água desse ponto de amostragem classifica-se como aceitável ($36 < IQA \leq 51$). De acordo com o valor mínimo do IQA obtido no P2 a qualidade de sua água, assim como do P1, é aceitável, enquanto que para o maior valor de IQA do P2 a água desse ponto é classificada como boa ($51 < IQA \leq 79$).

A qualidade da água do P3 foi classificada como boa para o maior valor de IQA e aceitável para o menor. Em relação à média dos valores mínimo (44,8) e máximo (50,6) do IQA do P3, a água deste ponto amostral classifica-se como aceitável.

Figura 3: Valores máximos e mínimos do IQA no P1 (ponto central de cultivo entre os tanques-rede), no P2 (200 m da área de cultivo) e P3 (400 m da área de cultivo) da piscicultura A3 localizada no Ribeirão da Ponte Pensa - SP, no período de março/2008 a fevereiro/2009.



*As barras amarelas indicam qualidade aceitável da água e as verdes indicam boa qualidade.

Ressalta-se que não foi registrada a presença de coliformes termotolerantes nos três pontos de amostragem da área de estudo, sendo este um dos parâmetros que tem maior peso atribuído (0,15) no cálculo do IQA. A ausência desses microrganismos demonstra que as práticas de piscicultura são executadas de forma adequada sem contaminação dos peixes que serão posteriormente consumidos.

CONCLUSÃO

Durante o período de monitoramento, a qualidade da água da área de estudo foi classificada entre aceitável e boa, o que indica que a atividade de piscicultura com sistema de cultivo em tanques-rede não provocou alterações significativas nas variáveis de qualidade de água.

Os resultados sugerem que a produção em tanques-rede é viável, desde que sejam tomadas certas precauções para evitar a degradação do ambiente aquático. Entre essas medidas está o monitoramento constante da qualidade de água e o respeito a um limite estabelecido de produção de acordo com a capacidade de suporte de cada ambiente.

REFERÊNCIAS

APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. – AWWA. AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION – WATER ENVIRONMENTAL FEDERATION – WPCF – **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20th. Washington: APHA, 1998.

- BORGHETTI, J. R.; OSTRENSKY, A. **Pesca e aquicultura de água doce no Brasil**. In: REBOUÇAS, A.C.; BORGHETTI, N.R.B.; OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J.R. Aquicultura: uma visão geral sobre a produção de organismos aquáticos no Brasil e no mundo. Curitiba: Grupo Integrado de aquicultura e estudos ambientais (GIA), 2003. 128p.
- BOYD, C. E.; SCHIMITTOU, H. R. Achievement of sustainable aquaculture through environmental management. **Aquaculture Economics & Management**, Philadelphia, v.3, n.1. p.59-69, 1999.
- BOYD, C. E.; QUEIROZ, J. Feasibility of retention structure, settling basins and Best management practices in effluent regulation for Alabama channel catfish farming. **Reviews in Fisheries Science, Boca Raton**, v.9, n.2, p.43-67, 2001.
- COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO JOSÉ DOS DOURADOS. Disponível em: <<http://www.comitesjd.sp.gov.br/apresentacao.htm>> Acesso: 16 jun. 2009
- COMPANHIA ESTADUAL DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO BÁSICO E DE DEFESA DO MEIO AMBIENTE – CETESB. São Paulo: [s.n.], 2008. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice.asp>> Acesso: 15 jun. 2008.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- IBGE. Cidades@: Santa Fé do SUL SP. [S.l.: sn.], 2007. Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>>. Acesso: 19 out. 2007.
- KUBITZA, F. Qualidade da água na produção de peixes. **Revista Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 8, n.46, p. 35-41, 1998.
- LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento das águas**. Campinas: Átomo, 2005. 98p.
- LUCAS, M. A. R. Espécies comercializáveis e dificuldades quanto à legislação da atividade de aquicultura. In: WORKSHOP SOBRE QUALIDADE DE ÁGUA NA AQUICULTURA, Pirassununga, **Anais...** Pirassununga: CEPTA, 2000.
- SANTOS, G.B.; FORMAGIO, P.S. Estrutura da ictiofauna das represas do rio Grande, com ênfase no estabelecimento de peixes piscívoros exóticos. **Informe Agropecuário**, v.21, n.203, p.98-106, 2000.
- ZANIBONI FILHO, E. 1997 O desenvolvimento da piscicultura brasileira sem a deterioração da qualidade de água. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v.57, n.1, p. 3-9.



7º CAPÍTULO

DETERMINAÇÃO DE CARGAS POLUIDORAS EM CURSOS D'AGUA DE MÉDIO PORTE

DETERMINAÇÃO DE CARGAS POLUIDORAS EM CURSOS D'ÁGUA DE MÉDIO PORTE

Rosane Freire

Docente, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Campus Presidente Prudente (UNESP). Email: rofreire@gmail.com

Cássia Maria Bonifácio

Mestre em Geografia, Universidade Estadual de Maringá. Email: kaornyuri@hotmail.com

Roselene Maria Schneider

Docente, Universidade Federal do Mato Grosso - Campus Universitário de Sinop. Email: roselenems@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

O Estado do Paraná, caminhando na perspectiva da efetivação do instrumento de gerenciamento de recursos hídricos, por meio da Política Estadual de Recursos Hídricos (Lei Estadual nº. 12726/1999) e com criação dos Comitês Gestores de Bacias, vem incentivando o desenvolvimento de pesquisas que visem à recuperação de mananciais das unidades hidrográficas.

Algumas unidades já possuem seus estudos concluídos, os quais já permitiram a elaboração dos respectivos Planos de Bacia, como é o caso do Alto do Iguaçu e rio Ribeira, do rio Tibagi e do rio Jordão

(PARANÁ, 2007). O Plano da Bacia Hidrográfica do Rio Pirapó, localizado na porção norte do Estado do Paraná, foi recentemente iniciado. A problemática que envolve esta área é que se trata de um corpo d'água utilizado para abastecimento público, diluição e transporte de efluentes dos polos industriais da região Norte e Noroeste do Estado, além de ser um local com extensa atividade agrícola, com culturas de soja, milho e trigo.

A complexidade dos fatores ambientais que causam impactos por toda a bacia faz com que trabalhos locais sejam necessários para melhor avaliação da situação da área. Neste sentido, destacam-se os estudos voltados para os afluentes do rio Pirapó, entre eles, o ribeirão Maringá, que se encontra no município de Maringá - PR.

Algumas pesquisas já foram realizadas no ribeirão, no âmbito da concentração de sedimentos em suspensão (BIAZIN, 2003), da identificação de fontes poluidoras (PERUÇO, 2004), da indicação de fragilidade ambiental (SALA, 2010), da dinâmica fluvial e qualidade de água (COELHO, 2007), da caracterização da qualidade das águas, índice de qualidade de água, avaliação do transporte fluvial e erosão marginal (SCHNEIDER, 2011), entre outros.

No entanto, até o momento, nenhum trabalho abordou o monitoramento sistemático das características de qualidade do ribeirão, frente à carga de poluição importada para o curso d'água de forma mais completa. Segundo Soares (2001), a manutenção da qualidade ambiental está diretamente relacionada ao conhecimento e controle das variáveis que interferem no problema, sejam elas resultantes das ações do homem sobre o ambiente ou de suas transformações naturais. Essa manutenção pode ser feita por meio do monitoramento de parâmetros físico-químicos e biológicos, conhecimento do comportamento hidráulico do corpo hídrico, de sua capacidade de assimilação de poluentes, quantificação de cargas poluidoras, entre outros.

Assim, o presente trabalho desenvolveu-se no sentido de verificar a qualidade das águas do ribeirão Maringá por meio da modelagem da vazão e quantificação de cargas poluidoras de modo a construir um banco de

informações, organizadas espacialmente, que descreva de forma mais detalhada possível as características comportamentais das águas do Ribeirão Maringá. Espera-se assim, subsidiar tecnicamente as ações a serem adotadas pelo Comitê de Bacia atuante e a manter a disponibilidade de água, qualitativa e quantitativamente, para os usos múltiplos pretendidos para a Bacia Hidrográfica do rio Pirapó.

METODOLOGIA

Descrição da Área de Estudo e Localização dos Pontos de Amostragem

A bacia do ribeirão Maringá (Figura 1) está localizada entre a latitude 23° 16' S e 23° 26' S e longitude 51° 55' W e 52° 00' W, na região norte do município de Maringá – PR, pertencendo à unidade de gerenciamento da bacia do rio Pirapó. De acordo com Sala (2010), o clima da região determinado pelo método de Köppen é classificado como subtropical úmido mesotérmico (Cfa). A precipitação média anual varia entre 1250 mm a 1500 mm, apresentando verões quentes e chuvosos, invernos com geadas pouco frequentes, sem estação seca definida.

Segundo Borsato e Martoni (2004), a bacia em estudo possui cotas altimétricas que variam de 600 m a 375 m, drena uma área de 90,37 km² e possui aproximadamente 19 km de comprimento de leito, o que a caracteriza como de porte médio. Quanto à declividade, os valores variam de até 6% para os topos, de 6% a 12% nas médias vertentes e entre 12% a 20% em áreas próximas aos canais de drenagem.

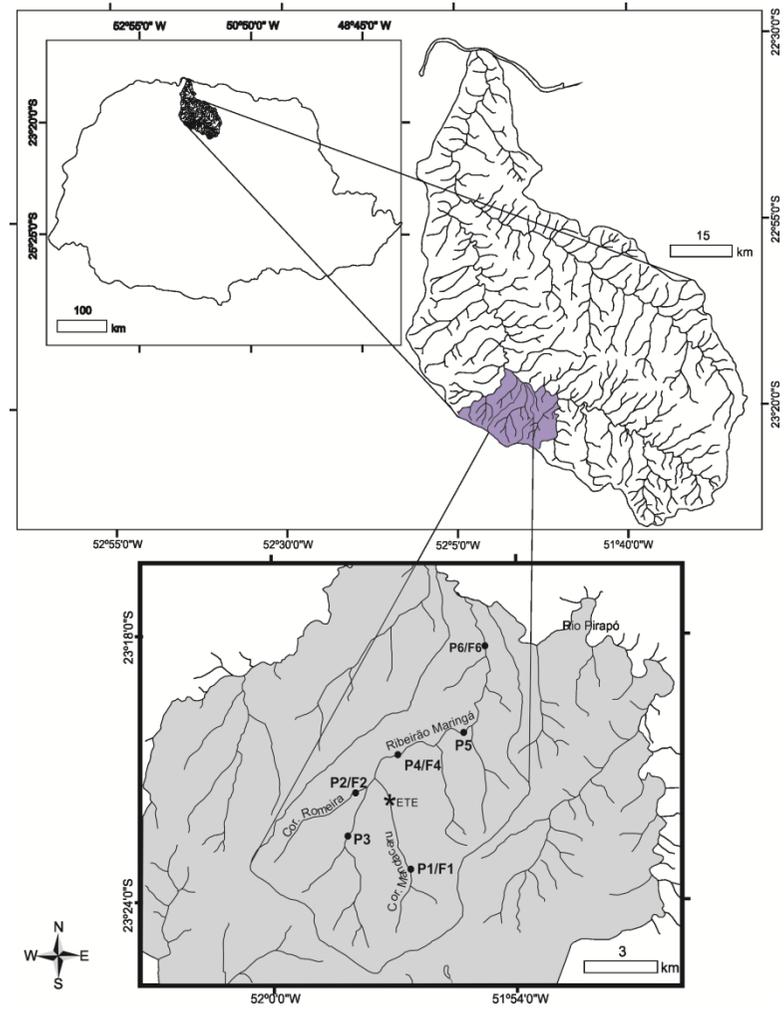
Na área de estudo, ainda de acordo com Sala (2010), predominam três tipos de solos: o latossolo vermelho férrico, os Nitossolos vermelhos distroféricos e os neossolos flúvicos. O substrato geológico é, por sua vez,

constituído por rochas vulcânicas básicas (basaltos) pertencentes à Formação Serra Geral, Grupo São Bento. O uso e ocupação do solo, descrito por Biazin (2003), caracteriza-se por apresentar 25,5% de sua área ocupada pelo perímetro urbano (à montante da bacia); 26% por pastagens; 36% com culturas temporárias (soja/milho); 2% por solo exposto e 10,5% por áreas de mata.

Para averiguar os fatores que influenciam a qualidade da água do ribeirão Maringá, de forma mais detalhada possível, foram propostos seis pontos de amostragem distribuídos por toda bacia, compreendendo desde sua nascente até a foz no Rio Pirapó (Figura 1). Estabeleceram-se um ponto no córrego Mandacaru (P1), um ponto no córrego Romeira (P2) e quatro pontos distribuídos ao longo do ribeirão Maringá (P3, P4, P5, P6). Esses pontos foram distribuídos tendo em vista a contribuição dos tributários sobre a qualidade da água, a proximidade das fontes poluidoras e a facilidade de acesso ao local.

Para o monitoramento fluviométrico foram estabelecidos quatro pontos, sendo um localizado no córrego Mandacaru (F1), um no córrego Romeira (F2) e os demais alocados no ribeirão Maringá (F4 e F6). Estes postos foram situados o mais próximo possível dos pontos de amostragem de água de forma a manter a devida correspondência de qualidade e vazão.

Figura 1. Localização da área de estudo e dos pontos de coleta.



Parâmetros Qualidade Analisados

A coleta das amostras para determinação dos parâmetros de qualidade da água e cargas poluidoras foram realizadas em 7 campanhas, compreendendo o período de setembro de 2008 a agosto de 2009. Os trabalhos em campo foram realizados no período da manhã, de forma pontual, com amostragem simples no ponto central da seção do curso d'água. As amostras foram armazenadas em frascos de polietileno (2L) e mantidas em resfriamento.

As análises foram realizadas no Laboratório de Gestão, Preservação e Controle Ambiental (LGPCA) do Departamento de Engenharia Química da Universidade Estadual de Maringá (UEM). Para garantir confiabilidade dos resultados obtidos, os testes foram executados em duplicata, possibilitando o cálculo do resultado médio.

Os parâmetros de qualidade analisados foram sólidos totais (ST), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), nitrato (NO_3^-), coliformes termotolerantes (CT) e fósforo total (FT), seguindo os procedimentos descritos em “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*” (APHA, 1998).

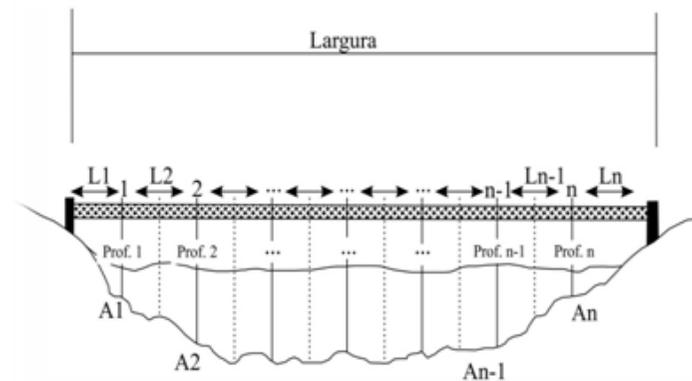
Trabalhos adicionais em campo foram realizados com finalidade investigativa. Os dados de precipitação pluviométrica dos meses estudados também foram coletados. Os dados foram fornecidos pela Estação Climatológica da Universidade Estadual de Maringá com o intuito de verificar a interferência das chuvas nos parâmetros qualitativos e hidráulicos nos dias das coletas.

Determinação da Vazão

As medidas de vazão foram determinadas por meio do medidor digital FlowTracker, da SONTEK[®]. O equipamento de medição utiliza o método acústico (efeito Doppler) para quantificação da vazão e é recomendado para cursos d'água de médio e grande porte.

O método utiliza a relação velocidade e área da seção transversal para a determinação da vazão; assim, foi necessário estabelecer uma seção transversal de referência. Inicialmente foi obtida a largura da seção do trecho em estudo, com auxílio de uma trena. Em seguida, essa seção foi dividida em uma série de verticais igualmente separadas, onde foram medidas suas respectivas profundidades, conforme ilustra a Figura 2.

Figura 2. Definição das seções transversais para medição da vazão.



A coleta de dados pelo equipamento foi instantânea, contudo houve a necessidade de inserir previamente as características de profundidade e de largura em cada vertical. O modo de coleta de dados foi a seção média e, como esse equipamento possui o tratamento estatístico automático, ou seja, foi previamente definido um desvio padrão máximo na média dos dados coletados de 0,01, as repetições foram realizadas apenas quando o equipamento solicitou uma nova tomada de dados.

Para estimar o incremento de vazão no ribeirão Maringá proporcionado por tributários e lançamentos de efluentes localizados em área de difícil acesso foi calculado o incremento linear, conforme descrito por Von Sperling (2007). Para o balanço de vazão, lançou-se mão do modelo matemático QUAL 2E.

No período de estudo, a vazão da Estação de Tratamento de Efluente (ETE) lançado no córrego Mandacaru foi fornecida pela Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR).

Quantificação das Cargas Poluidoras

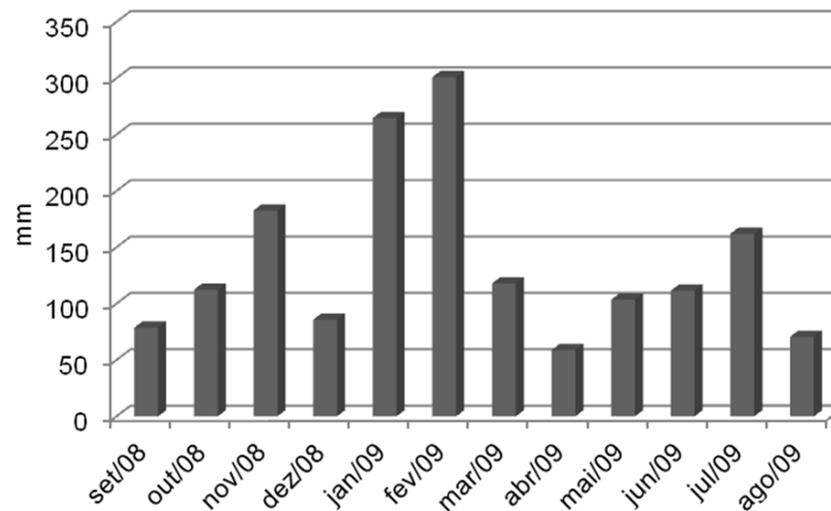
A quantificação da carga de poluentes foi determinada por meio do método descrito em Von Sperling (2007), que consiste no produto dos valores de concentração de poluentes, determinados para cada ponto do trecho estudado pela vazão do rio. A carga poluente foi determinada para os parâmetros de qualidade supracitados.

RESULTADOS

Precipitação Pluviométrica e Parâmetros de Qualidade

A partir dos resultados apresentados na Figura 3 foi possível observar os padrões de precipitação nos meses estudados.

Figura 3. Precipitação mensal ocorrida durante o período de estudo.



Analisando a Figura 3, notou-se que os maiores valores de precipitação foram encontrados nos meses de novembro de 2008, janeiro, fevereiro e julho de 2009 (182,7 mm; 267,7,3 mm e 301,1 mm e 162,1,

respectivamente). Os menores valores de precipitação média ocorreram em setembro (78,8 mm), dezembro (85,3 mm) de 2008, abril (58,9 mm) e agosto (70,6 mm) de 2009. Tais resultados apontam para uma grande atipicidade do regime pluviométrico durante o período de estudo tendo em vista a classificação climática do local.

Com vistas a avaliar a influência da precipitação nos resultados obtidos, na Tabela 1 são apresentadas as ocorrências de precipitação pluviométrica (mm), no momento e nos dias que antecederam as medições hidráulicas e a coleta de amostras para as análises físico-químicas e biológicas.

Tabela 1. Valores de Precipitação pluviométrica (mm) antecedentes aos trabalhos em campo

Campanha	Coleta	24h	48h	72h
Setembro/08	0	0	5,8	39,2
Outubro/08	0	0	15,9	2,6
Dezembro/08	0,4	11,1	0	0
Fevereiro/09	18,5	1	0	4,8
Abril/09	19,9	39	0	0
Mai/09	0	0	0	30,1
Agosto/09	0	1,5	0,1	1

A Tabela 2 apresenta um resumo dos valores obtidos para os parâmetros de qualidade de água analisados. A tabela mostra os valores de cada parâmetro na forma dos seus valores médios obtidos ao longo de todo o período de coleta.

Tabela 2. Valores dos parâmetros de qualidade

	ST (mg/L)	DBO (mg/L)	NO ₃ ⁻ mg/L	FT (mg/L)	CT (UFC/100mL)
P1	175,1	1,270	4,292	0,266	4443
P2	124,6	1,383	1,583	0,155	207
P3	188,8	1,385	4,000	0,191	307
P4	205,4	7,201	2,575	2,373	17789
P5	151,5	4,117	4,158	1,079	3043
P6	169,9	6,504	3,767	1,373	3571

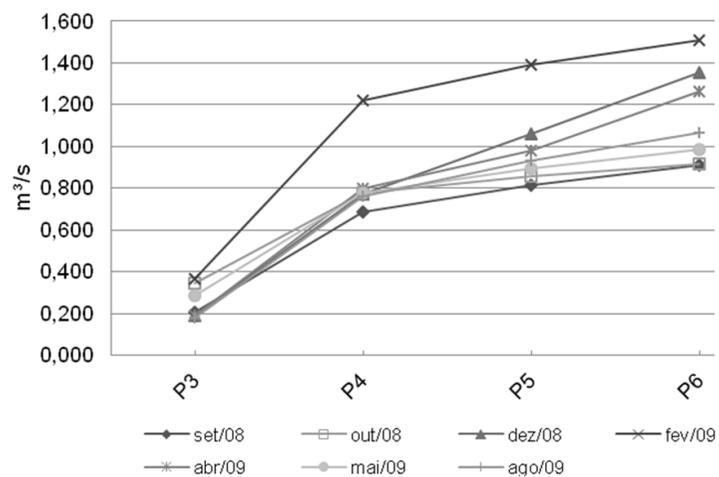
Vazão

A Tabela 3 apresenta os valores de vazões obtidos em campo e aqueles obtidos por meio do cálculo do incremento linear, utilizando o modelo QUAL2E. A Figura 4 mostra os perfis das vazões do ribeirão Maringá ao longo do período de monitoramento.

Tabela 3. Vazões (m³/s) para os pontos de monitoramento durante o período de estudo

Mês	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Setembro/08	0,219	0,102	0,205	0,687	0,813	0,909
Outubro/08	0,158	0,081	0,346	0,779	0,855	0,914
Dezembro/08	0,194	0,095	0,190	0,771	1,061	1,352
Fevereiro/09	0,334	0,129	0,366	1,222	1,391	1,510
Abril/09	0,187	0,111	0,189	0,798	0,978	1,264
Mai/09	0,125	0,102	0,285	0,776	0,896	0,987
Agosto/09	0,182	0,102	0,178	0,762	0,932	1,063

Figura 4. Perfil de vazão do ribeirão Maringá.



Por meio da modelagem matemática foi possível simular os valores de vazão para o ponto 3, localizado no ribeirão Maringá antes da contribuição dos tributários córregos Romeira e Mandacaru, e para o ponto 5, localizado após o córrego das Rosas, de modo muito satisfatório. Assim, foi possível construir todo o perfil de vazão do ribeirão Maringá. Os meses de fevereiro de 2009 e setembro de 2008 foram aqueles que apresentaram os valores máximos e mínimos de vazão, respectivamente, caracterizando os períodos de chuvas intensas e estiagem nessa bacia.

No trecho representado pelo ponto 1, localizado no córrego Mandacaru à montante dos despejos da estação de tratamento de esgotos (ETE) do município, as vazões medidas oscilaram entre os valores de 0,334 m³/s e 0,125 m³/s, nos meses fevereiro e maio de 2010, respectivamente, não coincidindo o valor mínimo com o registrado como mês de estiagem para o ribeirão Maringá. De modo semelhante, o trecho representado pelo ponto 2, localizado no córrego Romeira, a vazão mínima foi registrada em outubro de 2008 (0,081m³/s).

A interpretação da análise da vazão incremental dos tributários se fez importante, pois seus respectivos fluxos hídricos contribuíram para a manutenção do fluxo de água do ribeirão Maringá em períodos críticos de pouca precipitação, garantindo a manutenção das funções ecológicas do corpo d'água.

Cargas Poluidoras

As figuras a seguir apresentam os valores das cargas de sólidos totais, DBO, nitrato, coliforme termotolerantes e fósforo total, calculadas para as sete campanhas de monitoramento.

De maneira geral, foi possível observar por meio da Figura 5 uma alta carga de sólidos presentes nas águas do ribeirão Maringá, principalmente nos trechos dos pontos 4, 5 e 6. Como a carga sólida de P1 é relativamente

Em relação à carga de DBO presente nos trechos estudados, por meio da Figura 6 pode-se observar nitidamente que, o trecho representado pelo ponto 4 e pelo ponto 6 apresentou cargas muito superiores aos demais trechos em todo o período de monitoramento. Isso vem ratificar que as principais fontes de matéria orgânica para o trecho é o despejo da ETE e do pesqueiro. Esses efluentes são responsáveis por uma elevada carga poluente nos cursos d'água. Suas cargas orgânicas bem como as grandes quantidades de agentes microbiológicos - bactérias e vírus - descarregados com as águas residuárias constituem uma ameaça para a saúde da população (Figura 7).

Figura 6. Contribuição da carga de DBO.

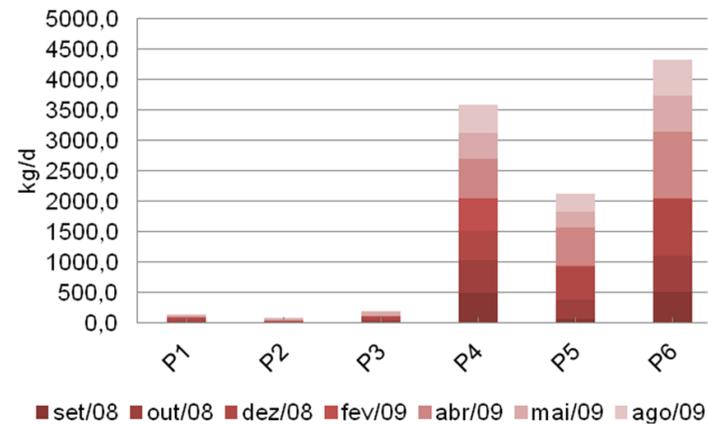
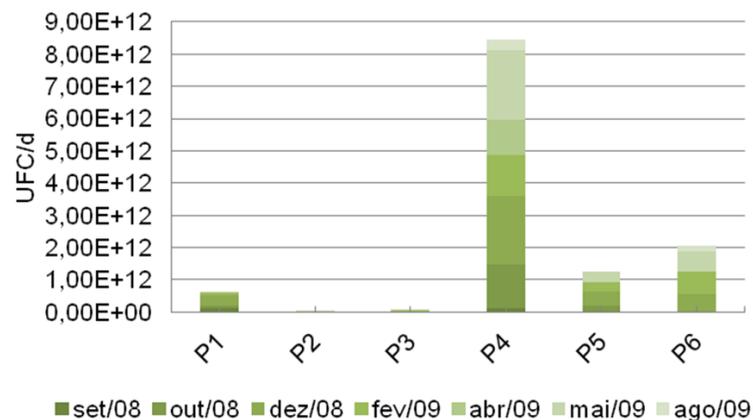
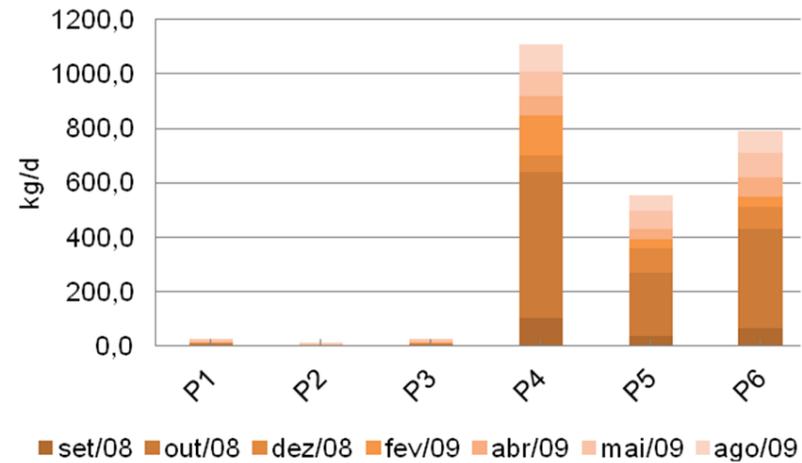


Figura 7. Contribuição da carga de coliformes termotolerantes



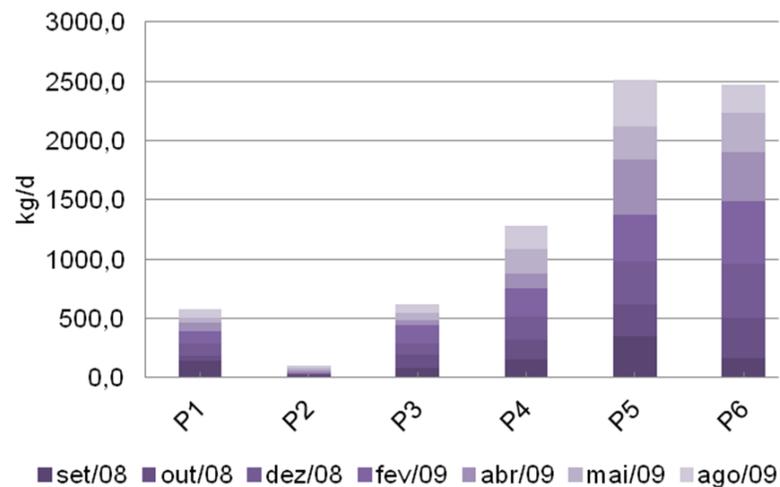
A variação da carga de fósforo total nos trechos estudados está apresentada na Figura 8. Apesar de terem sido determinadas concentrações de fósforo muito acima dos limites exigidos pela legislação vigente (Resolução CONAMA n°357/2005), considerando o enquadramento dos cursos d' água, esse foi o parâmetro que apresentou a menor carga poluidora em comparação com todos os outros parâmetros que tiveram suas cargas calculadas. Mesmo assim, as cargas de fósforo aportadas ao corpo receptor hídrico foram bem altas, chegando a um máximo de 536,9 kg/d no mês de outubro de 2008, no trecho representado pelo ponto 4.

Figura 8. Contribuição da carga de fósforo total.



Considerando que a presença de nitrato em corpos hídricos indica poluição remota, a Figura 9 mostra que há fontes de poluição por toda a bacia, sendo que os menores valores de carga foram identificados no trecho referente ao ponto 2, ponto sobre influência da área rural. Tal análise permite dizer que a área urbana e industrial existentes na cabeceira de drenagem da bacia são aquelas que mais influenciam as condições de qualidade das águas dos corpos hídricos da bacia.

Figura 9. Contribuição da carga de nitrato.



Por meio dos valores de cargas poluidoras obtidos pode-se observar que o ribeirão Maringá vem recebendo um enorme aporte diário, tanto de sólidos quanto de matéria orgânica e nutrientes, provenientes de diversas fontes, as quais podem ser atribuídas principalmente aos despejos domésticos e industriais. Essa contribuição se agrava em períodos chuvosos em que a área rural da bacia passa contribuir por meio do escoamento superficial. As chuvas contribuem para o aumento da vazão do mesmo, o que eleva consideravelmente a carga de poluentes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No que diz respeito à quantificação das cargas poluidoras, estas apresentaram valores altíssimos para os cinco parâmetros analisados. Esses valores evidenciam que a poluição originada pelo tratamento não efetivo dos esgotos do município, pelo lançamento clandestino de esgotos, pela atividade agropecuária, entre outras fontes de poluição provenientes das áreas urbanas, rurais e industriais situadas na bacia, estão contribuindo para a degradação e redução da qualidade da água.

Dessa forma, conclui-se que o ecossistema aquático da bacia do ribeirão Maringá está seriamente comprometido e a grande preocupação gerada com os resultados obtidos neste trabalho volta-se para o rio Pirapó, receptor das águas do ribeirão. Para evitar maiores e futuros prejuízos a esse corpo hídrico deve-se intensificar a fiscalização e o monitoramento da bacia hidrográfica, assim como elaborar um planejamento ambiental de uso e ocupação do solo ao redor da bacia para diminuir os impactos das atividades antrópicas que possam vir a prejudicar o manancial, com o intuito não só de manter a qualidade da água, mas a integridade desse ecossistema.

REFERÊNCIAS

APHA. American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Washington, D.C, 1998.

BIAZIN, C. P. **Concentração de sedimentos em suspensão no ribeirão Maringá, como um indicador geoambiental**. 2003. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Geografia) - Departamento de Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2003.

BORSATO, F. H.; MARTONI, A. M. Estudo da fisiografia das bacias hidrográficas urbanas no município de maringá – estado do paraná. **Acta Scientiarum Human and Social Sciences**, v.26, n.2, p.273–285, 2004.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº. 357**, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, 2005.

COELHO, A. R. **Dinâmica fluvial e qualidade de água da bacia de drenagem do ribeirão maringá: contribuição para o planejamento e gestão ambiental**. 2007. 139p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

PARANÁ. Superintendência de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. **Monitoramento da qualidade das águas**. Curitiba, 2007

PERUÇO, J. D. **Identificação das principais fontes poluidoras de afluentes da bacia do alto rio Pirapó**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Departamento de Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

SALA, M. G; GASPARETTO, N. V. L. Fragilidade ambiental dos solos em bacias hidrográficas de pequena ordem: o caso da bacia do ribeirão Maringá – PR. **Boletim de Geografia**, v.28, n.2, p.113-126, 2010.

SCHNEIDER, R. M.; FREIRE, R., COSSICH, E. S.; SOARES, P. F; FREITAS, F. H.; TAVARES, C. R. G. Estudo da influencia do uso e ocupação do solo na qualidade da água de dois córregos da bacia hidrográfica do rio Pirapó. **Acta Scientiarum. Technology**, v.33, p.295-303, 2011.

SOARES, P. F. **Projeto e avaliação de desempenho de redes de monitoramento de qualidade da água utilizando o conceito de entropia**. 2001. 242p. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade de São Paulo.

VON SPERLING, M. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rio**, 1. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 2007. 588 p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, v. 7)

