

VII/CE-C3-04

ESTUDO PRELIMINAR DE UMA METODOLOGIA DE ANÁLISE DA INTERFERÊNCIA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E A QUALIDADE DA ÁGUA EM MICROBACIAS, ENFATIZANDO AS DIFICULDADES ENCONTRADAS

Simone Frederigi Benassi¹; Dirceu de Menezes Machado Júnior & Auder Machado Vieira Lisboa.

ITAIPU BINACIONAL

Brasil

RESUMEN

Muitos projetos ambientais estão sendo realizados pela Itaipu Binacional. Dentre eles, destaca-se a identificação dos principais aspectos ambientais causadores da degradação e a elaboração dos projetos executivos de melhoria em propriedades agrícolas. Este estudo teve como objetivo demonstrar as dificuldades encontradas no desenvolvimento de uma metodologia de análise da interferência do uso e ocupação do solo e a qualidade da água em uma microbacia representativa. Todas as informações estão sendo incorporadas em um Sistema de Informação Geográfica (SIG). Embora a base de dados geográfica esteja em fase de finalização, foi possível realizar a interpretação dos dados levantados pelo monitoramento e apresentar as dificuldades metodológicas encontradas. No período estudado, observou-se que a frequência e o sistema de coleta de água na rede de amostragem, não se mostraram eficientes para a identificação da poluição difusa. Um estudo que busque estruturar a frequência de coleta, registrando os eventos de maior vazão, por meio da adoção de equipamentos de coleta do escoamento superficial separadamente do escoamento base, pode levar a uma maior correlação entre os dados.

PALABRAS CLAVE

Indicadores ambientais, sistema informações geográficas, microbacias, variáveis limnológicas e regime hidrológico.

¹E-mail: simonefb@Itaipu.gov.br
Tel: (045)3520-6954

1 - INTRODUÇÃO

Toda e qualquer ação preventiva da degradação de recursos hídricos, tais como a deterioração da qualidade da água e o assoreamento, deve contemplar medidas integradas de controle de poluição pontual e difusa. No primeiro caso tais medidas podem ser orientadas por estudos de capacidade suporte dos sistemas receptores. A poluição difusa, por sua vez, deve ser controlada por medidas de manejo integrado de (micro) bacias hidrográficas, neste caso, principalmente a conservação de solos.

A falta de manejo adequado de resíduos orgânicos em suas fontes geradoras e a ausência ou ineficiência de práticas de contenção do escoamento superficial, possibilitam o carreamento desses materiais para os cursos d'água. Esta situação proporciona o aumento do aporte de nutrientes no ecossistema aquático, provocando tendência a eutrofização artificial. Este cenário é um problema potencial para os usos múltiplos das águas, pois altera as suas características físicas, químicas e biológicas, favorecendo a proliferação de macrófitas e algas potencialmente tóxicas, acarretando prejuízos econômicos na produção de energia por hidrelétricas [1].

O uso de indicadores de sustentabilidade ambiental, é um importante subsídio na tomada de decisão na gestão dos recursos hídricos. O estudo do comportamento das variáveis limnológicas, pode orientar e direcionar ações preventivas e mitigadoras dos impactos ambientais [2 e 3]. Por outro lado, o uso do terraceamento e a aplicação de dejetos orgânicos em áreas agrícolas são práticas adequadas e bem difundidas na agricultura. No entanto, nem sempre são implementadas corretamente.

A implementação de ações para correção dos impactos ambientais acima citados e a proteção dos recursos naturais se faz premente. Obviamente, o direcionamento e a avaliação da efetividade destas ações, dependem da utilização do monitoramento de indicadores seguros (capazes de acusar qualquer sinal de mudança ambiental), e de fácil interpretação pelos tomadores de decisão.

A motivação básica para desenvolver uma metodologia eficiente de monitoramento de indicadores vem da tendência insustentável de como estes recursos naturais vêm sendo manejados. A partir dessa premissa, e após a 16ª International Congress of Soil Science, realizada em Montpellier, França, (organizado pelo Banco Mundial), uma série de artigos foram publicados a fim de apresentar o estado da arte dos indicadores de sustentabilidade.

Segundo Hurni [4] em um desses artigos publicados na revista *Agriculture Ecosystems & Environment*, intitulado "Avaliação do manejo sustentável dos recursos naturais", nos últimos anos vêm ocorrendo um esforço entre várias instituições, incluindo o Banco Mundial, a respeito da necessidade da formação e utilização de uma rede de monitoramento que possa funcionar como indicador dos impactos ambientais. Esse monitoramento por indicadores, segundo o próprio Banco Mundial, deve integrar informações sociais, econômicas, culturais e ecológicas no contexto dos sistemas produtivos para um melhor conhecimento do sistema global.

A natureza dos indicadores globais é que eles provêm apenas uma visão geral, enquanto que os indicadores de escala mais pontuais (em microbacias) podem ser usados para definir áreas onde estudos mais detalhados são necessários. Eles são, portanto vistos como a parte mais externa de uma abordagem explicitamente localizada para a determinação e mitigação de riscos.

Admitindo não existir um único indicador que forneça informações dos diferentes aspectos ambientais (causas dos impactos) em uma ou mais escalas diferentes, é necessário identificar indicadores específicos para cada uma delas. O uso de indicadores regionais serviria de base para o planejamento, permitindo as Agências Nacionais e Internacionais uma avaliação da extensão geral de vários fatores de risco, como por exemplo à erosão. Além disso, os indicadores podem fornecer subsídios para alocação de recursos para estudos mais detalhados.

Este estudo pretende demonstrar os primeiros trabalhos realizados pela Itaipu Binacional para avaliar os componentes água e solo, bem como os processos ecológicos que determinam a sua sustentabilidade. Para tanto, estamos avaliando o estado atual do sistema (marco zero), onde os indicadores de condição apropriados para a escala da microbacia e indicadores de tendência serão reconhecidos [5].

O conjunto de dados dos diferentes componentes, antes e depois da realização das intervenções nas propriedades agrícolas, estão sendo incorporados a uma base de dados. Nesta base, se integram e interrelacionam dados alfanuméricos e gráficos (ou geográficos) de forma a possibilitar uma análise mais abrangente do problema em questão, na busca de indicadores mais eficientes de sustentabilidade ambiental.

A integração e visualização desses dados ocorrem na forma de uma aplicação *webgis* desenvolvida em *software* livre e disponível site http://sgabh.itaipu.gov.br/portal_sda/. Esse *webgis* tem por finalidade fazer a inserção e visualização dos dados componentes do diagnóstico e projeto das propriedades rurais estudadas de forma simples e ágil. O sistema pode ser disponibilizado para um grande número de usuários: gerentes responsáveis pelas tomadas de decisão; produtores interessados em visualizar os dados de sua propriedade; órgãos ambientais responsáveis, entre outros .

2 - OBJETIVO

Demonstrar as dificuldades encontradas no desenvolvimento de uma metodologia de análise da interferência do uso e ocupação do solo e a qualidade da água em microbacias.

3 - DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO

A Gestão Ambiental baseia-se no ciclo do PDCA (*Plan, Do, Check e Action*), isto é, planejam-se as ações a serem adotadas dentro de um programa, identificando os riscos ambientais, definem-se os objetivos do programa estabelecendo metas; implementam-se as intervenções necessárias para prevenir e controlar os aspectos causadores da degradação e medem-se os resultados através de um monitoramento e avaliação, reorientando as ações, aperfeiçoando e redefinindo os objetivos.

Nesta lógica, o planejamento ambiental em Itaipu é executado por meio do projeto de “Informação e Avaliação Territorial”. O objetivo principal do projeto é realizar o Cadastro Socioeconômico e Ambiental das microbacias, a fim de levantar os dados que permitam orientar o planejamento para ações de melhoria na qualidade ambiental e de vida da população.

As intervenções estão sendo realizadas pelo projeto “Práticas Conservacionistas de Uso do Solo e Água na Bacia do Paraná III”, o qual executa ações de intervenção e de apoio visando melhorar a qualidade do ativo ambiental principal (águas das bacias), bem como dos ativos secundários (solos e vegetação).

O Projeto prevê na execução, a adoção de tecnologias adequadas para o controle dos aspectos ambientais da atividade agropecuária, que determinam impactos ambientais no Reservatório, e o incentivo à implementação de um conjunto de tecnologias e ações ambientais na bacia do Paraná III.

Em relação ao monitoramento e avaliação ambiental, objeto do presente estudo, a Itaipu Binacional possui uma rede de monitoramento da qualidade da água com trinta e quatro estações distribuídas ao longo do corpo central e seus afluentes. Além disso, tem estações sedimentométricas com medições diárias de sedimento e vazão.

Apesar desta rede possuir um histórico considerável de dados e ter sido instalada naquela oportunidade para outros objetivos e metas, não possui conectividade com as atividades produtivas realizadas na bacia hidrográfica. Desta forma, não se pode aferir com exatidão quanto à efetividade das ações e melhoria das condições ambientais.

Por esse motivo, foi selecionada uma microbacia representativa (Arroio Fundo), onde todas etapas do Sistema de Gestão estão sendo realizadas, além de ser uma microbacia que deságua no braço do rio São Francisco Verdadeiro (Bacia *HELP - Hydrology for the Environment, Life and Policy* – UNESCO), formando uma “baía”. Nesta microbacia estão sendo monitoradas a quantidade e a qualidade da água e variáveis meteorológicas. A partir de janeiro de 2006, serão incorporados dados da ictiofauna e das plantas aquáticas, no local onde ocorre a entrada da microbacia no Reservatório.

Todas as informações da microbacia do Arroio Fundo estão sendo incorporadas em um Sistema de Informação Geográfica (SIG). Optamos por este sistema pois ele é visto como uma das principais ferramentas na análise e gestão dos recursos hídricos. Os SIGs proporcionam a análise espacial e visual e ainda a apresentação de informações diversas, de uma maneira sintética, agilizando a avaliação e a rápida ação por parte dos responsáveis na tomada de decisões.

A visualização de mapas, integrada a possibilidade de atualização da base de dados alfanumérica visa possibilitar o acesso à informação para todas as pessoas interessadas, como por exemplo, o pessoal envolvido na coleta dos dados; associações de produtores locais; órgãos ambientais da esfera estadual e federal e até mesmo os proprietários das terras. Desta maneira, se garante a clareza e a transparência do trabalho atualmente desenvolvido pela Itaipu Binacional em parceria com instituições de ensino locais e órgãos ambientais, além de possibilitar ao pessoal envolvido na geração destas informações, uma maior agilidade no processo de coleta e formatação dos dados por meio de uma ferramenta simples e facilmente acessível.

4 - ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo corresponde a microbacia do Arroio Fundo (Figura 1) formada pelos córregos Arroio Fundo, Ajuricaba e Curvado, com uma área de drenagem de aproximadamente 19,7 mil hectares. Os córregos nascem nos municípios de Marechal Cândido Rondon (área urbana), passando por Quatro Pontes (com 44.705 e 3.638 habitantes respectivamente), indo desaguar no município de Pato Bragado, no braço do Reservatório de Itaipu. Nesta microbacia há cerca de 400 propriedades rurais, e dentre os vários usos múltiplos dessas microbacias destacam-se a captação de água para irrigação, área de lazer pública e corredor de dessedentação.

5 - METODOLOGIA

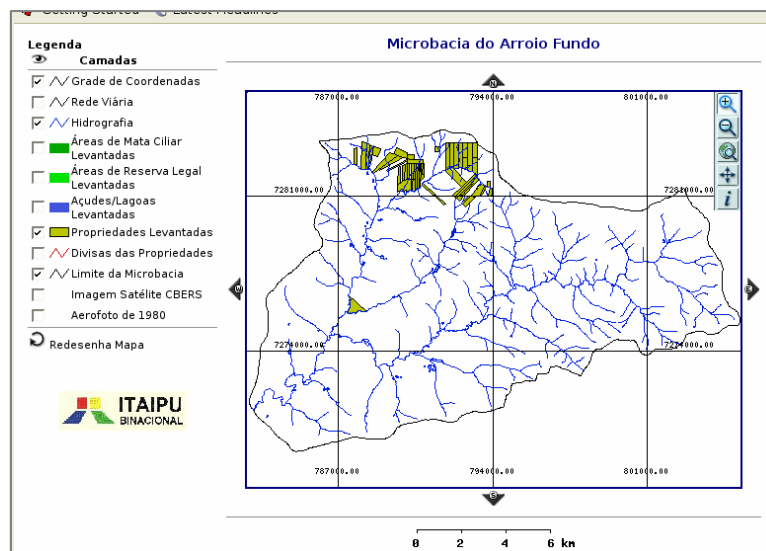


FIGURA 1: área de estudo, microbacia Arroio Fundo.

O levantamento de informações para a caracterização da área, conforme já mencionado, está sendo realizado pelo projeto “Informação e Avaliação Territorial”, o qual vem sendo realizado por meio de convênios entre Itaipu Binacional e entidades de ensino superior locais, através de um levantamento das características das propriedades localizadas na microbacias.

Paralelamente está sendo desenvolvido um projeto de implantação de um cadastro técnico multifinalitário, a partir da geração de outros dados tais como, informações hidrológicas, sedimentação, qualidade da água, entre outras.

Estes dados serão posteriormente integrados em um mesmo sistema, permitindo uma caracterização detalhada de todas as microbacias existentes na Bacia do Paraná III e que sofrem influência do lago de Itaipu.

A elaboração do Sistema de Informações Geográficas está sendo criada em tecnologia *webmapping*, que nada mais é que o desenvolvimento de aplicações para ambiente *web* que propiciem ao usuário a capacidade de visualizar e interagir com mapas e dados centralizados em uma única fonte de dados. Este *software* é livre e de código aberto (criado no sistema operacional GNU/LINUX).

Durante a análise dos primeiros resultados pelo programa de monitoramento da qualidade da água, verificou-se que as variáveis limnológicas apresentavam uma ampla variação espaço-temporal, observando que essa variabilidade era governada principalmente por fatores climáticos, que por sua vez influenciam os regimes hidrológicos.

Diante deste fato constatou-se que para a correta avaliação destes indicadores limnológicos em microbacias, é de fundamental importância o conhecimento da descarga líquida – vazão – dos rios da área estudada. Para a determinação da vazão de cursos d'água deste porte algumas alternativas podem ser utilizadas. A Itaipu optou por estabelecer estações fluviométricas e determinar as respectivas curvas de descarga (ou curva-chave), ou seja equações que fornecem o valor da vazão, apenas com a leitura do nível d'água do rio em uma régua graduada.

Para a determinação de curvas-chave são necessárias medições de vazão em diferentes níveis d'água, e posteriormente os valores de vazão e nível são plotados em um gráfico. Após análise da seção transversal do rio no local das medições, e das características do escoamento neste ponto, é ajustada matematicamente uma curva e então extrapolada para todo o intervalo de níveis possíveis para o rio em questão.

Para a leitura dos níveis dos rios, a Itaipu adquiriu sensores de nível (por pressão de coluna d'água) e desenvolveu, para a instalação destes sensores (e de turbidímetro), um modelo de pequeno abrigo estaiado como pode ser observado na figura 2.



FIGURA 2: abrigo para instalação de sensores.

Estes sensores de nível gravam automaticamente o valor do nível d'água a intervalos de tempo definidos pelo usuário, permitindo acompanhar a evolução da vazão ao longo do tempo e, conseqüentemente, conhecer quantitativamente a carga orgânica (oriunda notadamente do lançamento de esgoto clandestino) e a poluição difusa (escoamento superficial do solo) naquele ponto do rio.

O período de investigação teve início em fevereiro de 2004, configurando-se em campanhas mensais até os dias atuais. As variáveis limnológicas são realizadas conforme APHA (6), sendo avaliado o nitrogênio, amônia, nitrato, nitrito, fósforo, DBO, DQO, oxigênio, pH e temperatura da água.

6 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

A base geográfica que está sendo construída pode ser observada na figura 3 em anexo. Ela destaca as microbacias da Bacia do Paraná III que estão sendo trabalhadas por Itaipu Binacional. A base possibilitará que a análise dos dados seja realizada por microbacia, dando detalhes para o mosaico de propriedades, conforme figura 4 em anexo. A imagem permite uma visualização detalhada dos limites das microbacias, e das propriedades nelas existentes. Pode-se ainda realizar a interpolação de diferentes “shape files” por microbacia em conjunto com o tipo de solo, por exemplo. (Figura 5 em anexo).

O diagnóstico e projeto de cada propriedade pode ser visualizado na figura 6 em anexo. Nela, pode-se observar que encontramos quanto de mata ciliar e reserva legal é necessário restaurar para que a propriedade enquadre-se na legislação. Em algumas dessas propriedades, muitas vezes se observa a presença de edificações dentro das áreas de preservação permanente, indicando que oportunamente deve ser relocada.

O SIG permite então uma fácil visualização das modificações e melhorias ambientais que devem ser realizadas na microbacia para que ela atenda a legislação ambiental e, ao mesmo tempo, proporcione menor perda de solo por área e, conseqüentemente, diminua o assoreamento e mantenha a qualidade da água nos rios.

Embora a base de dados geográfica esteja em fase de finalização, foi possível realizar a interpretação dos dados levantados pelo monitoramento e apresentar as dificuldades metodológicas encontradas.

Uma análise realizada com os dados de precipitação acumulada, nos 3 dias antes da coleta demonstraram que em março/05 houve um acúmulo de 4,8 mm; em abril 28,0 mm e maio 0,4 mm, na estação pluviométrica localizada em Toledo.

Quando analisamos a precipitação total acumulada nos meses, observamos que mês de março houve um acúmulo de 4,8 mm, em abril 123,1 mm, enquanto que em maio foi de 188,8 mm. Observa-se que em maio, ocorreu maior acúmulo, porém nos 3 dias que antecederam a campanha, as chuvas foram menores nos meses anteriores. Este fato torna-se extremamente importante para estudo em microbacias, pois pequenas variações são altamente significativas para avaliar a qualidade da água.

Há uma grande dificuldade em conseguir-se medir os parâmetros físico-químicos da água dos rios para os níveis mais altos. Esta dificuldade decorre do fato de que as datas de coleta dos parâmetros em campo são feitas apenas uma vez por mês, e raramente coincidem com as pequenas cheias do rio.

A Figura 3 demonstra os picos de precipitação (mm) da região do rio Ajuricaba, no período de agosto de 2004 a março de 2006. Fazendo notar que os maiores valores de precipitação acontecem nos meses de outubro tanto 2004 quanto 2005 e abril de 2005.

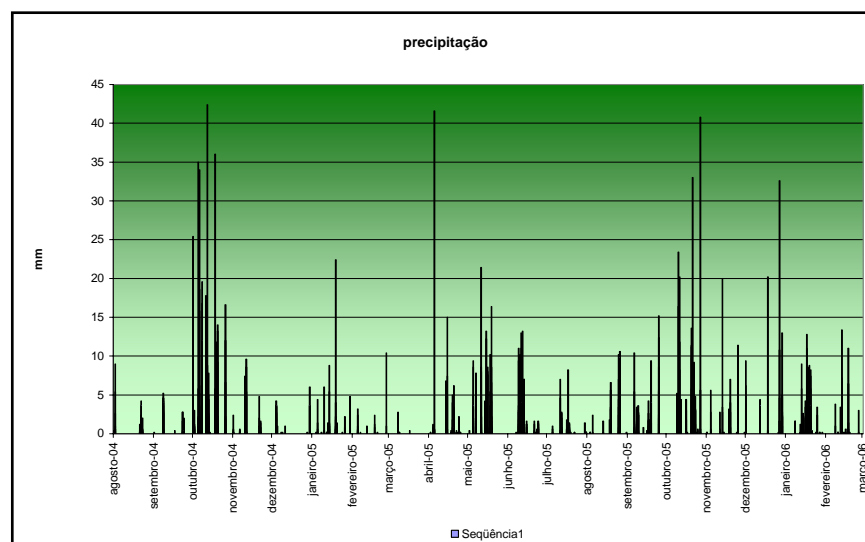


Figura 3: Variação temporal da precipitação (mm) da região do rio Ajuricaba, Marechal Candido Rondon – PR.

A figura 4 é trazida como exemplo para demonstrar o comportamento da concentração de Oxigênio dissolvido do rio Ajuricaba comparada sua com a vazão, mostrando que no mês de outubro do ano de 2005, logo após um pico de vazão a concentração de oxigênio dissolvido aumentou em comparação a coleta anterior, e na seguinte assim como a vazão esta também tornou a diminuir.

A solução que encontramos para melhor aferir as medidas de qualidade da água coincidentes com os maiores de picos de vazão, foi à instalação de uma estrutura fixa no rio, onde estão sendo utilizadas garrafas que estão localizadas em diferentes alturas para coleta de água.

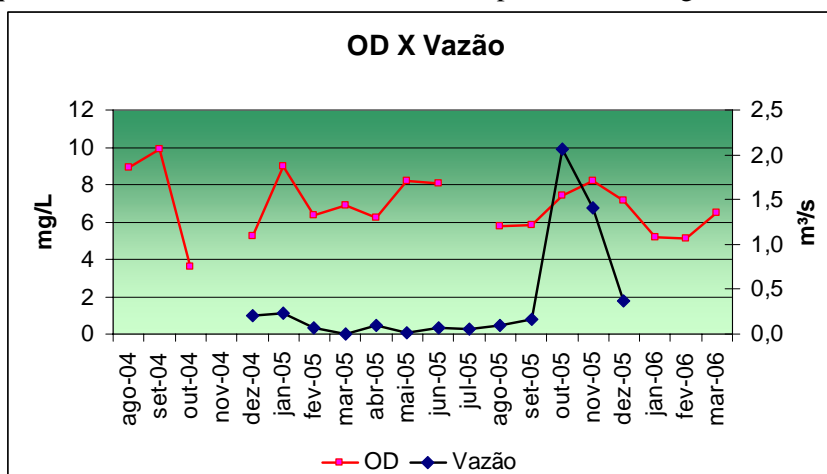


FIGURA 4: Variação temporal da concentração de Oxigênio dissolvido com a vazão do rio Ajuricaba de Marechal Candido Rondon - PR

Tanto na figura 5 quanto na 6, demonstram a relação íntima que a amônia e o nitrito tem com a vazão do afluente, pois aumentam na mesma proporção que a vazão. Também é valido ressaltar a importância da coleta horária da vazão para correlação com coleta das mostas que serão utilizadas para análise das variáveis citadas, devido ao fato de em rios de o nível de rios de pequeno porte variar drasticamente em poucas horas.

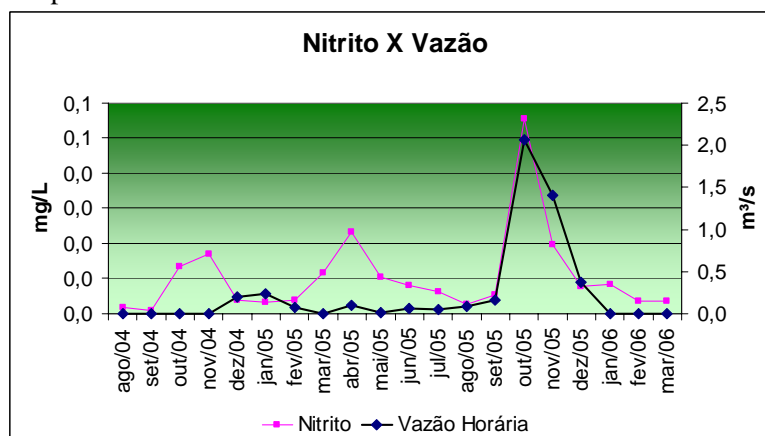


FIGURA 5: variação temporal da concentração de nitrito total , Vazão Horária e Vazão Média Diária do rio Ajuricaba.

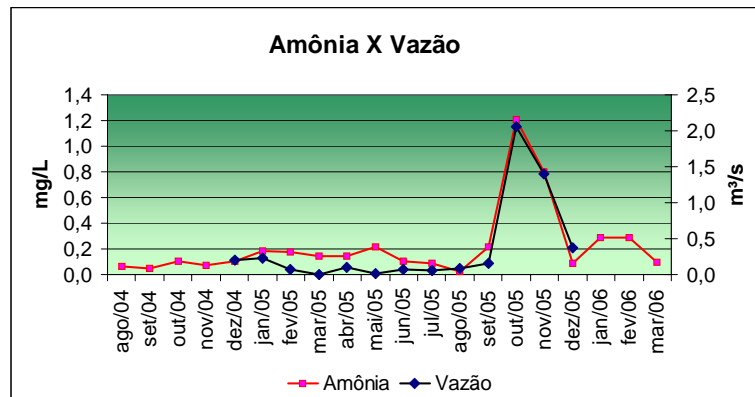


Figura 6: Variação Temporal da Concentração de Amônia e da Vazão da Hora da coleta no rio Ajuricaba na cidade de Marechal Cândido Rondon.

7 - CONCLUSÕES

Através da análise dos dados acima citados integrados a análise dos mapas de uso do solo gerados no aplicativo construído para o projeto, e dos dados diagnósticos coletados nas propriedades rurais de forma individualizada, será possível obter um panorama geral do que está acontecendo na microbacia em estudo. Dessa forma, planos de ação poderão ser traçados e bem definidos, com uma metodologia baseada em dados reais de forma a mitigar os efeitos causados pelos passivos ambientais existentes na microbacia.

A realização deste estudo não possibilitou a obtenção dos indicadores para o marco zero, foram inúmeras as dificuldades, desde ordem metodológica até mesmo a inexistência de uma base georreferência onde os dados pudessem ser copilados e analisados de forma integrada. No que se refere a questão metodológica, este estudo nos leva a crer que a falta de coleta de dados limnológicos coincidindo com os picos de cheia, revelam a necessidade de ter um plano de trabalho mais flexível, considerando sempre os processos hidrológicos que ocorrem em microbacias.

Em outras palavras, a frequência e o sistema de coleta de água na rede de amostragem, não se mostraram eficientes para a identificação da poluição difusa na bacia. Um estudo que busque estruturar a frequência de coleta de modo a se tornar representativo, registrando os eventos de maior vazão, por meio da adoção de equipamentos de coleta do escoamento superficial separadamente do escoamento base, pode levar a uma maior correlação entre os dados.

Em microbacias hidrográficas onde a poluição difusa é predominante, a análise da precipitação acumulada no mês pode sugerir interpretações errôneas quanto à variação dos parâmetros analisados.

Em Itaipu Binacional, as diferentes áreas do conhecimento estudaram a melhor maneira de realizar o trabalho com base no ciclo PDCA, mesmo sem a implantação definitiva de um SIG, de uma maneira que isso não interferisse no processo de aquisição de dados e implantação do diagnóstico das propriedades.

8 - RECOMENDAÇÕES

O planejamento e a identificação das áreas prioritárias para as ações ambientais, deve ser subsidiado por informações que retratem a qualidade ambiental da região de influência no reservatório. Outras ferramentas de análises estatísticas e uso de modelos predictivos são necessários, visando suplantando as limitações impostas pela metodologia de coleta dos dados.

A utilização de software livre para elaboração de um Sistema de Informações Geográficas deve incorporar estas ferramentas.

9 - BIBLIOGRAFIA

- (1) MARCONDES, D. A. et al. Integrated Management of Aquatic Plants in The Jupia Reservoir, Brazil. International Commission on Large Dams. Symposium on Reservoir Management in Tropical and Sub –Tropical Regions. Vol. II, September 2002.
- (2) LIMA, W.P. Indicadores hidrológicos do manejo sustentável de plantações de eucalipto. Conferência IUFRO sobre silvicultura e melhoramento de eucaliptos. Salvador, Brazil, august/1997.
- (3) DALE, V. H. & BEYELER, S. C. challenges in the development and use of ecological indicators. ecological indicators 1 (2001) 3-10.
- (4) HURNI, H. Assessing sustainable land management (SLM). Agriculture, Ecosystems and Environment, vol. 81 (2000) 83-92.
- (5) WALKER, J.; REUTER, D.J. Indicators of catchment health: a technical perspective. Melbourne, 1996. 174p.
- (6) APHA – American Public Health Association. CLESCERI, C. S.; GREENBERG, A. E. & TRUSSEL, R. R. eds. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 17^a ed, Washington, 1989.
- (7) ESTEVES, F.A.. 1998. Fundamentos de Limnologia. Rio de Janeiro, Interciência. 575p.

ANEXO

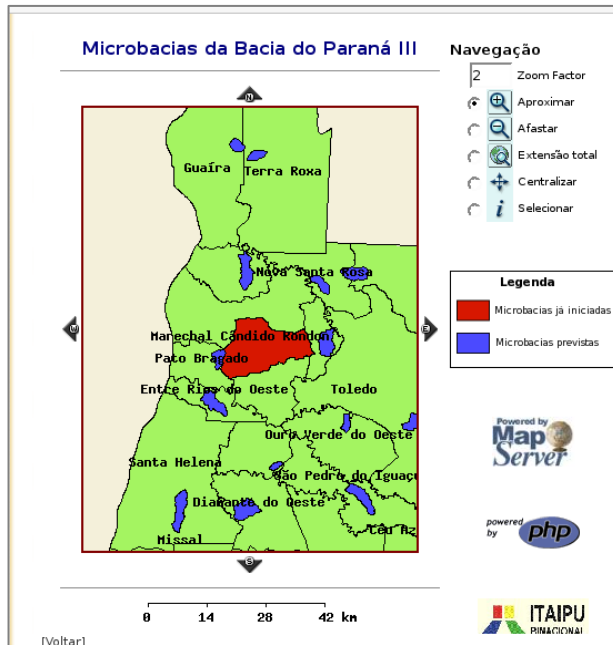


FIGURA 1: base geográfica demonstrando as microbacias que estão sendo trabalhadas na BP III.

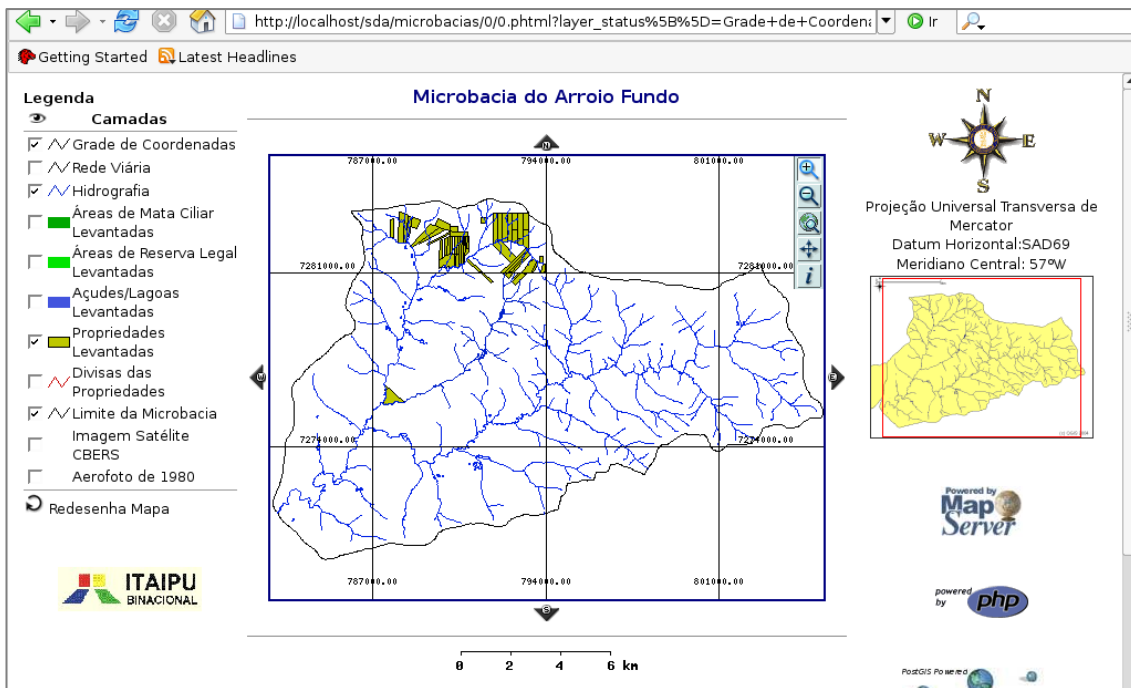


FIGURA 2: Detalhe da construção do mosaico de propriedades da microbacia Arroio Fundo.

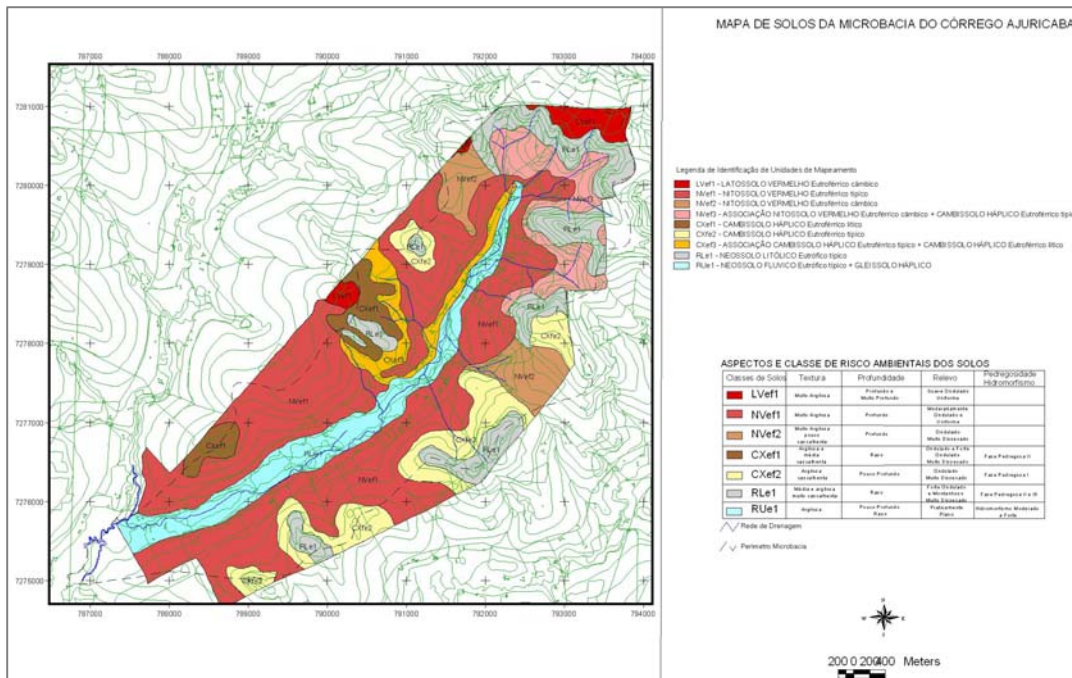


FIGURA 3: mapa de solos da microbacia do Arroio Fundo, córrego Ajuricaba.

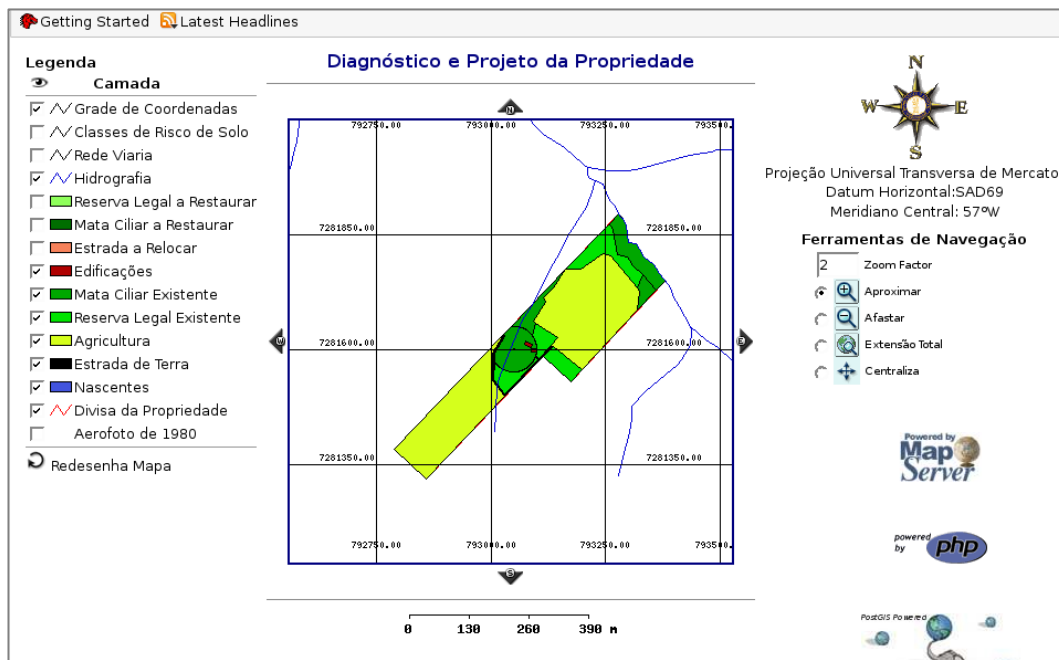


FIGURA 4: mapa de diagnóstico e projeto de uma das propriedades da microbacia Arroio Fundo, destaque para as áreas onde há agricultura, presença/ausência de mata ciliar.