

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL



VAZÃO E QUALIDADE DA ÁGUA EM MANANCIAL DEGRADADO DO CINTURÃO VERDE DE ILHA SOLTEIRA - SP

FERNANDO MAURO

Candidato

Prof. Dr. Fernando Braz Tangerino Hernandez

Orientador

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira como parte das atividades para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, Área de Concentração: Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais.

Ilha Solteira - SP

Fevereiro - 2003

AGRADECIMENTOS

À DEUS, pela vida e saúde;

À esposa Roseli que com tino e compreensão me acompanhou em mais esta etapa;

Ao meu filho, que apesar de ainda no ventre foi inspiração para este trabalho;

Aos meus pais M.Sc. José Roberto Mauro e Dilma Assaiante Mauro, aos irmãos José Roberto Mauro Filho e Ângelo Francisco Mauro, pelo amor, apoio e incentivos em momentos importantes de minha vida;

À Antônio Santiago Matos Filho e Isabel Masias Matos, pelo companheirismo, apoio e incentivo à minha carreira;

Ao Professor Doutor Fernando Braz Tangerino Hernandez, pela oportunidade de realizar este projeto e pelos ensinamentos;

Aos produtores rurais do Cinturão Verde da cidade de Ilha Solteira - SP, em especial, à família do Sr. Valentim Cicero Bettinardi pela amizade e confiança depositados em meu trabalho;

Aos professores da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, especialmente aos Doutores Milton Dall'Aglio Sobrinho, José Augusto de Lollo e Tsunao Matsumoto;

À equipe de trabalho da Área de Hidráulica e Irrigação (Lilian Aparecida Campos Dourado, Luís Sérgio Vanzela, Rodrigo da Silva Braga, Ronaldo Antônio dos Santos e Ronaldo Cintra Lima, sem os quais nada disto seria possível.);

Aos Técnicos do Laboratório de Solos Gilson Campos Corrêa e Mário Roberto Corrêa Ferreira;

A todos, que direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho,

Muito Obrigado!

ÍNDICE

RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Microbacias	4
2.2. Microbacias e escoamento	5
2.3. Hidrologia de vertentes e zonas ripárias	11
2.4. Macrófitas aquáticas	14
3. MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1. Condições edafoclimáticas	16
3.2. Características da bacia e da área experimental	20
3.3. Balanço hídrico	22
3.3.1. Precipitação	24
3.3.2. Vazão	25
3.3.3. Evapotranspiração	27
3.4. Qualidade da água	27
3.4.1. pH	27
3.4.2. Turbidez	28
3.4.3. Condutividade elétrica	29
3.4.4. Ferro total	29
3.4.5. Dureza total	30
3.4.6. Cálcio	30
3.4.7. Magnésio	31
3.4.8. Sólidos totais e solúveis	31
3.4.9. Oxigênio dissolvido	32
3.5. Macrófitas aquáticas	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.1. Balanço hídrico	36
4.2. Qualidade de água	46
4.2.1. Relações macrófitas aquáticas e manancial	48
4.2.2. Condutividade elétrica	50
4.2.3. Ferro total	52
4.2.4. Magnésio / Cálcio / Dureza	55
4.2.5. Sólidos totais e solúveis	59
4.2.6. Turbidez	62
4.2.7. Oxigênio dissolvido e pH	63
4.3. Importância	66
5. CONCLUSÃO	69
6. REFERÊNCIAS	71
ANEXOS	78

RESUMO

É inegável que a maioria dos corpos d'água, ainda que em diferentes intensidades, sofram problemas de assoreamento, motivados pela ausência de conservação dos solos e do desmatamento, tanto em áreas ciliares como no topo das bacias hidrográficas. Como consequência deste assoreamento verifica-se o alargamento do espelho d'água em detrimento da profundidade do córrego e proliferação de plantas aquáticas, tais como *Typha angustifolia* (popularmente chamada de tabôa), que depende de zonas saturadas para seu desenvolvimento. Buscando avaliar a influência do assoreamento e das macrófitas aquáticas na quantidade e qualidade da água foram realizadas coletas e medições de vazão, a jusante e a montante de um assoreamento de uma bacia hidrológica de 371 hectares localizada no Cinturão Verde da cidade de Ilha Solteira - SP, no período de 12 de julho de 2001 a 26 de janeiro de 2003, em um intervalo médio de 24 dias. A quantidade de água foi avaliada realizando medições de vazão com o método do flutuador integrador e do vertedor triangular, enquanto que na qualidade as variáveis avaliadas foram pH, condutividade elétrica, turbidez, ferro total, cálcio, magnésio, dureza total, sólidos totais e solúveis e oxigênio dissolvido. Constatou-se a jusante do experimento o declínio das concentrações de alguns elementos melhorando a qualidade da água para irrigação. A percolação é diminuída em 20%, em relação a média da bacia, influenciado, em parte, pela decantação dos sedimentos. Já a evapotranspiração é 25% menor que a evaporação da superfície exposta.

ABSTRACT

It is undeniable that the most of the rivers, although in different intensities, they have silting problems, motivated by the absence of conservation of the soils and deforestation, in ciliary areas and in the top of the basins. As consequence of silting verified the enlargement of the water's mirror, in the detriment of the stream depth and proliferation of the aquatic plants, such as *Typha angustifolia*, where it depends on saturated areas for their development. Looking for to evaluate the influence of the silting and of the aquatic macrophytes in the water's quantity and quality, collecting samples and to measure the water's upstream and downstream of the silting stream of a basin of 371ha, located in the Cinturão Verde of the city of Ilha Solteira - SP, in the period of July 12, 2001 on January 26, 2003, in a medium interval of 24 days. The amount of water was evaluated accomplishing flow measurements with the method of the floated float integrator and of the weir, v-notch, already in the quality the appraised variable were: pH, electric conductivity, turbidity, iron total, calcium, magnesium, total hardness, total solids, soluble solids and dissolved oxygen. In downstream of the experiment was verified the decline of the concentrations of some elements improving the water's quantity for irrigation. The percolation is reduced in 20%, in relation to average of the basin, influenced, partly, for the settling of the sediments. Already the evapotranspiration it is 25% smaller than the evaporation of the exposed surface.

1. INTRODUÇÃO

A ocupação agrária no Brasil tem se caracterizado por causar grandes distúrbios ambientais. Problemas como erosão do solo, assoreamento de rios, inundações, poluição, falta de água e outros estão relacionados ao uso inadequado do solo. Além de afetarem a qualidade de vida da população e a sustentabilidade do sistema agropecuário, esses problemas representam consideráveis perdas econômicas.

Visando a sustentabilidade contínua e considerando a bacia hidrográfica como uma unidade central de interesse para muitos propósitos, um manejo de bacias mais adequado é aquele em que, previamente, são instituídas normas de uso da terra, fundamentadas em estudos pormenorizados sobre o efeito de intervenções do homem sobre o meio ambiente. Tal medida associada ao desenvolvimento de práticas conservacionistas resultará no crescimento e manutenção em longo prazo da produtividade dos recursos naturais na bacia hidrográfica.

Como todas as atividades realizadas na bacia afetam de alguma forma as relações entre os demais recursos naturais e a água, o planejamento do uso tem que considerar os fatores hidrológicos. Por exemplo, mudanças de uso do solo, que afetam a capacidade de infiltração, a condutividade hidráulica e a capacidade de retenção de água do solo, conseqüentemente alteram o volume de água escoado. Fica claro, então, que é imprescindível avaliar as conseqüências hidrológicas de intervenções a serem efetuadas na bacia, tais como a remoção da cobertura vegetal

nativa com eventual substituição por culturas ou pastagens e a mudança do sistema do preparo do solo convencional, baseado em arado e grade, para um sistema mais sustentável, como o plantio direto.

Em uma bacia degradada, o assoreamento faz com que o manancial aumente a superfície de espelho d'água, porém com diminuição da profundidade laminar. Tal estado do manancial faz com que se alterem as perdas de água no leito por percolação e talvez por evapotranspiração (FIGURA 1). Em consequência disso as respostas hidrológicas dos pulsos de precipitação não tem chegado, satisfatoriamente, até os corpos d'água principais. Sendo assim, o assoreamento pode ser considerado como um dos fatores colaboradores da crise energética atual.

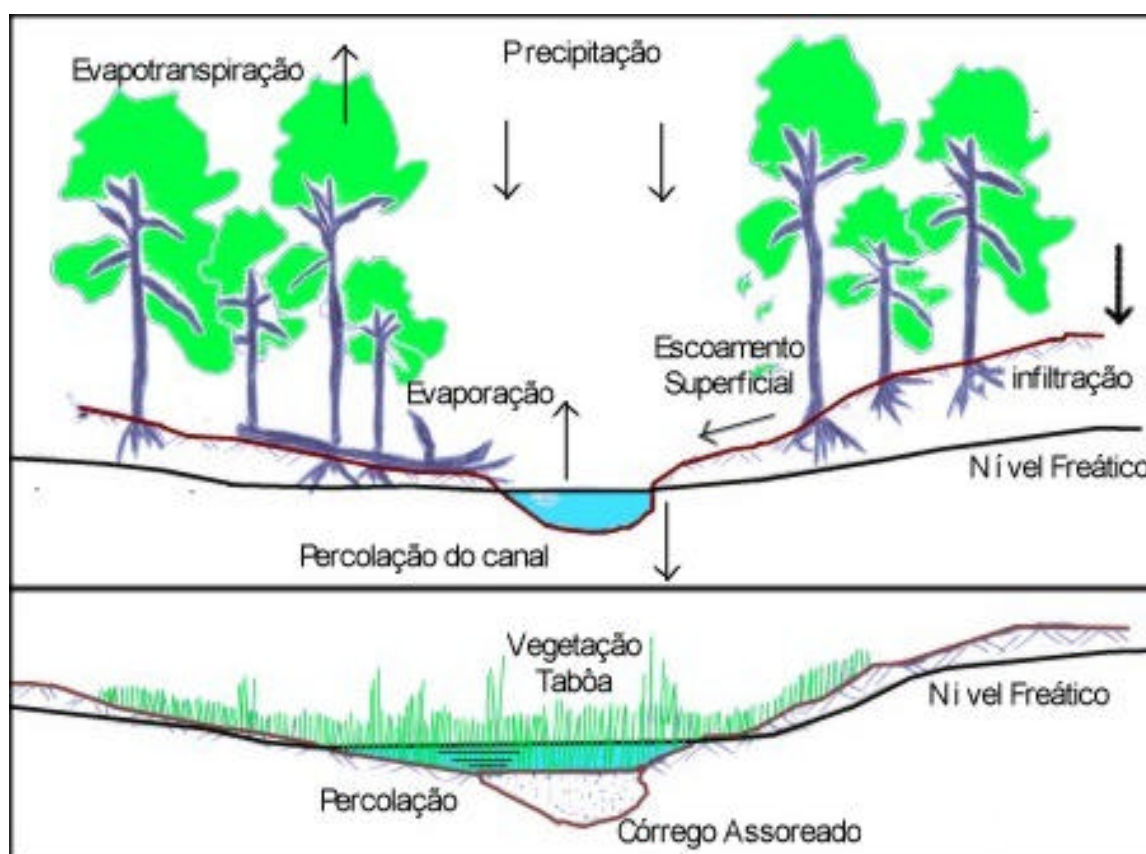


FIGURA 1 - Ilustração da situação ideal (A) e da atual (B) de um talvegue e lençol freático, resultado do assoreamento dos leitos, adaptada de LIMA & ZAKIA (2000).

Estudos conduzidos por WHITE & GANF (2001) mostraram que regiões saturadas por assoreamento tendem a apresentar uma proliferação de macrófitas aquáticas e seu alastramento dependem do tipo de sedimento do talvegue.

A resposta hidrológica das bacias, variável conforme os diferentes estados de assoreamento, pode ser avaliada pelas relações entre a água, o talvegue e as macrófitas. Neste caso, podem ser usadas as chamadas bacias experimentais, que, ao serem caracterizadas geram dados ou modelos que podem ser extrapolados para outras bacias.

Apesar das relações de causa e efeito entre uso do solo, eventos de chuva e produção de escoamento ainda não estarem totalmente elucidadas, já existem conhecimentos suficientes para estabelecer relações e dessa forma, avaliar os efeitos das intervenções do homem com o objetivo de recuperação ambiental, possibilitando a definição de normas orientadas para o uso adequado do solo, bem como auxiliar no planejamento de ocupação, nos projetos de recuperação de áreas degradadas e na conservação do meio ambiente.

Assumindo que o assoreamento e a ocupação das macrófitas podem ser fatores limitantes para expansão de áreas irrigadas, a escolha da bacia experimental estudada foi influenciada pelas necessidades de ampliação da área irrigada de um assentamento implantado pelo Governo Estadual, através da CESP a partir de 1984, onde se avaliou a variação da vazão e da qualidade da água em dois pontos de controle em um talvegue comprovadamente degradado.

Assim este trabalho teve o objetivo de avaliar a vazão e a qualidade da água para irrigação em consequência do assoreamento e ocupação de macrófitas aquáticas em uma micro bacia hidrográfica no município de Ilha Solteira.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Microbacias

A bacia hidrográfica é um sistema geomorfológico aberto, que recebe matéria e energia através de agentes climáticos e perde através do deflúvio. A bacia hidrográfica, como um sistema aberto, pode ser descrita em termos de variáveis independentes, que oscilam de um padrão e desta forma uma bacia, mesmo quando não perturbada por ações antrópicas, encontra-se em equilíbrio dinâmico. E desta forma, caso venha a ocorrer qualquer modificação no recebimento ou na liberação de energia, ou uma modificação na forma do sistema, ocorrerá uma mudança compensatória que tende a minimizar o efeito da modificação e restaurar o estado de equilíbrio dinâmico (LEOPOLD et al., 1964; GREGORY & WALLING, 1973).

Uma planície aluvial será sempre uma área de sedimentação em processo, oriunda do transbordamento das águas carregadas de sedimentos nas margens dos rios. Todas elas são dependentes de transbordamentos sazonários ou periódicos dos cursos d'água, devido às oscilações provocadas por fatores hidroclimáticos regionais. Sendo que o espaço total das áreas de enchente é ocupado por lâminas d'água que variam em extensão e volume, a cada ano ou período.

Quanto às matas ciliares, os seus valores do ponto de vista e interesse de diferentes setores de uso da terra são bastante conflitantes: para o pecuarista, representam obstáculo ao livre acesso do gado à água; para a produção florestal,

representam sítios bastante produtivos, onde crescem árvores de alto valor comercial; em regiões de topografia acidentada, proporcionam as únicas alternativas para o traçado de estradas; para o abastecimento de água ou para a geração de energia, representam excelentes locais de armazenamento de água visando garantia de suprimento contínuo (BREN, 1993).

Sob a ótica da hidrologia florestal, por outro lado, ou seja, levando em conta a integridade da microbacia hidrográfica, as matas ciliares ocupam as áreas mais dinâmicas da paisagem, tanto em termos hidrológicos, como ecológicos e geomorfológicos. Estas áreas têm sido chamadas de zonas ripárias (GREGORY et al., 1992; BREN, 1993).

2.2. Microbacias e escoamento

De acordo com LIMA & ZAKIA (2000), prevalece a teoria de que o escoamento direto era basicamente produzido pelo escoamento superficial que ocorre toda vez que a intensidade da chuva exceda a capacidade de infiltração do solo, e que toda a água da chuva que se infiltra no terreno alimenta o lençol freático, para depois deixar a microbacia na forma de escoamento base. Mais ainda, segundo esta teoria, o escoamento superficial assim gerado (hoje referido como escoamento superficial hortoniano) provinha de todas as partes da microbacia. Durante uma chuva, a área da microbacia que contribui para a formação do deflúvio resume-se aos terrenos que margeiam a rede de drenagem, sendo que nas porções mais altas da encosta a água da chuva tende principalmente a infiltrar-se e escoar até o canal mais próximo através de processo subsuperficial.

Com o prolongamento da chuva, estas áreas de origem tendem a se expandir, não apenas em decorrência da expansão da rede de drenagem, como

também pelo fato de que áreas críticas da microbacia, tais como áreas saturadas ou áreas de solo mais raso, começam também a participar da geração do escoamento direto.

Tem sido demonstrado que a recuperação da vegetação ciliar contribui para com o aumento da capacidade de armazenamento da água na microbacia ao longo da zona ripária, o que contribui para o aumento da vazão na estação seca do ano. Esta verificação permite, talvez, concluir a respeito do reverso. Ou seja, a destruição da mata ciliar pode, a médio e longo prazo, pela degradação da zona ripária, diminuir a capacidade de armazenamento da microbacia, e conseqüentemente a vazão na estação seca (LIMA & ZAKIA, 2000).

Este enfoque tem importância por pelo menos uma razão simples: ele é de conotação prática imediata, já que as informações serão, sem dúvida, úteis para nortear o manejo dos recursos naturais, ou seja, o uso da terra para atender as necessidades do homem, dentro de normas ambientais, isto é, que garantam a perpetuação de valores hidrológicos (qualidade e quantidade da água), ecológicos (biodiversidade) e da paisagem.

Ao longo deste enfoque, no nosso país o campo encontra-se totalmente inexplorado. Dentro da caracterização da zona ripária, por exemplo, medições hidrológicas em microbacias experimentais, com o objetivo de desenvolver modelos de geração do escoamento direto, aliado a medições isolada dos componentes deste escoamento ao longo das encostas, das propriedades hidrológicas do solo nas áreas saturadas e do aspecto dinâmico da zona ripária são raros. O critério hidrológico de estabelecimento da largura mínima de faixa ciliar na zona ripária visando garantir a proteção dos cursos d'água é, também, outra linha importante dos trabalhos em microbacias experimentais.

A diversidade dos processos que estão envolvidos na hidrologia de bacias hidrográficas possibilitaram o surgimento de várias linhas conceituais. Segundo TUCCI & CLARKE (1998) e KOBAYAMA et al. (1998), o atual estágio conceitual da geração de escoamento admite, numa visão distribuída, a possibilidade de coexistir diferentes mecanismos atuando em distintas partes da bacia, com abrangências espaciais dinâmicas. Ademais, independente da abordagem adotada para o estudo da geração de escoamento, seja a hortoniana, e dos processos internos, a hewlett-dunniano e outras, recentemente é perceptível uma significativa mudança de enfoque a favor de uma integração dos processos de forma interdisciplinar e sistêmica.

O escoamento pode ocorrer sob três formas. O superficial é aquela parcela da precipitação que, durante ou após um evento de chuva, flui através da rede de drenagem, tanto pode ser a água que não infiltrou, como a emergente do solo. Já, o subsuperficial, é o volume de água que se movimenta nas camadas ocupadas pelas raízes. Está relacionado à ocorrência de fatores como a presença de camadas de impedimento, camadas compactadas em áreas agrícolas (pé-de-arado), a porosidade do solo e a permeabilidade das camadas mais superiores do solo. Por fim, o fluxo subterrâneo é resultante da contribuição do aquífero.

A saturação da superfície é favorecida quando existem camadas de impedimento à infiltração e movimentação da água no perfil do solo, de forma que durante eventos de chuva, o solo torna-se rapidamente saturado, com a conseqüente formação de um outro tipo de fluxo superficial chamado de superficial saturado.

No caso do fluxo subsuperficial, ele pode ser de chuva ou de saturação. O de chuva é o fluxo laminar que se propaga através dos poros da camada

subsuperficial do solo, conforme as menores declividades. Portanto, depende da condutividade hidráulica do solo. Quando esse fluxo converge para determinadas áreas e a capacidade do solo em transmiti-lo é excedida, ocorre a saturação, formando o fluxo saturado. Ele pode chegar à superfície, num processo de exfiltração e a partir daí fluir por essa superfície e/ou infiltrar-se novamente no solo. Nesse processo, conhecido também como escoamento de retorno, fluxo de retorno, ou efeito pistão, cada incremento de precipitação à montante implica num deslocamento da água retida à jusante. Se o solo estiver saturado, uma porção equivalente da água que penetra no solo da água aflora. Ao passo que um solo mais seco ocorre redução grande, mas não linear, do volume que aflora (POZZEBON, 2000).

COELHO NETO (1995) afirmou que o fluxo subsuperficial é predominante em áreas com alta capacidade de infiltração, onde a existência de escoamento superficial é menor, particularmente em regiões úmidas ou florestas. Já, o fluxo de macroporos é aquele presente nos caminhos preferências da água no solo. É caracterizado por respostas mais rápidas e podem ser formadas pelas raízes, fissuras, rachaduras e fauna do solo.

Todos os tipos de fluxo juntos, ou seja, o escoamento total, segundo POZZEBON (2000), sofrem a influência de fatores que facilitam ou prejudicam sua ocorrência. Esses fatores podem ser de natureza climática, relacionada à precipitação, ou de natureza fisiográfica, relacionados às características da bacia.

Essas teorias foram desenvolvidas na década de 60 e segundo POZZEBON (2000), foi a partir dos trabalhos de Engenheiros Florestais, que surgiram evidências de que nas partes mais altas das bacias toda a precipitação se infiltrava, aumentando a umidade até o ponto de saturação. A partir daí, a umidade excedente

é transmitida para áreas à jusante. Para esses autores, o escoamento direto rápido ocorre somente nas áreas saturadas, principalmente à jusante, próximo à rede de drenagem. Essas áreas saturadas são alimentadas pela chuva ou pelo fluxo subsuperficial de áreas à montante. Além do mais, são variáveis, contraindo-se ou expandindo-se conforme a precipitação e a contribuição de áreas à montante. Um outro aspecto da teoria é que a chuva absorvida pela bacia é transformada em escoamento subterrâneo, que sai da bacia mais lentamente.

Para estudos do escoamento em bacias, geralmente recorre-se aos hidrogramas unitários, onde os comportamentos do escoamento são melhor visualizados. Trata-se de gráficos que relacionam a vazão ao tempo, em resposta a uma precipitação sobre a bacia. Dependendo da escala de tempo usada, a hidrógrafa pode representar períodos de anos, meses, dias ou apenas um evento de chuva. A hidrógrafa pode ser separada em componentes, conforme POZZEBON (2000), que faz uso de hidrógrafas em seu trabalho.

Sob uma perspectiva genérica, a forma adquirida por esse tipo de gráfico, conforme TUCCI (1993), depende da interação de vários fatores, tais como uso da terra, relevo, características edafoclimáticas antecedente à precipitação, intensidade, duração e distribuição da precipitação sobre a bacia e obras construídas pelo homem.

A parte inicial da hidrógrafa (antes da ascensão) é determinada pelas condições antecedentes, da distribuição da intensidade da chuva, do comprimento hidráulico da bacia, da declividade do terreno e das condições hidrológicas do solo na porção mais próxima à saída da bacia. Por sua vez, a parte ascendente está sujeita aos mesmos fatores, com a diferença de que se considera toda bacia. Ao passo que a parte da recessão começa quando o fluxo superficial decresce e surge

a descarga proveniente da drenagem da água armazenada em canais e áreas planas (ASCE, 1996). Nesta mudança de predomínio dos fluxos superficial e subsuperficial, em hidrógrafas que apresentam forma regular é possível a identificação do ponto de inflexão. Daí em diante, a recessão decresce exponencialmente até o fluxo básico, onde somente a descarga subterrânea contribui.

Em pequenas bacias, o escoamento ocorre, predominantemente, sobre a superfície do solo, mas também através de drenos com perdas hidráulicas maiores e maior declividade. Já em bacias de grande porte, o processo predominante é o escoamento da água por um canal bem definido, de menor declividade, mas com perdas de carga bem menores (TUCCI, 1993).

O MINISTERIO DEL AMBIENTE Y ENERGIA - MINAE & MINISTERIO DEL AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES - MARENA (1997) estudaram a bacia do Rio San Juan na Nicarágua que tem características de vazão máxima de 422 m³/s no mês de novembro e mínima de 195m³/s no mês de junho. As precipitações alcançam 2.400 mm, portanto é uma grande bacia coletora de chuva, com um único ponto de saída em San Carlos. Por isso, monitoraram a vazão representada na FIGURA 2 e da qualidade de água para estudar os processos relativos a contaminação da água do lago e a capacidade de auto depuração (TABELA 1)

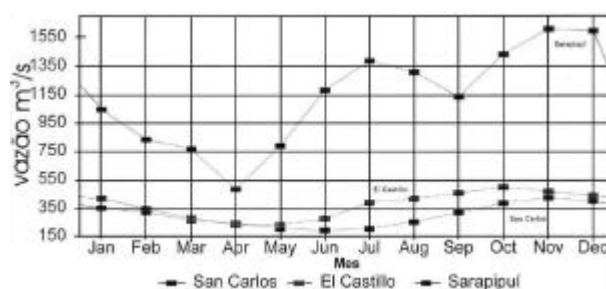


FIGURA 2 - Vazão em função do tempo de micro bacia do Rio San Juan na Nicarágua (MINISTERIO DEL AMBIENTE Y ENERGIA - MINAE & MINISTERIO DEL AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES – MARENA, 1997).

TABELA 1 - Características físico químicas das águas de micro bacia do Rio San Juan na Nicarágua.

Parâmetros	Unidades	Valor médio (março 1993)	Valor médio (abril 1993)	Varição (maio de 1994)
temperatura	°C	n. d.	29,5	28,3 - 30,2
Colif. totais	NMP/100 ml	-	-	mín 5,49x10 ⁶ - máx 13,43x10 ⁶
Colif. Fecais	fc/100 ml	-	-	mín: ausente máx: 80
clorofila - a	µg/l	-	-	promedio : 17,25
alcalin. Total	mg/l	84,5	84,5	72,95 - 78,80
bicarbonatos	mg/l	98,28	96,88	81,07 - 91,91
dureza total	mg/l	73,98	74,24	68,65 - 72,70
boro	mg/l	0,09	0,1	0,04 - 0,37
calcio	mg/l	17,39	17,36	16,21 - 17,55
carbonatos	mg/l	2,35	3,72	0,00 - 5,66
cloro	mg/l	17,67	14,67	220 - 227
Conductividade	µS/cm	236	251,78	15,38 - 49,99
DQO	mg/l	54,12	24,8	15,38 - 49,9
fluor	mg/l	0,24	0,37	0,22 - 0,37
fósforo total	mg/l	62	50	<5,0 - 42,0
hierro total	mg/l	0,78	0,78	0,08 - 0,54
magnesio	mg/l	7,42	7,52	6,77 - 7,36
amônio	mg/l	≤ 0,013	0,024	0,05 - 0,24
nitritos	mg/l	≤ 0,10	≤ 0,05 - 0,15	< 0,05 - 0,05
nitratos	mg/l	≤ 0,05	≤ 0,05 - 0,15	< 0,05 - 0,27
Oxígeno dissolvido	mg/l	6,65	6,87	5,20 - 8,80
pH	--	7,73	7,85	8,10 - 8,47
potasio	mg/l	4,23	4,25	3,80 - 4,00
silício	mg/l	17,12	17,55	18,66 - 22,94
sodio	mg/l	21	20,22	19,10 - 21,20
turbidez	UNT	196	231,11	4,30 - 11
solidos totais	mg/l	182	175,29	161,29 - 189,30
sulfatos	mg/l	10,39	10,89	8,96 - 10,22

2.3. Hidrologia de vertentes e zonas ripárias

Do ponto de vista ecológico, as zonas ripárias têm sido consideradas como corredores extremamente importantes para o movimento da fauna ao longo da paisagem, assim como para a dispersão vegetal. Além das espécies tipicamente ripárias, nelas ocorrem também espécies típicas de terra firme, e as zonas ripárias, desta forma, são também consideradas como fontes importantes de sementes para o processo de regeneração natural (GREGORY et al., 1992).

A função ecológica já é razão suficiente para justificar a necessidade da conservação das zonas ripárias.

Deve-se somar a função hidrológica na manutenção da integridade da microbacia hidrográfica, representada por sua ação direta em uma série de processos importantes para a estabilidade da microbacia, para a manutenção da qualidade e da quantidade de água, assim como para a manutenção do próprio ecossistema aquático.

O conhecimento dos mecanismos pelos quais a microbacia reage à ocorrência de uma chuva através do escoamento direto é uma das grandes contribuições das pesquisas em microbacias experimentais. Esta área de estudos tem sido tão intensa a ponto de resultar no desenvolvimento de uma subdisciplina - a Hidrologia de Vertentes (ANDERSON & BURT, 1978).

LIMA & ZAKIA (2000) consideraram que as porções do terreno da microbacia que participam da geração do escoamento direto, chamadas de áreas variáveis de contribuição ao fluxo são as mais sensíveis das bacias, uma vez que são as responsáveis pela geração do escoamento direto. Portanto, nos programas de recuperação de matas ciliares, um mapeamento dessas áreas seria muito importante. A Resolução CONAMA nº 303 de 20 de março de 2002 dispõe sobre áreas de preservação permanente. É cabível acrescentar que indicações da área variável podem ser obtidas pela análise dos hidrogramas de escoamento gerados por uma chuva isolada. Para este autor, o importante é a busca do conhecimento integrado destes aspectos hidrológicos com a vegetação que ocupa as zonas ripárias. Qual a relação entre a zona ripária, a mata ciliar e o ecossistema aquático? É claro que esta pergunta genérica não ajuda muito em termos de delinear linhas de trabalho, nem tampouco vai ter resposta definitiva tão cedo. O ciclo hidrológico, ao

ser estudado em sua fase terrestre, tem como elemento fundamental para as bacias hidrográficas. Nesse meio, ocorrem processos que podem ser esquematizados de forma simplificada. É possível, então, considerar a bacia hidrográfica um sistema onde a precipitação é a entrada e o escoamento, a saída.

Em seu processo de desenvolvimento, o homem realiza diversos tipos de intervenção na superfície da terra, provocando alterações inevitáveis. Todas atividades que mudam a cobertura vegetal fatalmente influenciam a quantidade e qualidade da água produzida pelas bacias hidrográficas. Aliada à cobertura vegetal, a produção de água também depende em grande parte das características do solo, clima e porcentagem da bacia que sofre mudanças. A intensidade dessas mudanças, muitas vezes, afeta de tal forma as características a produção de água, que acaba promovendo catástrofes como inundações, deslizamentos, assoreamento de rios, perda da qualidade biológica e química da água. Por sua vez, tudo isso não apenas compromete muita a qualidade de vida da população, como também representa perdas econômicas consideráveis.

Em geral, mudanças de uso da terra que reduzem a evapotranspiração aumentam a produção de água. O processo de evapotranspiração é responsável pelo consumo de grande parte da água que chega na forma de precipitação. Assim, a redução de evapotranspiração pode ser usada para aumentar a produção de água de uma bacia. Segundo TUCCI & CLARKE (1998), a retirada da floresta ocasiona um volume evaporado menor, além de promover menor variabilidade da umidade nas camadas mais profundas do solo. Afinal, a floresta apresenta capacidade de retirar água de profundidades superiores a 3,6 m. Já, a vegetação rasteira retira a maior parte da água das camadas menos profundas, em torno de 0,20 metros.

O estado de umidade do perfil do solo é um dos fatores que influencia o volume de escoamento. Em florestas, por apresentarem maior transpiração e maior profundidade de ação das raízes, a depleção da água do solo ocorre mais rapidamente.

2.4. Macrófitas aquáticas

Estudos mostram (FIGURA 3) que regiões saturadas por assoreamento, tendem a ser ocupadas por macrófitas aquáticas e que sua biomassa e sua distribuição respondem ao tipo de sedimento, e plantas que crescem no barro tem maior potencialidade no transporte de oxigênio (WHITE & GANF, 2001).

GIOVANNINI & MOTTA MARQUES (1999) mostraram que apesar da ausência de padrão, a ocorrência de macrófitas aquáticas se dá em função da profundidade laminar. Monitorando o crescimento de macrófitas, WHITE & GANF (1998) e SHARON et al. (1998), relataram que as resistências de difusividade totais das plantas aumentaram com profundidade de água, concluindo que o fluxo convectivo contribui para o crescimento do rizoma.

Outros caracteres morfológicos que evoluíram na passagem da vida aquática para a terrestre foram os sistemas vascular e de sustentação. Através do contínuo processo de transformação muitos dos organismos já adaptados à vida no ambiente terrestre retornaram ao seu antigo hábito de vida aquática. Modificações anatômicas auxiliaram no retorno como: reduções do sistema de sustentação, no número, ausência ou estômatos não funcionais, os cloroplastos passaram a estar localizados na parte superior das folhas. Como a solubilização do CO₂ e O₂ na água ocorre a taxas muito baixas, as plantas aquáticas apresentam cutículas e folhas muito finas para facilitar a troca de gases com o meio. Também armazenam gases

no aerênquima. Em função dos diferentes graus de transformações sofridos pelos vegetais no seu retorno ao ambiente aquático atualmente podem ser encontrados vegetais que suportam submergências ocasionais até aqueles com hábito exclusivamente aquático. Esses e outros estudos verificaram a eficácia em tratamento de sedimentos que passam por macrófitas aquáticas, principalmente pelas *Typha latifolia*, *Typha angustifolia* (KIVAISI, 2001).

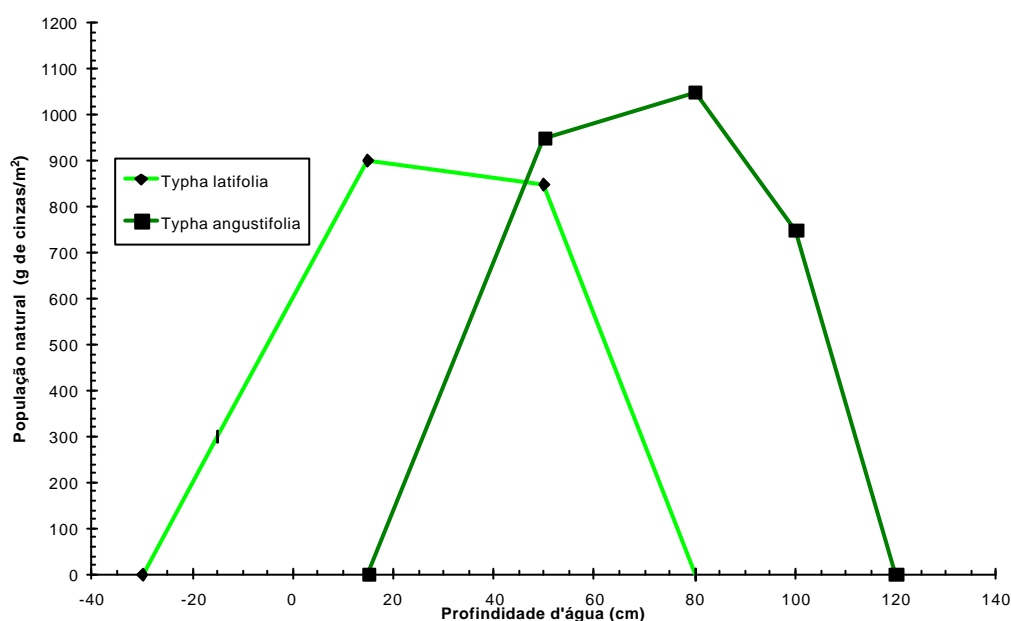


FIGURA 3 - Ocorrência da *Typha* em relação a profundidade laminar adaptada de BEGON et al (1996)

SRIYARAJ & SHUTES (2001) estudando lagoas com macrófitas e os impactos causados pelo *runoff* de estradas e trincheiras chamou estas lagoas de *wetlands* naturais e sugeriu que deveriam ser consideradas como uma opção de tratamento alternativo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Condições edafoclimáticas

Este trabalho foi realizado em área ocupada pelo Projeto Cinturão Verde, um assentamento localizado ao redor da cidade de Ilha Solteira, Estado de São Paulo e distante aproximadamente 1000 metros da Área Experimental de Agricultura Irrigada da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP, onde se encontra a estação agrometeorológica que forneceu os dados de precipitação utilizados neste trabalho (HERNANDEZ et al., 2000). As coordenadas geográficas da área experimental são 20° 24' 04" de latitude sul e 51° 20' 55" de longitude oeste, com altitude média de 320 metros, e a região se caracteriza por apresentar uma estação chuvosa no verão e seca no inverno, com temperatura média de 24,5° C, precipitação média anual de 1.232 mm e umidade relativa média anual de 64,8% (HERNANDEZ et al., 1995) (FIGURAS 4, 5, 6 e 7).

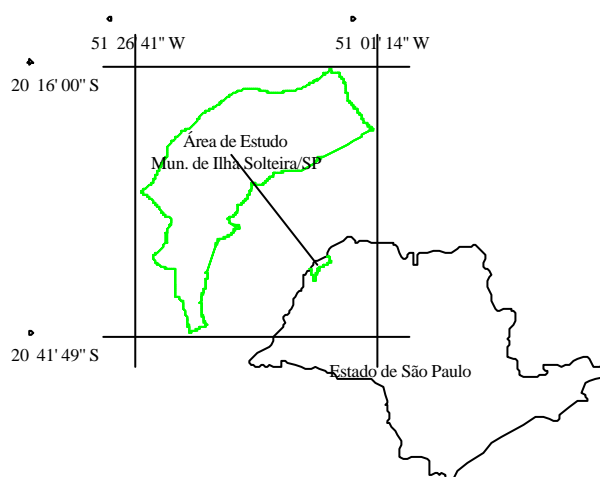


FIGURA 4 - Localização do Município de Ilha Solteira no estado de São Paulo.

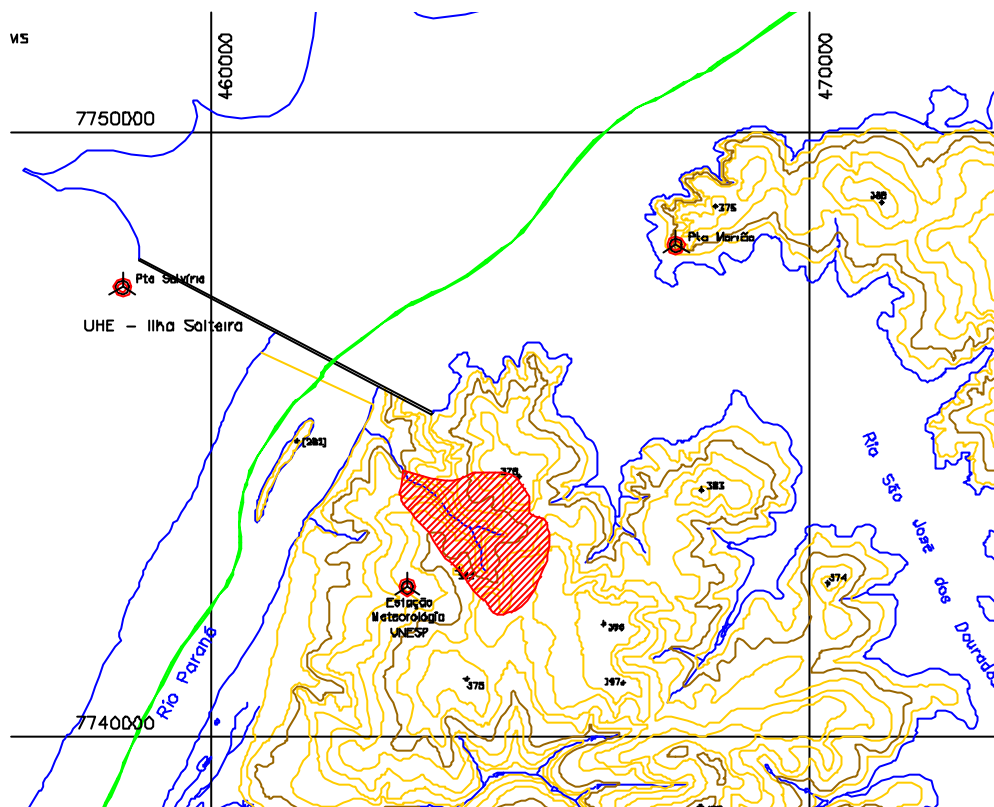


FIGURA 5 - Localização da bacia experimental e da Estação Meteorológica da UNESP na hidrografia da região de Ilha Solteira.

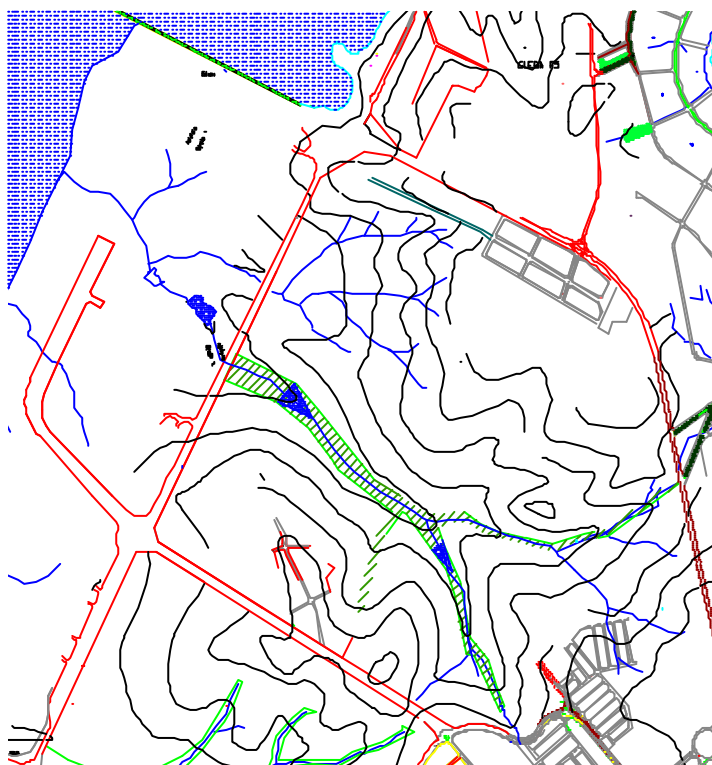


FIGURA 6 - Localização da bacia experimental na cidade de Ilha Solteira.



FIGURA 7 - Imagem de satélite Landsat - TM4 da região onde está inserida a bacia experimental, observando o núcleo urbano de Ilha Solteira, tendo à esquerda o Rio Paraná e a direita o Rio São José dos Dourados.

O solo da área estudada foi classificado pelo INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT (1985) como, hidromórfico, havendo variações entre as classes Glei Húmico e Glei Pouco Húmico e é circundada por Latossóis e Podzólicos. O hidromorfismo em solos caracteriza ambientes com excesso de água, arejamento deficiente, decomposição lenta da matéria orgânica e redução de metais (Fe e Mn, matriz rochosa) facilitando a migração e a acúmulo nas plantas.

O horizonte Gleí é um horizonte mineral saturado com água do lençol freático, durante algum período ou o ano todo, apresentando evidências do processo de redução anaeróbica com produção de cores acromáticas, com ou sem mosqueamento e segregação de ferro conforme FIGURA 8 e TABELA 2 de dados granulométricos da coleta feita na área.

A bacia que compreende parte do projeto Cinturão Verde é cortada por um córrego que possui seu talvegue assoreado e solo constantemente saturado conforme descrito por SOUTO & CRESTANA (2000) e ilustrado na FIGURA 8, dando condições de proliferação a macrófitas aquáticas, mais especificamente a *Typha angustifolia* (popularmente chamada de tabôa) conforme LIM et al. (2001), ABISSY & MANDI, (1999) e KIVAISI, (2001).



FIGURA 8 - Amostras de solo coletadas na área experimental e grau de saturação.

TABELA 2 - Valores de porcentagem de ocorrência granulométrica em função da profundidade do solo na bacia experimental.

Ensaio de Granulometria Conjunta						
Fração	Profundidades					
	0 - 0,15	0,15 - 0,40	0,40 - 0,70	0,70 - 0,90	0,90 - 1,30	mais de 1,30
Pedregulho	0,00%	0,00%	0,00%	6,90%	13,59%	35,10%
Areia	87,30%	85,90%	76,45%	71,40%	56,00%	42,70%
Silte	7,20%	3,90%	2,58%	2,00%	2,80%	3,00%
Argila	5,50%	10,20%	20,94%	19,70%	27,64%	19,20%

3.2. Características da bacia e da área experimental

A área experimental, chamada também de volume de controle, está coberta de vegetação aquática que possui dimensões aproximadas de 300 metros de comprimento por 130 metros de largura totalizando 3,9 hectares (FIGURA 9), área esta, que incluindo as regiões de contribuição lateral somam 11 hectares. A bacia experimental onde está contido o volume de controle e suas contribuições laterais, tem uma área de drenagem de 371,81 hectares (FIGURAS 5 e 9).



FIGURA 9 – Área experimental assoreada e coberta de vegetação aquática (volume de controle), contendo os pontos de coleta de dados “A”, a montante e “B”, a jusante.

Pela importância no comportamento hidrológico da bacia experimental, algumas características fisiográficas foram descritas na TABELA 3 sendo as medidas utilizadas no cálculo das características, retiradas do mapa do município de Ilha Solteira – SP (ANEXO 14, FIGURAS 5 e 6).

Coefficientes como a compacidade e o fator de forma, exprimem a relação entre área, perímetro e raio médio, demonstrando as tendências da bacia à inundação.

TABELA 3 - Características fisiográficas da bacia experimental.

Área total	371,81 ha
Perímetro	7835,40 m
Coefficiente de compacidade	1,138
Fator de forma	0,4436
Ordem da bacia	2ª ordem
Q _{7,10}	21,6m ³ /h
Q _{média}	100,0m ³ /h
Densidade de Drenagem	0,729km/km ²
Extensão Média do Escoamento Superficial	0,44 km
Declividade Média da Bacia	0,0175 m/m
Altitude Média	323,935 m

Outra característica da bacia é o perfil longitudinal que representa as altitudes do leito do manancial ao longo do curso d'água, tomados da estrada para montante como mostra a FIGURA 10

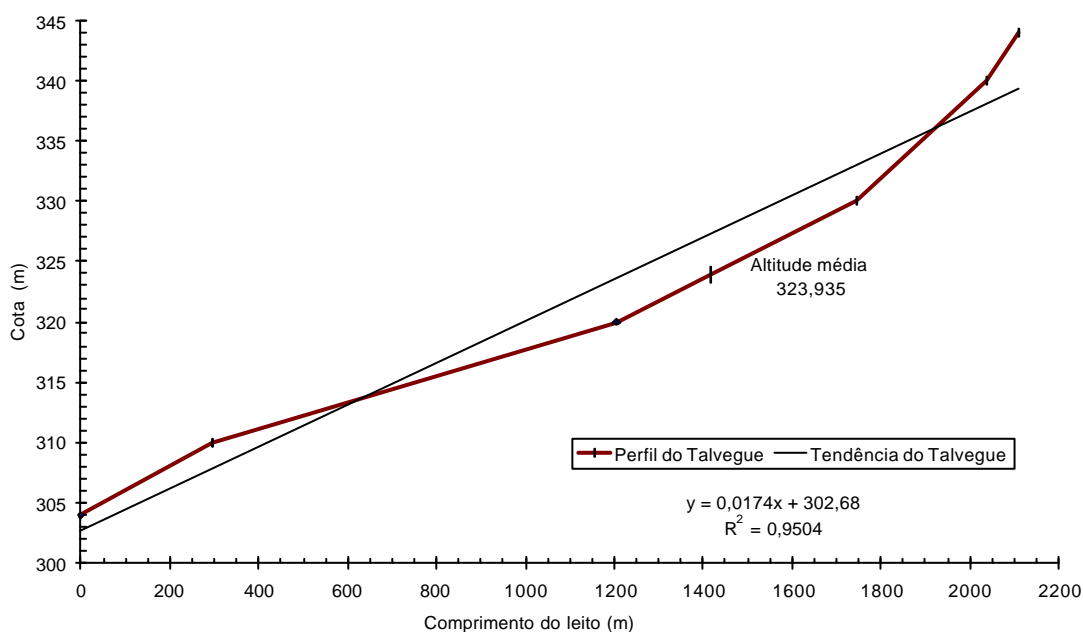


FIGURA 10 - Perfil do leito principal da bacia experimental.

O tempo de concentração (T_c) e o tempo de pico (T_p), são valores que caracterizam o escoamento e representam o tempo de deslocamento da água na bacia, e estão apresentados na TABELA 4, indicando com valores médios, intervalos de tempo favoráveis a medição de vazão.

TABELA 4 - Características do escoamento da bacia experimental.

Valores de Tc e Tp segundo:		
GERMANO et al. (1998)	$Tc=18,628.L^{0,882}/IMP^{0,272}$	Tc = 17min 36s
Snyder, segundo WILKEN (1978)	$Tp=0,75.Ct.(L.Lg)^{0,3}$	Tp = 1min 54s
Kirpich segundo WILKEN (1978)	$Tc=85,2.(L^3/H)^{0,385}$	Tc = 50min 18s
CHOW (1973)	$Tp=0,005055.(L/H^{1/2})^{0,64}$	Tp = 0min 53s
Médias	Tc médio = 30min	Tp médio = 1min

Obs.: Onde L = comprimento do talvegue, IMP = porcentagem impermeável da bacia, Ct = coeficiente do tamanho da bacia (2), Lg = raio médio relativo ao centro de gravidade e H = altitude média da bacia.

3.3. Balanço hídrico

Para avaliação de impactos ocorridos com o assoreamento e a ocupação da área pelas macrófitas, faz-se necessário o estudo do balanço hídrico através dos hidrogramas do escoamento direto na microbacia experimental.

Escoamento direto é o volume de água que causa o aumento rápido da vazão de microbacias durante e imediatamente após a ocorrência de uma chuva.

Adaptando-se para milímetros a equação do balanço, fez-se a estimativa do efeito de armazenamento superficial da bacia experimental através da EQUAÇÃO 1, ilustrada na FIGURA 11.

$$\frac{Q_e * \Delta t}{A_{bacia}} + P - Et - I - \frac{Q_s * \Delta t}{A_{bacia}} = \frac{\Delta S}{A_{bacia}} \quad (1)$$

onde:

Q_e = Quantidade de água que entra, em m³/h;

Δt = Variação do tempo, em h;

A_{Bacia} = Área da bacia, em m²;

P = Precipitação, em mm;

Et = Evapotranspiração, em mm;

I = Infiltração, em mm;

Qs = Quantidade de água que sai, em m³/h;
DS = Variação do volume no talvegue, em m³.

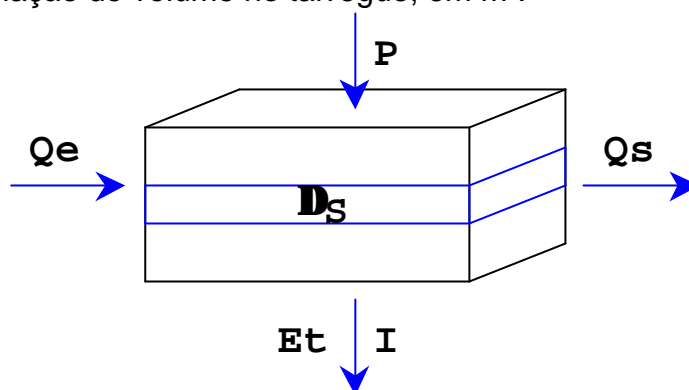


FIGURA 11 - Ilustração das entradas e saídas de um balanço hídrico .

Como a área inundada pela tabôa é bem menor que a área da bacia, ao se adotar a hipótese de que a variação do armazenamento na bacia ocorra apenas no volume armazenado superficialmente, verificou-se que é possível desprezar este termo (ΔS) para períodos de tempo da ordem de 15 dias. Por exemplo, considerando um caso em que ocorra uma variação de nível de 1,0 m na área inundada, com cerca de 5% da área total da bacia, vem:

$$\frac{A_{Tabôa}}{A_{bacia}} \approx \frac{1}{20} \text{ e } \Delta h_{\text{água.na.Tabôa}} \approx 1m \Rightarrow \frac{\Delta S}{A} \leq 5mm \quad (2)$$

No exemplo exposto, o valor do armazenamento superficial seria pelo menos uma ordem de grandeza menor que a evapotranspiração no período, mesmo no caso extremo de variação de níveis considerado.

No caso da bacia estudada neste trabalho, considerando que não foram observadas variação de nível superior a 0,30 metros e uma relação de áreas entre a região inundada e bacia de cerca de :

$$\frac{A_{Tabôa}}{A_{bacia}} \approx \frac{4}{360} \quad (3)$$

verifica-se que

$$\frac{\Delta S}{A} \leq 3,3mm \quad (4)$$

Portanto, para $\Delta t = 15$ dias, ΔS pode ser desprezado na integração dos volumes escoados a partir de dados de vazão. Com $\Delta t = 1$ dia, o ΔS torna-se da ordem do valor esperado da E_t , sendo necessária a sua medição.

Dessa maneira, com um período superior a 15 dias para o monitoramento, o balanço hídrico se restringe às entradas: quantidade de água que entra (ponto A da FIGURA 9) e precipitação enquanto que as saídas são a evapotranspiração, a Infiltração e a quantidade de água que sai no ponto B (FIGURA 9).

O período de monitoramento foi de 12 de julho de 2001 a 26 de janeiro de 2003, sendo a coleta de dados espaçadas no tempo em uma média de 24 dias.

3.3.1. Precipitação

A aquisição dos dados de precipitação foi feita por um pluviômetro Campbell CSI Model CS700-L Rain Gage, acoplado a um *datalogger* Campbell CR23X da

estação agrometeorológica da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP (Figuras 5 e 12), associado a um rádio transmissor.

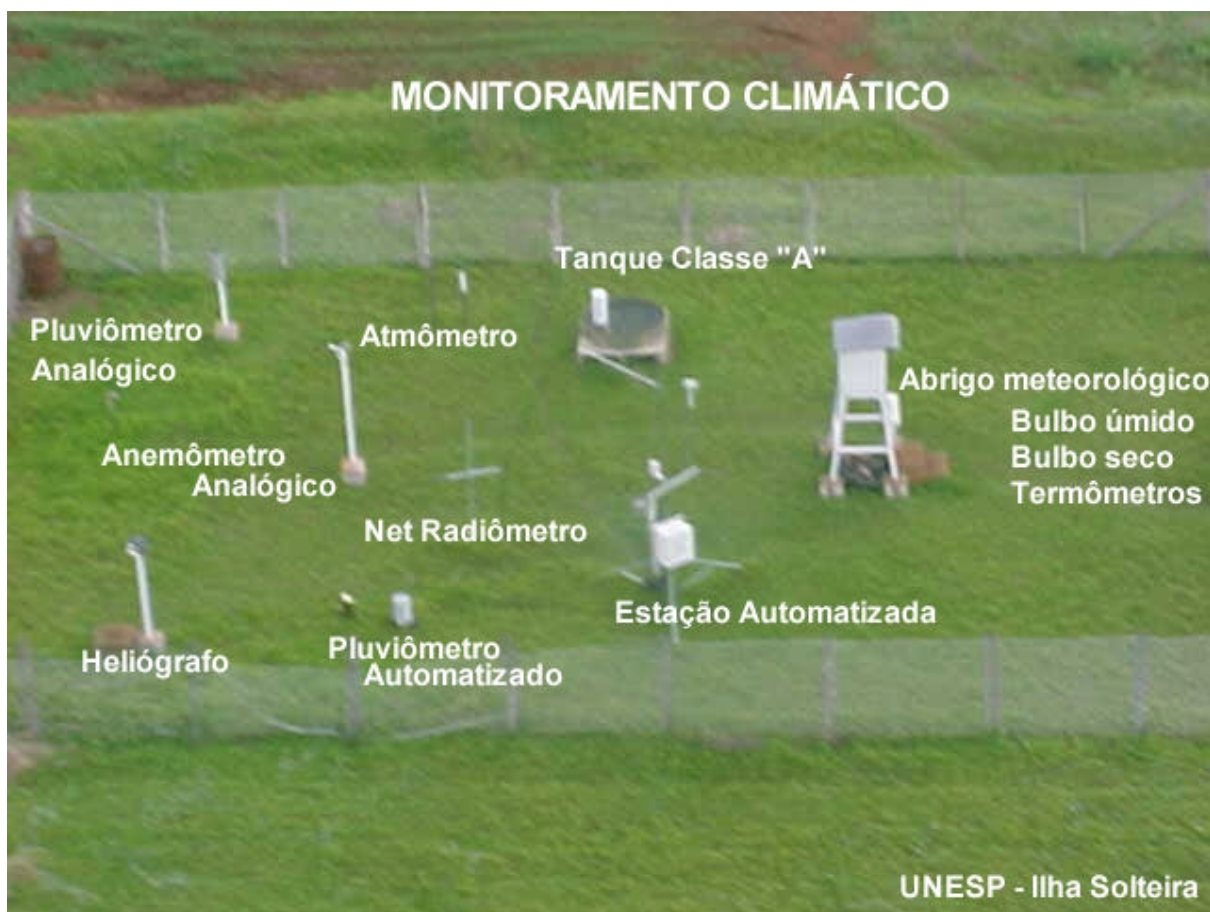


FIGURA 12 - Vista aérea da estação agrometeorológica utilizada neste trabalho com a identificação dos seus equipamentos.

3.3.2. Vazão

A montante da área assoreada existe uma represa, que em sua vertente, ponto "A", gera condições de tomada de vazão e a jusante, ponto "B", após a água se afunilar passando por uma galeria sob a estrada tem-se outro ponto favorável à tomada de vazão, conforme ilustra a FIGURA 9.

As vazões entre os pontos "A" e "B" foram medidas utilizando o método do Flutuador - Integrador (AZEVEDO NETO, 1973), com cinco tomadas de seção e

cinco repetições de tempo. Para obtenção de valores representativos, medidas, também foram tomadas, utilizando o método do vertedor triangular, que possui ângulo de 90° e equação de correlação $Q=1,4 \times H^{5/2}$ conforme o ANEXO e FIGURA 13 (VILLELA & MATOS, 1975), com tomadas de altura em intervalos de tempo constante.



FIGURA 13 - Ilustração das medições de vazão e da coletas de água a montante e a jusante da área experimental.

3.3.3. Evapotranspiração

A aquisição dos dados de evapotranspiração de referência (E_{to}), foi feita por sensores de temperatura e umidade relativa (Campbell, HMP45C Temperature and Relative Humidity Probe), radiação global (LI-200X Pyranometer), radiação líquida (Campbell Q-7.1 Net Radiometer) e velocidade do vento (Campbell 03001 Wind Sentry) também acoplados a um *datalogger* Campbell CR23X da estação agrometeorológica da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP (FIGURAS 5 e 12), que combina estes dados na equação de Penman – Monteith conforme ALLEN et al. (1998).

3.4. Qualidade da água

Foram coletadas amostras de dois litros de água, a montante e a jusante da área experimental, para a determinação de parâmetros relativos a sua qualidade, seguindo a metodologias de CAUDURO & DORFMAN (s.d.) e COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB (1998). Dessas amostras coletadas superficialmente ao corpo d'água e levadas ao laboratório foram analisadas as seguintes características influentes na irrigação: pH, condutividade elétrica, ferro total, cálcio, magnésio, dureza total, sólidos totais, sólidos solúveis e oxigênio dissolvido.

3.4.1. pH

O potencial hidrogeniônico representa a concentração de íons hidrogênio (H^+), dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. Este teor pode ser de origem natural através da dissolução de rochas,

absorção de gases da atmosfera, oxidação da matéria orgânica e fotossíntese. Pode ter também origem antropogênica, através de despejos domésticos (oxidação da matéria orgânica) e despejos industriais (por exemplo a lavagem ácida de tanques). Um valor de pH afastado da neutralidade pode afetar a vida aquática (ex.: peixes) e os microorganismos responsáveis pelo tratamento biológico dos esgotos (SPERLING, 1996).

O pH da amostra foi determinado pelo método eletromagnético seguindo as recomendações de CAUDURO & DORFMAN (s.d.) que consiste basicamente em colocar a amostra de água em copo de becker de 50ml, introduzir o eletrodo do medidor de pH e ler diretamente, no visor do aparelho, o valor.

3.4.2. Turbidez

É a interferência à passagem da luz através da água, causada por partículas insolúveis de solo, matéria orgânica, microorganismos e outros materiais, que desviam e/ou absorvem os raios luminosos que penetram na água. As partículas de turbidez, além de diminuir a claridade e reduzir a transmissão da luz na água, podem provocar o sabor e o odor da mesma, uma vez que “as partículas de turbidez transportam matéria orgânica absorvida” (ESTEVES, 1988).

Por ser de origem natural, não traz inconvenientes sanitários diretos, mas é esteticamente desagradável na água potável, e os sólidos em suspensão podem servir de abrigo para microorganismos patogênicos.

A turbidez da amostra foi determinado pelo método eletromagnético seguindo as recomendações de CAUDURO & DORFMAN (s.d.) que consiste basicamente em colocar a amostra de água em copo de becker de 50ml, introduzir o eletrodo do turbidímetro e ler diretamente, no visor do aparelho, o valor.

3.4.3. Condutividade elétrica

A condutividade elétrica da água é a propriedade de um sistema que lhe permite conduzir eletricidade, está diretamente relacionada com os elementos nela dissolvidos (CAUDURO & DORFMAN, s.d.), de grande importância, visto que pode fornecer informações tanto sobre o metabolismo do ecossistema aquático, como da produção primária (redução dos valores) e decomposição (aumento dos valores), como sobre outros fenômenos que ocorram na sua bacia de drenagem. Alguns fatores podem influenciar na composição iônica dos corpos d'água, como a geologia da bacia e o regime das chuvas. A condutividade detecta, ainda, as fontes poluidoras nos ecossistemas aquáticos e as diferenças geoquímicas do rio principal e seus afluentes.

A condutividade elétrica da amostra foi determinada pelo método eletromagnético (CAUDURO & DORFMAN, s.d.) que consiste basicamente em colocar a amostra de água em copo de becker de 50ml, introduzir o eletrodo do medidor da condutividade elétrica e ler diretamente, no visor do aparelho, o valor expresso em dS/m.

3.4.4. Ferro total

Segundo SPERLING (1996), o ferro é indesejável nos sistemas públicos de abastecimento de água, devido ao sabor que provoca e segundo HERNANDEZ & PETINARI (1998), incrustações e aumentos na perda de carga de sistemas de irrigação e acessórios das canalizações, acúmulo em depósitos no sistema de distribuição.

O Ferro total da amostra foi determinado pelo método comparativo, utilizando de um kit Merck Eisen-Test que utiliza colorimetria ferro - espectral. Com um reagente, que após diluído em 2ml da amostra e descansado por 3 minutos, realça um tom colorido que por comparação visual a padrões do kit, determina a concentração de ferro total em mg/l seguindo recomendações de (CAUDURO & DORFMAN, s.d.).

3.4.5. Dureza total

Na determinação da dureza total da amostra, utilizou-se 50ml de água em um erlenmeyer de 250ml e adicionou-se 1ml de solução tampão, pequena porção (0,05g) de indicador eriocromo preto T., homogeneizando e titulando com solução alcalina de EDTA 0,01M. Observando a cor de virada que passa do vermelho para o azul (CAUDURO & DORFMAN, s.d.).

A dureza total expressa em mg/l é igual ao volume em ml de EDTA multiplicado por 20.

3.4.6. Cálcio

Na determinação do Cálcio da amostra, utilizou-se 50ml de água em um erlenmeyer de 250ml e adicionando 2ml de hidróxido de sódio 0,5N, homogeneizando e titulando com solução alcalina de EDTA 0,01M, usando indicador murexida. Deve-se observar virada de cor, que passa do rosa para o violeta (CAUDURO & DORFMAN, s.d.).

A concentração de cálcio em mg/l é igual ao volume em ml de EDTA multiplicado por 20.

3.4.7. Magnésio

Para a determinação do Magnésio da amostra, subtraiu-se o cálcio da dureza total, e com uma pequena margem de erro tem-se a concentração de magnésio em mg/l (CAUDURO & DORFMAN, s.d.).

3.4.8. Sólidos totais e solúveis

Nas águas potáveis, a maior parte da matéria está na forma dissolvida e consiste principalmente de sais inorgânicos, pequenas quantidades de matéria orgânica e gases dissolvidos. Nas águas naturais, os sólidos dissolvidos estão constituídos principalmente por carbonatos, bicarbonatos, cloretos, sulfatos, fosfatos e, principalmente, nitratos de cálcio, magnésio, potássio, pequenas quantidades de ferro, magnésio e outras substâncias.

Os sólidos totais da amostra foram determinados seguindo as recomendações de CAUDURO & DORFMAN (s.d.) que consiste na secagem uma cápsula que foi lavada, aquecendo a 100°C na múfla durante 1 hora e esfriada no dessecador e pesada, colocando 100ml da amostra de água em seguida evaporando até o ponto de secura em estufa a 105°C, esfriando e pesando novamente, o valor de sólidos totais expresso em mg/l será a diferença entre o peso final e inicial da cápsula multiplicado por 10.000.

Na obtenção de sólidos solúveis o processo é o mesmo, sendo que ao ser colocada na cápsula, antes a amostra passa por um papel de filtro posicionado no frasco de kitassato retendo os sólidos insolúveis.

3.4.9. Oxigênio dissolvido

A maioria dos gases é solúvel na água, até um certo grau, ou reagem quimicamente com a água. Os dois principais gases atmosféricos, nitrogênio e oxigênio, quando não reagem quimicamente com a água, se dissolvem até um certo grau e a sua solubilidade é proporcional à pressão que o mesmo exerce sobre a água. A solubilidade do oxigênio varia enormemente com a temperatura (ESTEVES, 1988) e em menor grau com a salinidade.

Na determinação da concentração de oxigênio dissolvido de uma amostra de água, imediatamente após a coleta retira-se a tampa do tubo de vidro e adiciona-se 2ml de sulfato manganoso e com a mesma técnica adiciona-se 2ml de solução alcalina de iodeto-ázido de sódio, e depois de agitar e deixando decantar durante algum tempo para fixar o oxigênio, adiciona-se 2ml de ácido sulfúrico, separando 200ml da amostra em um erlenmeyer de 500ml e titulando com tiosulfato 0,025N até o aparecimento de uma cor palha, adicionar gotas de amido e continuar titulando até o ponto de viragem incolor.

A quantidade de ml gasto de tiosulfato 0,025N é o valor da concentração de de OD em ml/l.

3.5. Macrófitas aquáticas

Com o assoreamento, partículas se depositaram no talvegue favorecendo a redução laminar e o alargamento do espelho d'água, conforme FIGURA 1, formando uma área de aproximadamente 3,9 hectares saturada.

Análises realizadas em 26 de novembro de 2002 no Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Fitossanidade Engenharia Rural e Solos da UNESP, mostraram que o solo é composto de 59g/dm³ de matéria orgânica média

propiciando a cobertura do talvegue pelas macrófitas aquáticas conforme ilustra as FIGURAS 3 e 14.



FIGURA 14 - Ilustração do talvegue tomado de macrófitas aquáticas.

Para identificação da macrófita mais presente no talvegue, foram feitas visitas a campo, onde identificou-se um *stand* de *Typha angustifolia*, que possui características gerais de – planta perene, herbácea, ereta, rizomatosa, aquática, de caule cilíndrico como mostra a FIGURAS 15, 16 e 17, com 2-3 metros de altura e nativa da América do Sul, propagando-se por sementes e vegetativamente através de rizomas. Trata-se de uma planta aquática muito freqüente em margens de lagos, lagoas ou represas, canais de drenagem e baixadas pantanosas em geral. É bastante vigorosa, chegando a produzir 7.000kg de rizoma por hectare. Seus rizomas são comestíveis, possuindo um teor de proteína igual ao do milho e de carboidratos igual ao da batata. A folha fornece fibra para o fabrico do papel (LORENZI, 2000).



FIGURA 15 - Foto do corte da tabôa coletada na área experimental.



FIGURA 16 - Foto das raízes da tabôa coletada na área experimental.



FIGURA 17 - Foto do aerênquima da tabôa coletada na área experimental.

Como as relações entre as macrófitas e o manancial não estão elucidadas, buscou-se defini-las, através da avaliações dos parâmetros coletados, a montante e a jusante do talvegue coberto pela tabôa, bem como, com observações de campo e pesquisa em outras literaturas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme HERNANDEZ et al (2001-A), a vazão e a qualidade da água de um manancial é sensivelmente afetada pela pluviosidade que ocorre na bacia hidrográfica. Todavia, é de se esperar que em uma bacia geologicamente degradada, o assoreamento faz com que o manancial aumente a superfície de espelho d'água, porém com diminuição da profundidade laminar, tal como a área de estudo ilustrada na FIGURA 1, onde se observa a situação original e ideal (A) e assoreada e coberta de macrófitas aquáticas (B).

4.1. Balanço hídrico

Confrontando os dados de vazão e precipitação pode-se fazer estudos referentes ao manejo de bacias, porque é um bom parâmetro de avaliação quando o interesse for estudar o efeito de ações realizadas em uma microbacia. Isto posto, na TABELA 5 estão expressos os dados levantados durante o processo de monitoramento onde a evapotranspiração da cultura Etc, foi calculada a partir da evapotranspiração de referência, obtida da estação meteorológica, multiplicada pelo coeficiente da cultura K_c (tabôa) que, proposto por GLENN et al. (1995) é de 0,75, enquanto que a FIGURA 18 traz a relação entre a precipitação ocorrida e os valores de vazão.

TABELA 5 - Dados de vazão por flutuador e dados meteorológicos coletados durante o experimento.

Data	Qe	Qs	Variação da vazão	P acumulada	ETo_PN-M acumulada	ETc-Typha	Tempo entre coleta
	($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$)	($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$)	($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$)	(mm/dias)	(mm/dias)	(mm/dias)	(dias)
12/Jul/01	233,7	220,4	13,3	0,0	0,0	0,0	0
30/Ago/01	105,7	126,0	-20,3	27,4	174,8	132,1	49
20/Set/01	78,5	79,4	-0,9	12,2	97,4	73,6	21
02/Out/01	105,0	110,2	-5,3	48,3	49,0	37,0	12
22/Nov/01	144,5	197,4	-52,8	224,0	241,5	182,6	51
20/Dez/01	124,4	138,8	-14,4	155,7	123,7	93,5	28
15/Jan/02	228,7	295,8	-67,1	198,1	117,7	89,0	26
23/Jan/02	274,8	239,5	35,2	30,5	37,6	28,4	8
18/Fev/02	279,0	201,6	77,4	287,8	128,8	97,4	26
07/Mar/02	141,9	150,7	-8,8	56,4	77,3	58,4	17
02/Abr/02	144,7	134,2	10,5	107,2	137,4	103,9	26
16/Abr/02	97,3	132,1	-34,9	0,8	73,8	55,8	14
30/Abr/02	122,6	136,1	-13,5	0,0	71,4	54,0	14
14/Mai/02	200,5	162,9	37,7	22,6	51,1	38,6	14
28/Mai/02	97,6	145,1	-47,5	30,0	42,8	32,4	14
25/Jun/02	101,2	131,6	-30,5	0,0	93,4	70,6	28
02/Jul/02	72,2	63,7	8,5	0,0	22,2	16,8	7
08/Ago/02	140,8	115,1	25,7	44,2	112,8	85,3	37
27/Ago/02	98,5	122,5	-23,9	0,0	95,7	72,3	19
19/Set/02	154,1	118,3	35,8	74,7	71,4	54,0	23
08/Out/02	67,7	72,4	-4,7	32,0	83,2	62,9	19
07/Nov/02	84,5	105,2	-20,7	49,5	155,9	117,9	30
13/Dez/02	69,5	98,0	-28,5	133,2	191,8	145,0	36
Média	137,7	143,3	-	66,7	97,9	74,0	24

Obs.: Onde Qe = vazão que entra, Qs = vazão que sai, P = precipitação, Eto_PN-M = evapotranspiração de referência de Penman – Monteith e Etc-Typha = evapotranspiração da cultura Typha.

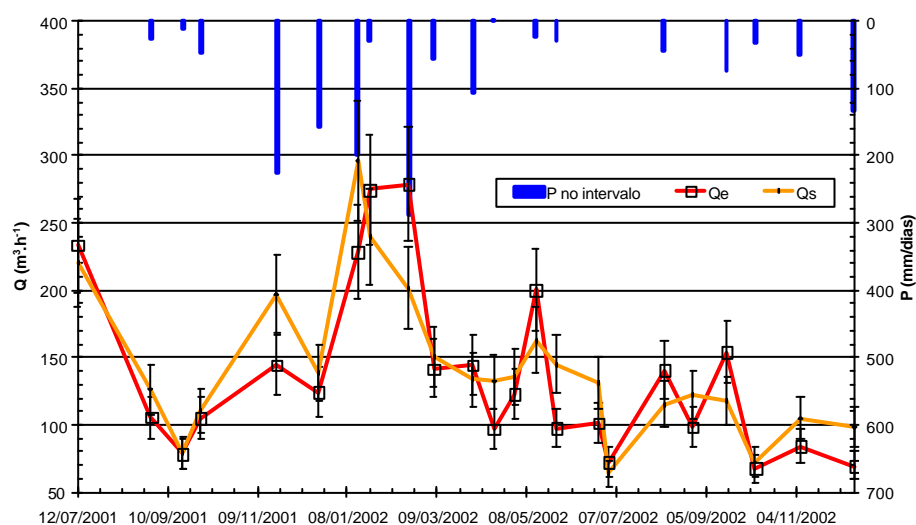


FIGURA 18 - Gráfico da vazão por flutuador com erro de 14,8% e precipitação no intervalo de tempo entre as coletas.

De acordo com LANÇA & RODRIGUES (2000) deve-se ter muita cautela ao se inferir sobre a diminuição ou aumento de vazão entre os intervalos de dias com dados coletados em amostras aleatórias pois estes podem não representar com realidade o balanço de massa, pois as tomadas de vazão foram realizadas, todas, em períodos de não precipitação, onde as vazões não estão sendo afetadas pelo escoamento superficial direto e sim pelo lençol e o armazenamento de água no solo é que condiciona a vazão de saída.

Assim, fazendo uma média entre as vazões de entradas e saídas, observa-se que as situações em que as vazões na bacia responderam à precipitação acumulada no período foram freqüentes, como mostra a FIGURA 19.

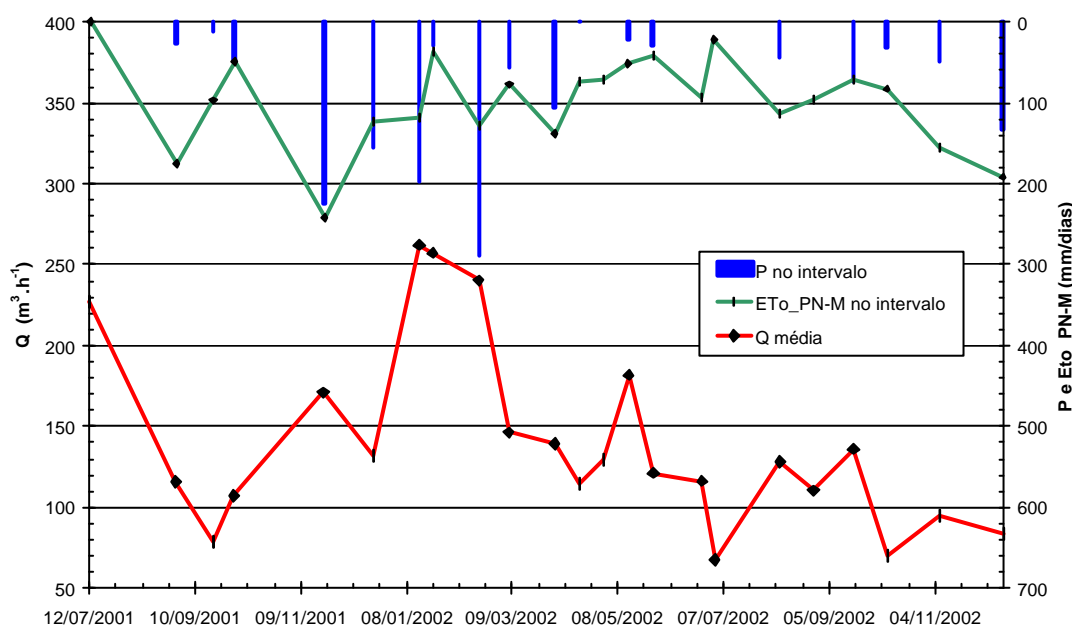


FIGURA 19 – Dados de vazão média por flutuador, precipitação e evapotranspiração acumulada entre as coletas.

Como os valores de vazão foram coletados instantaneamente e em amostras aleatórias, numa bacia com baixo tempo de concentração, não se pode esperar uma correlação perfeita com a chuva total no período anterior entre as amostras.

Os dados do monitoramento da TABELA 5 não podem ser trabalhados com metodologia de balanço de massa pois as coletas tiveram, em média, intervalos de 24 dias e a resposta a precipitação é da ordem de minutos como mostra a TABELA 4.

A coleta de dados na ordem de minutos permite o trabalho com balanço de massa, com base na verificação teórica abaixo.

VILLELA & MATTOS (1975) demonstra que a vazão superficial (Q_{sup}) de um manancial é diretamente proporcional ao comprimento do leito de um rio (L_{rio}) portanto vem que:

$$Q_{sup} = a.L_{rio} \quad (5)$$

$$\frac{Q}{L_{total}} \cong \frac{\Delta Q}{L_{trecho}} \quad (6) ; \text{ se não houver nenhuma perturbação.}$$

Para uma vazão típica da ordem de $100m^3/h$ e um comprimento total de leito de 2710m, foi estimada uma variação de vazão esperada no volume de controle que possui 300 metros de comprimento.

$$\frac{100m^3/h}{2710m} \cong \frac{\Delta Q}{300m} \quad (7)$$

$$\Delta Q \cong 11m^3/h \quad (8)$$

$$\text{Portanto espera-se: } \frac{\Delta Q}{Q} \cong \frac{11m^3/h}{100m^3/h} \cong 11\% \quad (9)$$

$$\text{Ou melhor: } Q_{jusante} \cong Q_{montante} + 11\% \quad (10)$$

Portanto, somente com erro inferior a 11% em medições de vazão e com intervalo de medição menores que 1 hora torna-se possível a utilização do balanço de massa.

Segundo DOEBELIN (1975), o erro de instrumentação pode ser estimado através da combinação das componentes envolvidas na medição de vazão, conforme ilustração na FIGURA 20.

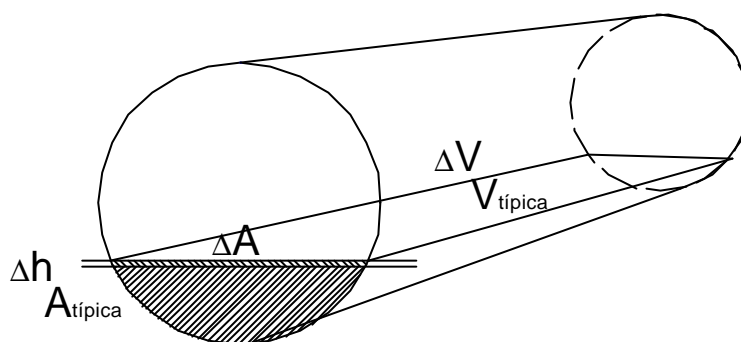


FIGURA 20 – Ilustração da manilha de medição de vazão.

$$Q = A.V \quad (11)$$

A vazão Q é resultado da área " A " multiplicada pela velocidade " V ", onde o erro mínimo é $(A - \Delta A).(V - \Delta V)$ e o erro máximo $(A + \Delta A).(V + \Delta V)$.

$$Q = f(A, V) \quad (12)$$

$$Q \pm \Delta Q = f(A \pm \Delta A, V \pm \Delta V) \quad (13)$$

$$Q \pm \Delta Q = (A \pm \Delta A).(V \pm \Delta V) \quad (14)$$

$$Q \pm \Delta Q = A.V \pm A.\Delta V \pm \Delta A.V \pm \Delta A.\Delta V \quad (15)$$

Se o $Q = A.V$ e $\Delta A.\Delta V$ é desprezível em termos de instrumentação, temos que:

$$\pm \Delta Q = \pm A.\Delta V \pm \Delta A.V \text{ comparando com uma função geral seria:}$$

$$\text{se } N = f(u_1, u_2) \text{ então } N \pm \Delta N = f(u_1 \pm \Delta u_1, u_2 \pm \Delta u_2)$$

Aplicando série de Taylor vem que:

$$f(u_1 \pm \Delta u_1, u_2 \pm \Delta u_2) = f(u_1, u_2) + \Delta u_1 \cdot \frac{\partial f}{\partial u_1} + \Delta u_2 \cdot \frac{\partial f}{\partial u_2} \quad (16)$$

parte significativa em termos de erro instrumental mais,

$$\frac{1}{2} \left[(\Delta u_1)^2 \frac{\partial^2 f}{\partial u_1^2} + (\Delta u_2)^2 \frac{\partial^2 f}{\partial u_2^2} \right] + \frac{1}{3} [\dots] \dots \quad (17) \text{ parte desprezível.}$$

Para termos de estimativa de erro a série de Taylor fornece uma equação que varia em função das variáveis, mas em instrumentação interessa valores médios. Por isso a equação se restringe a:

$$\Delta Q \cong \Delta A \frac{\partial Q}{\partial A} + \Delta V \frac{\partial Q}{\partial V} \quad (18)$$

Experimentalmente para uma vazão típica de 100m³/h a variação de 5mm na leitura da altura de lâmina d'água e uma variação de 1segundo para o tempo de percurso do flutuador resulta num erro de 14, 8% que é superior a variação estimada

de vazão no intervalo do volume de controle, impossibilitando a utilização deste método para trabalho com balanço de massa.

Foram efetuadas medições de vazão horárias a montante e a jusante do volume de controle, obtendo-se e os dados expressos na FIGURA 21.

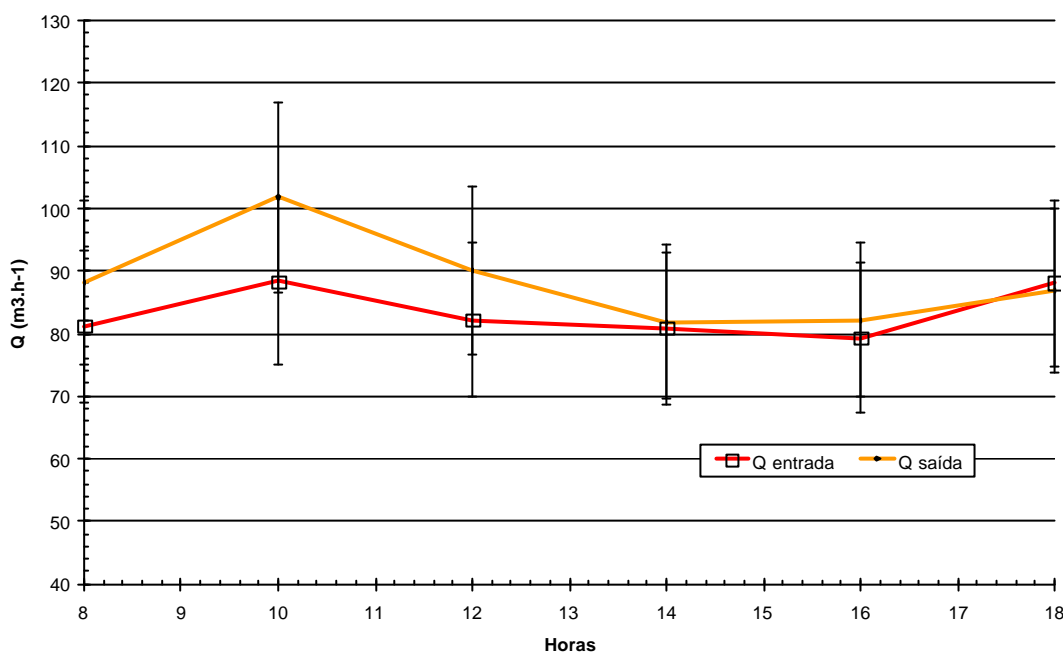


FIGURA 21 - Gráfico da vazão horária por flutuador com margem de 14,8% de erro.

Já utilizando vertedores em "V", pode-se estimar um erro experimental em função de apenas uma variável. Com uma vazão típica de $100\text{m}^3/\text{h}$ e um erro na leitura da altura laminar de 2mm, provoca-se um erro de 1,9%, permitindo medir as diferenças de vazão no trecho experimental.

Foram adotados, portanto, os vertedores triangulares com ângulo de 90° numa segunda campanha de medição onde foram obtidos os dados da TABELA 6 que integrados no tempo resultam a TABELA 7. A visualização dos dados na FIGURA 22, juntamente com as barras de erro verifica que, conforme previsto pelos cálculos, as barras de erro não se superpõem.

TABELA 6 - Dados de vazão medidos por vertedor em "V" no dia 22 de fevereiro de 2003.

Dados de Vazão horário			
Hora	Q entrada (m ³ /h)	Q saída (m ³ /h)	Qs-Qe (m ³ /h)
15:45	71,03	77,90	6,87
16:00	71,03	77,90	6,87
16:15	70,01	76,85	6,84
16:30	68,02	75,81	7,79
16:45	67,03	75,81	8,78
17:00	67,03	72,75	5,72
17:15	67,03	72,75	5,72
17:30	67,03	72,75	5,72
17:45	64,14	70,74	6,60
18:00	64,14	70,74	6,60
18:15	64,14	68,77	4,63
Vazão média	67,33	73,89	6,56

TABELA 7 - Dados de volume calculados por integração dos dados de vazão medidos dia 22 de fevereiro de 2003.

Volumes (m ³)	Entrada	Saída	Vs-Ve
	168,26	184,86	16,60

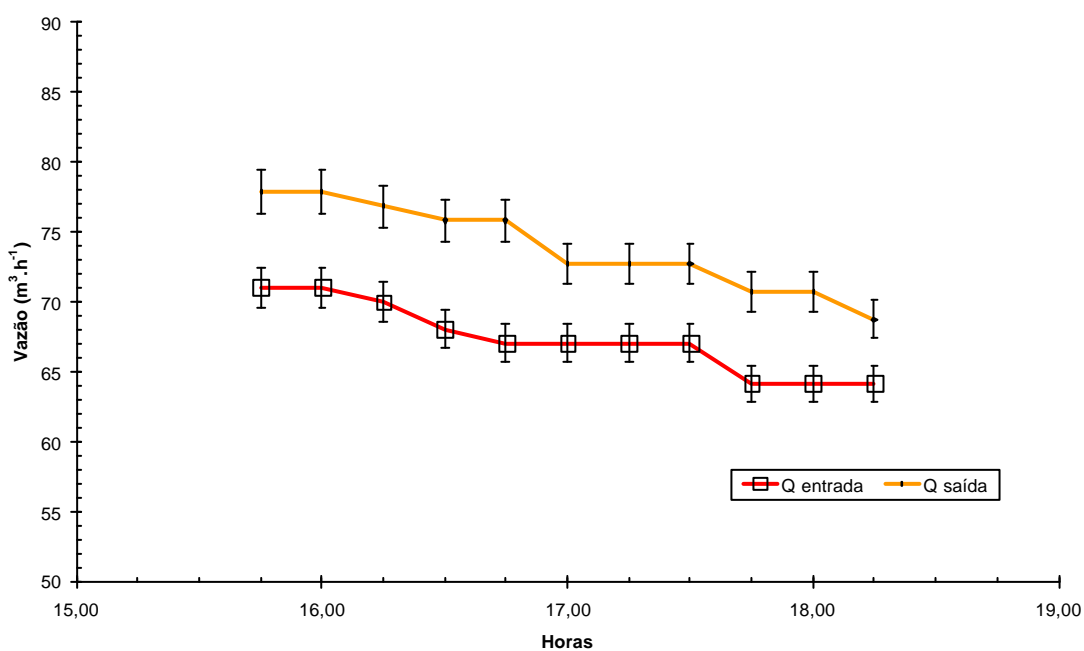


FIGURA 22 - Gráfico da vazão por vertedor com erro de 1,9%, coletados dia 22 de fevereiro de 2003.

O monitoramento dos dados climáticos foi expresso na TABELA 8 e na FIGURA 23, os quais serviram de base para os cálculos do balanço hídrico.

TABELA 8 - Dados meteorológicos obtidos da estação no dia 22 de fevereiro de 2003.

Intervalo de tempo	Eto_PN-M (mm)	ETc_Tabôa (mm)
15:45:00-16:00:00	0,17	0,13
16:00:00-16:15:00	0,17	0,13
16:15:00-16:30:00	0,13	0,10
16:30:00-16:45:00	0,13	0,10
16:45:00-17:00:00	0,13	0,10
17:00:00-17:15:00	0,13	0,10
17:15:00-17:30:00	0,08	0,06
17:30:00-17:45:00	0,08	0,06
17:45:00-18:00:00	0,08	0,06
18:00:00-18:15:00	0,08	0,06
Total	1,16	0,87

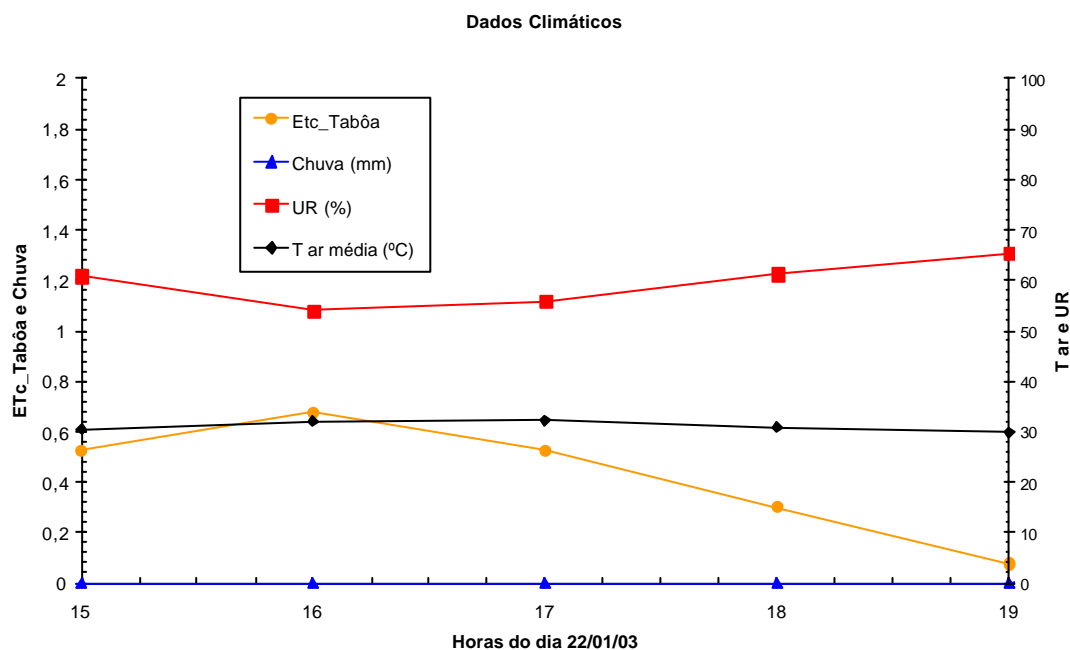


FIGURA 23 - Gráfico de dados meteorológicos coletados da estação dia 22 de fevereiro de 2003.

Retomando a EQUAÇÃO (1), com os dados das TABELAS 6, 7 e 8, tem-se:

$$\frac{168,26m^3}{39.000m^2} + 0 - 0,00087 - I - \frac{184,86m^3}{39.000m^2} = \frac{\Delta S}{39.000m^2} \quad (19)$$

$$0,00431 + 0 - 0,00087 - I - 0,00474 = \Delta S/A \quad (20)$$

$$I + (\Delta S/A) = -0,0013m \quad \text{ou} \quad I + (\Delta S/A) = -50,7m^3 \quad (21)$$

Uma vez que ΔS deve ser positivo no caso de aumento da vazão no tempo e negativo no caso contrário, pode-se esperar que a contribuição do lençol para com o talvegue seja inferior a $50 \text{ m}^3/\text{h}$ no volume de controle. Este valor levaria a condutividade hidráulica a uma ordem de grandeza inferior a 10^{-3} m/h , um valor aceitável segundo TODD (1980), tendo em vista a classificação granulométrica do solo do local.

Os dados existentes nas TABELAS 6 e 7 possibilitam a avaliação do parâmetro de contribuição hídrica da bacia pôr metro de talvegue, onde a vazão média de saída de $73,89\text{m}^3/\text{h}$ e um comprimento total de talvegue de $2710,07\text{m}$, resulta em uma contribuição média de $27,3\text{L/h/m}$ do leito do talvegue, comparando com a contribuição do volume de controle que foi de $21,8\text{L/h/m}$, resultado de $6,56\text{m}^3/\text{h}$ em 300m , observa-se uma taxa de contribuição 20% menor que a média do leito total.

ROCHA et al. (2002) em estudos estatísticos de previsão hidrométrica, comparou dois pontos de medição de vazão utilizando apenas níveis fluviométricos e observou que regime hidrológico de uma bacia é determinado por suas

características físicas e climáticas e os fatores mais importante são: a precipitação, que é o principal *INPUT* do balanço hidrológico, sua distribuição e modos de ocorrências; a evaporação que é responsável direta pela redução do escoamento superficial por retirar da superfície grande quantidade de água, incorporando-a na atmosfera. Existem também fatores climáticos importantes que são: a temperatura, a umidade relativa e o vento, principalmente pela influência que exercem sobre a precipitação e evaporação. E com base nos quantitativos, estimou uma vazão específica para a bacia da ordem de 16L/s/km^2 , que seria a capacidade da bacia de produzir água.

SIMÕES et al. (2000) após o monitoramento das características físicas (naturais e modificadas), relações entre climatologia e processos de inundação na área urbana da bacia degradada do Rio dos Mottas, identificou grande fragilidade natural, físico-ambiental e uma quase total inaptidão para os processos de urbanização devido aos processos erosivos dos taludes e as condições de sedimentação do leito.

Dessa maneira, uma hipótese é de que este volume de água 20% menor que percolou do lençol para o leito do rio é proporcionado pelo assoreamento de partículas finas na área onde a macrófita aquática se proliferou e também pelo gradiente hidráulico em função da geometria da bacia.

4.2. Qualidade de água

Neste item são discutidas as caracterizações dos principais parâmetros analisados neste estudo e correlacionados na TABELA 9 (covariância dos dados dividida pelo produto de seus desvios padrão) e com ênfase nos aspectos naturais de cada um deles, buscando destacar as relações da macrófita aquática *Typha angustifolia* com a qualidade da água, sob o ponto de vista de diversos autores.

TABELA 9 – Correlação dos dados nos períodos totais, de seca e chuva.

Período total	Qe	Qs	(mm/dias)	CE saída	CE entrada	Mg na Saída	Mg na Entrada	Sólidos Totais Saída	Sólidos Totais Entrada	Turbidez Saída	Turbidez Entrada	Ca na Saída	Ca na Entrada	Ferro Total Saída	Ferro Total Entrada	Dureza Saída	Dureza Entrada	Sólido Dissolvidos Saída	
	Qe	1,00																	
Qs	0,85	1,00																	
(mm/dias)	0,46	0,49	1,00																
CE saída	-0,71	-0,73	-0,32	1,00															
CE entrada	-0,49	-0,53	-0,47	0,35	1,00														
Mg na Saída	-0,26	-0,18	0,05	0,34	0,39	1,00													
Mg na Entrada	-0,19	-0,16	-0,01	0,15	0,25	0,26	1,00												
Sólidos Totais Saída	0,05	0,09	0,05	0,08	0,03	0,39	0,01	1,00											
Sólidos Totais Entrada	-0,29	-0,08	-0,26	0,09	0,35	0,07	0,05	-0,15	1,00										
Turbidez Saída	-0,40	-0,31	-0,12	0,38	0,14	0,65	-0,18	0,22	-0,04	1,00									
Turbidez Entrada	-0,19	-0,05	-0,09	0,15	0,31	0,55	0,32	0,12	-0,03	0,35	1,00								
Ca na Saída	-0,30	-0,20	-0,19	0,21	0,09	-0,11	-0,10	-0,33	0,52	0,14	-0,21	1,00							
Ca na Entrada	0,01	-0,06	-0,25	0,11	0,19	0,12	-0,28	0,10	0,23	0,07	-0,13	0,54	1,00						
Ferro Total Saída	-0,41	-0,23	-0,09	0,28	0,13	0,51	-0,11	-0,01	-0,12	0,74	0,52	0,18	0,10	1,00					
Ferro Total Entrada	-0,31	-0,20	-0,12	0,21	0,32	0,46	0,23	0,05	0,19	0,28	0,44	0,36	0,28	0,56	1,00				
Dureza Saída	-0,36	-0,27	-0,05	0,41	0,50	0,72	0,20	0,19	0,23	0,66	0,35	0,44	0,44	0,51	0,45	1,00			
Dureza Entrada	-0,17	-0,22	-0,17	0,20	0,43	0,32	0,58	0,02	0,18	-0,07	0,04	0,33	0,52	0,02	0,47	0,52	1,00		
Sólido Dissolvidos Saída	-0,01	0,15	0,08	-0,01	-0,21	0,29	-0,23	0,53	0,08	0,50	0,20	-0,16	-0,01	0,11	-0,24	0,22	-0,31	1,00	
Sólido Dissolvidos Entrada	0,12	0,33	0,03	-0,35	-0,32	-0,14	-0,16	-0,06	0,15	0,16	0,18	0,09	-0,05	0,18	-0,03	-0,04	-0,23	0,38	
pH Saída	0,22	0,12	-0,09	-0,09	0,18	0,13	0,03	0,52	-0,02	-0,09	0,15	-0,39	0,05	-0,36	0,01	-0,08	0,07	0,32	
pH Entrada	0,10	0,02	-0,07	0,23	0,32	0,30	-0,02	0,40	0,04	-0,07	-0,06	-0,17	0,14	-0,28	0,05	0,12	0,13	-0,01	

Período seco	Qe	Qs	(mm/dias)	CE saída	CE entrada	Mg na Saída	Mg na Entrada	Sólidos Totais Saída	Sólidos Totais Entrada	Turbidez Saída	Turbidez Entrada	Ca na Saída	Ca na Entrada	Ferro Total Saída	Ferro Total Entrada	Dureza Saída	Dureza Entrada	Sólido Dissolvidos Saída	
	Qe	1,00																	
Qs	0,93	1,00																	
(mm/dias)	0,48	0,44	1,00																
CE saída	-0,62	-0,64	-0,26	1,00															
CE entrada	-0,62	-0,65	-0,59	0,42	1,00														
Mg na Saída	-0,44	-0,42	-0,08	0,45	0,31	1,00													
Mg na Entrada	-0,27	-0,26	0,29	0,21	-0,09	0,02	1,00												
Sólidos Totais Saída	0,07	0,12	0,01	0,33	-0,10	0,26	-0,23	1,00											
Sólidos Totais Entrada	-0,43	-0,51	-0,28	0,47	0,42	0,03	0,23	0,39	1,00										
Turbidez Saída	-0,57	-0,49	-0,43	0,37	0,49	0,69	-0,21	0,13	-0,19	1,00									
Turbidez Entrada	-0,22	-0,06	-0,38	0,11	0,37	0,61	0,07	0,12	-0,14	0,57	1,00								
Ca na Saída	0,02	-0,03	-0,03	0,00	0,14	-0,48	-0,04	-0,10	0,50	-0,65	-0,49	1,00							
Ca na Entrada	0,13	0,07	-0,22	0,06	0,09	-0,11	-0,53	0,10	0,27	-0,35	-0,27	0,74	1,00						
Ferro Total Saída	-0,37	-0,24	-0,44	0,07	0,42	0,38	-0,10	-0,48	-0,48	0,61	0,59	-0,25	-0,05	1,00					
Ferro Total Entrada	-0,13	-0,13	0,09	0,16	0,33	0,47	0,02	-0,40	-0,23	0,14	0,32	0,16	0,32	0,62	1,00				
Dureza Saída	-0,45	-0,44	-0,63	0,52	0,81	0,25	-0,30	0,17	0,49	0,28	0,28	0,44	0,56	0,34	0,38	1,00			
Dureza Entrada	-0,12	-0,27	0,09	0,22	0,18	-0,19	0,15	-0,38	0,37	-0,50	-0,51	0,81	0,63	-0,08	0,47	0,36	1,00		
Sólido Dissolvidos Saída	-0,20	-0,10	-0,32	0,18	0,03	0,19	-0,31	0,76	0,21	0,44	0,24	-0,32	-0,14	-0,18	-0,57	0,10	-0,66	1,00	
Sólido Dissolvidos Entrada	0,04	0,15	-0,28	-0,29	0,07	-0,24	-0,02	-0,22	-0,03	-0,11	0,29	-0,11	-0,14	0,04	-0,17	-0,09	-0,27	0,11	
pH Saída	0,08	0,08	0,18	0,22	0,07	0,23	-0,41	0,82	0,19	0,29	-0,01	-0,16	0,01	-0,36	-0,25	0,16	-0,34	0,58	
pH Entrada	0,23	0,25	0,48	0,23	-0,19	0,06	-0,26	0,50	0,10	-0,15	-0,27	0,01	0,13	-0,53	-0,08	-0,07	-0,03	0,20	

Período chuvoso	Qe	Qs	(mm/dias)	CE saída	CE entrada	Mg na Saída	Mg na Entrada	Sólidos Totais Saída	Sólidos Totais Entrada	Turbidez Saída	Turbidez Entrada	Ca na Saída	Ca na Entrada	Ferro Total Saída	Ferro Total Entrada	Dureza Saída	Dureza Entrada	Sólido Dissolvidos Saída	
	Qe	1,00																	
Qs	0,77	1,00																	
(mm/dias)	0,69	0,76	1,00																
CE saída	-0,82	-0,81	-0,49	1,00															
CE entrada	-0,38	-0,45	-0,55	0,30	1,00														
Mg na Saída	-0,20	-0,09	-0,12	0,31	0,49	1,00													
Mg na Entrada	-0,14	-0,09	-0,16	0,10	0,49	0,39	1,00												
Sólidos Totais Saída	0,01	0,05	-0,08	-0,02	0,11	0,42	0,10	1,00											
Sólidos Totais Entrada	-0,13	0,30	0,02	-0,26	0,26	0,19	-0,01	-0,30	1,00										
Turbidez Saída	-0,37	-0,26	-0,27	0,43	0,03	0,63	-0,18	0,24	0,07	1,00									
Turbidez Entrada	-0,09	0,01	0,11	0,22	0,26	0,68	0,74	0,20	-0,02	0,28	1,00								
Ca na Saída	-0,56	-0,29	-0,14	0,37	0,04	0,10	-0,12	-0,40	0,51	0,51	0,04	1,00							
Ca na Entrada	-0,27	-0,32	-0,43	0,24	0,41	0,69	0,20	0,27	0,13	0,78	0,31	0,38	1,00						
Ferro Total Saída	-0,46	-0,21	-0,07	0,52	-0,07	0,65	-0,12	0,26	0,11	0,89	0,42	0,51	0,52	1,00					
Ferro Total Entrada	-0,45	-0,23	-0,07	0,23	0,30	0,50	0,38	0,22	0,34	0,36	0,64	0,44	0,34	0,56	1,00				
Dureza Saída	-0,45	-0,28	-0,28	0,46	0,50	0,85	0,39	0,16	0,29	0,75	0,60	0,53	0,84	0,69	0,54	1,00			
Dureza Entrada	-0,22	-0,18	-0,27	0,17	0,57	0,62	0,94	0,20	0,06	0,14	0,77	0,03	0,53	0,11	0,47	0,65	1,00		
Sólido Dissolvidos Saída	0,24	0,44	0,14	-0,26	-0,42	0,39	-0,15	0,47	0,03	0,61	0,14	0,01	0,48	0,52	0,03	0,31	0,05	1,00	
Sólido Dissolvidos Entrada	0,25	0,56	0,27	-0,44	-0,69	-0,04	-0,30	0,05	0,25	0,37	-0,05	0,24	0,15	0,35	0,04	0,01	-0,20	0,81	
pH Saída	0,46	0,21	0,03	-0,47	0,23	0,09	0,45	0,47	-0,31	-0,28	0,36	-0,63	0,04	-0,38	0,14	-0,14	0,40	0,04	
pH Entrada	-0,02	-0,18	-0,09	0,23	0,72	0,54	0,23	0,43	-0,09	-0,01	0,28	-0,36	0,14	0,00	0,12	0,28	0,27	-0,28	

4.2.1. Relações macrófitas aquáticas e sedimentos

Nas condições de assoreamento do manancial em estudo, todo coberto pela vegetação aquática denominada *Typha angustifolia*, a perspectiva de alterações quantitativa e qualitativa da água entre dois pontos distantes entre si ao longo do corpo d'água é grande, necessitando de estudos mais aprofundados que isolem o efeito da perda de água no leito por percolação e por evapotranspiração. Seria ideal que esses termos fossem isolados também entre transpiração das macrófitas e evaporação da superfície livre, pois como observa-se na FIGURA 14 em uma área completamente coberta pela tabôa a advecção é praticamente inexistente, podendo-se dizer que a evaporação da água na superfície é desprezível.

As regiões alagadas com macrófitas aquáticas também chamadas de *wetlands* naturais tem um papel significativo em processar nutrientes e substâncias tóxicas e em regular seu fluxo na água aberta. Substâncias são retidas ou removidas, ao menos em parte, pelo vários processos físico - químicos e biológicos. Por exemplo, as circunstâncias anaeróbicas causadas pela inundação ajudam na remoção do nitrogênio da coluna da água pela desnitrificação e pela imobilização microbiológica. *Wetlands* naturais sob determinadas circunstâncias hidrológicas agem como um dissipador para estes nutrientes e substância orgânica tóxica. A vegetação das *wetland* naturais ajuda na fixação do silte, seus nutrientes e substâncias tóxicas (ABISSY & MANDI, 1999).

Estudos conduzidos por WHITE & GANF (2001) e WHITE & GANF (1998) mostraram que regiões saturadas por assoreamento, tendem a apresentar uma proliferação de macrófitas aquáticas e que a biomassa e sua distribuição respondem ao tipo de sedimento, tal como plantas que crescem no barro, apresentam maior capacidade no transporte de oxigênio conforme visualizado na FIGURA 16. Para

estes autores, as raízes e rizomas da maioria do macrófitas emergente, crescem em sedimentos que são anóxicos. Como tal, para da planta, há pequeno ou nenhum oxigênio livre sob o solo. Uma estratégia comum entre uma gama extensiva de macrófitas emergentes, porém, com uma certa elasticidade de ocupação, é que para superar as tensões associadas com sedimento anóxico, utilizam o fluxo convectivo, como um resultado de elevadas pressões gasosas dentro da lacuna de parte da planta, acima do solo, um fluxo de gás convectivo, com composição mais ou menos atmosférica, passa por brotos jovens, pelos rizomas velhos e solta o gás por brotos mais velhos e mais porosos (FIGURA 16).

Para WHITE & GANF (1998), embora o fluxo convectivo atravessasse rizomas velhos, não tem recorrência às raízes; as raízes não tem a continuidade de gás-espaço, nem baixas resistências permitem tal transmissão. Assim, a provisão de oxigênio para a raiz é dependente em difusão, onde essa taxa é proporcional à concentração de oxigênio a base da raiz. Com aumentos de convecção, a concentração de oxigênio à base da raiz e o processo de transmissão podem melhorar a aeração das raízes, em comparação com uma planta que falta habilidade para fluxo convectivo, como resultado, estas plantas deveriam ter raízes mais longas a qualquer determinado potencial de redox de sedimento, comparado com plantas que confiam em difusão por transporte gasoso (FIGURA 17).

Ainda, o oxigênio passará radialmente para fora das raízes, depositando-se na rizosfera. A taxa de provisão de oxigênio para a rizosfera dependerá das forças relativas das raízes. Plantas de *Typha angustifolia* tiveram diferentes morfologias, quando crescidas em diferentes sedimentos, tal que, a taxa de provisão de oxigênio seria maior em plantas que crescem debaixo de condições potenciais de redox mais

negativo. Observada em todos os tecidos condutivos: folhas, rizomas e raízes, (WHITE & GANF, 1998).

4.2.2. Condutividade elétrica

Na FIGURA 24 encontra-se as medidas da condutividade elétrica coletadas, durante o trabalho, a montante e a jusante da área experimental em função da precipitação.

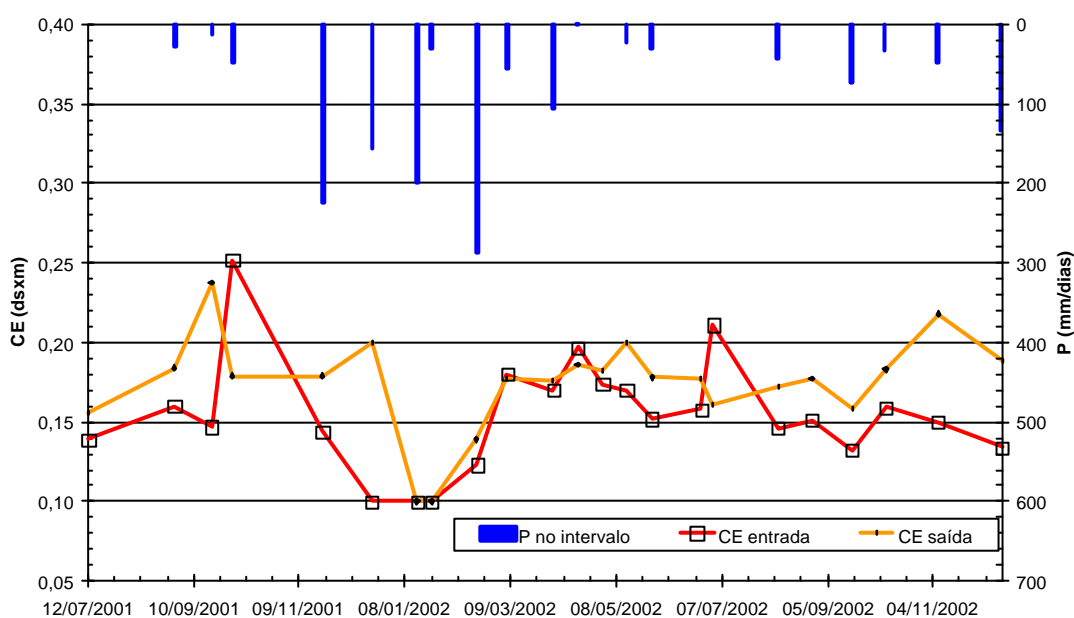


FIGURA 24 - Medidas de condutividade elétrica e precipitação ao longo do tempo, a montante e a jusante da área experimental.

Conforme CAUDURO & DORFMAN (s.d.), a condutividade informa sobre o metabolismo do ecossistema aquático mas a produção primária e a decomposição de matéria orgânica são melhor explicitados pelo potencial de redox.

Pode-se observar que na diferença de condutividade elétrica entre a entrada e saída, expressa na FIGURA 25, em 23 tomadas, 4 vezes ocorreu redução dos

valores, 2 vezes os valores permaneceram constantes e 17 vezes ocorreu aumento dos valores.

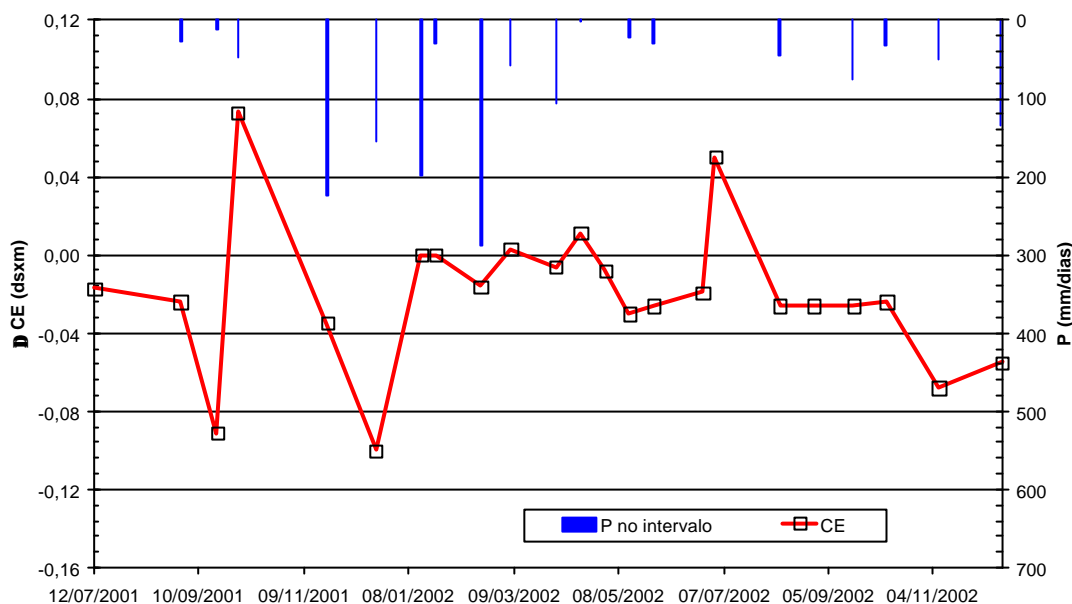


FIGURA 25 - Medidas da variação da condutividade elétrica (entrada - saída), e precipitação ao longo do tempo, na área experimental.

Levando em consideração que HERNANDEZ et al. (2001-B) observou que o teores da condutividade elétrica presentes no Córrego Três Irmãos influenciam na solubilidade do ferro e conseqüente entupimento de emissores e tubulações, especialmente, em sistema de irrigação localizada, as diminuições dos valores de condutividade elétrica favorecem a irrigação.

Conforme os dados da correlação, a condutividade elétrica que sai e que entram na área experimental são inversamente proporcionais as vazões de entrada e saída, e estas correlações aumentam nos períodos chuvosos.

4.2.3. Ferro total

Na FIGURA 26 encontra-se as concentrações de ferro total coletada, durante o trabalho, a montante e a jusante da área experimental em função da precipitação.

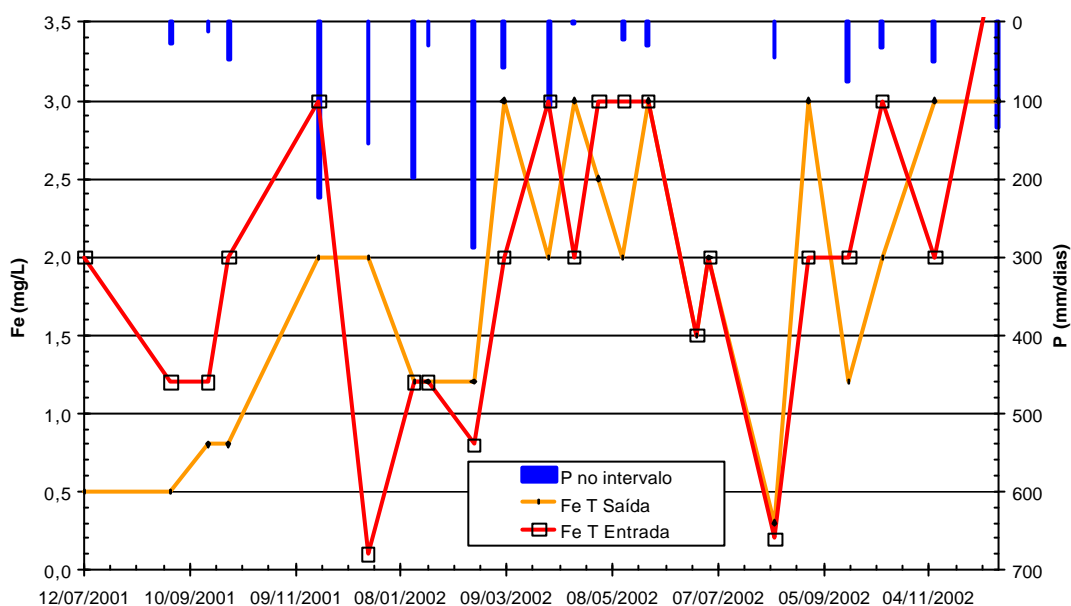


FIGURA 26 - Concentração de ferro total e precipitação ao longo do tempo, a montante e a jusante da área experimental.

O tipo de solo formador da bacia (hidromórfico, havendo variações entre as classes Glei Húmico e Glei Pouco Húmico e é circundada por Latossóis e Podzólicos), devido sua classificação colabora com os valores de ferro encontrado nas análises de água.

As concentrações medidas de ferro total sofreram variações, entre a entrada e a saída da área experimental, devido a efeitos de armazenamento e os picos do início das cheias que representa a descarga, seguida por uma queda em função da diluição com os grandes volumes de água das cheias, onde a represa existente a montante do experimento funciona como depósito de ferro dissolvidos na água como

ilustra a FIGURA 27. Outra influência observada é a oxidação por fluxo convectivo de oxigênio da tabôa como será comentado em 4.2.1.



FIGURA 27 - Represa a montante da área experimental e visualização da água com alta concentração de ferro.

SCALIZE & BERNARDO (2000) caracterizando sobrenadantes e sedimentos obtidos da água de lavagem de filtros rápidos de uma Estação de Tratamento de Água, observou grande quantidade de metais, sendo o ferro encontrado em maior concentração, da ordem 1,0 a 1,5g/L.

NAKAYAMA & BUCKS (1986) demonstram que o solúvel de ferro reduzido (Fe^{2+}) é responsável pela obstrução das tubulações em todo mundo, e esta oxidação está associada a bactérias presentes nos sedimentos de fundo dos córregos.

Pode-se observar que na diferença de concentração de ferro entre a entrada e saída, expressa na FIGURA 28, em 23 tomadas, 11 vezes ocorreu fixação de ferro na área experimental, 5 vezes os valores permaneceram constantes e 7 vezes ocorreu descarga de ferro da área experimental.

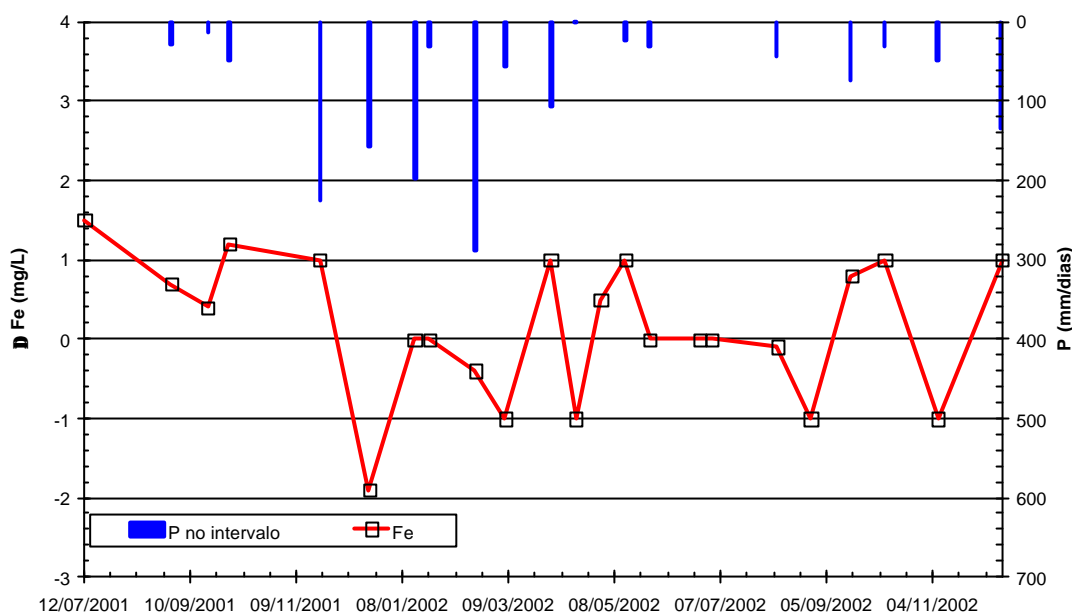


FIGURA 28 - Variação da Concentração de ferro total (entrada - saída), e precipitação ao longo do tempo, na área experimental.

NAKAYAMA & BUCKS (1986), considerando que o ferro é indesejável para o abastecimento, prejudicial a irrigação em nível superior a 0,75mg/L e suas concentrações são diminuídas, significativamente ao passar pela tabôa, pode-se dizer que, em termos de captação, a melhor tomada é feita a jusante da área experimental, exceto na ascendência de picos de precipitação onde ocorre descarga do ferro sedimentado.

Conforme as correlações a quantidade de ferro que entra influencia diretamente a que sai, em períodos secos a concentração de ferro que sai tem relação direta com a turbidez de entrada e inversa ao pH de entrada.

Fazendo um balanço de cargas médias de ferro, com uma vazão de 100m³/h, temos uma entrada de 4,74 kg/dia de ferro e saída de 4,35 kg/dia, fixando na área experimental 0,39 kg/dia que corresponde a uma 9,9 mg/dia/m².

4.2.4. Magnésio, Cálcio e Dureza

Na FIGURA 29 encontram-se as concentrações de magnésio coletados, durante o trabalho, a montante e a jusante da área experimental em função da precipitação.

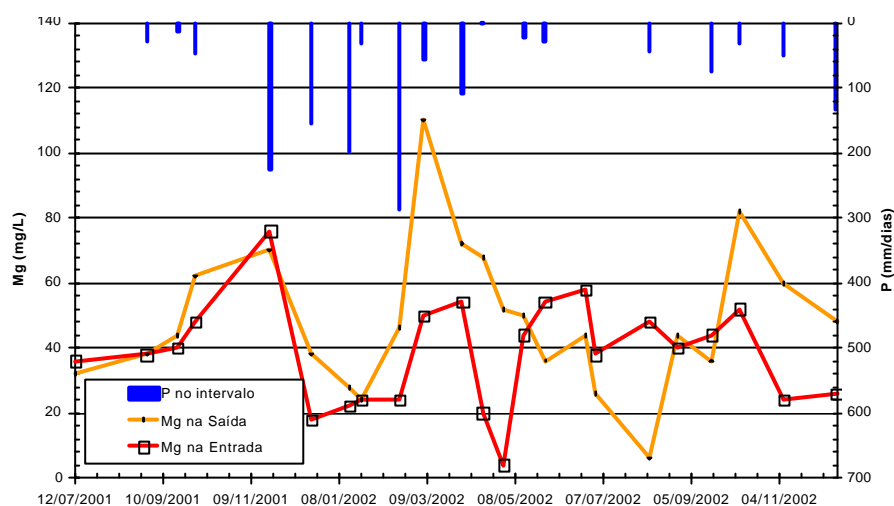


FIGURA 29 - Concentração de magnésio e precipitação ao longo do tempo, a montante e a jusante da área experimental.

A concentração de magnésio entre a entrada e saída, em 23 tomadas, 7 vezes ocorreu fixação de magnésio na área experimental, 2 vezes os valores permaneceram constantes e 14 vezes ocorreu descarga de magnésio da área experimental, conforme FIGURA 30.

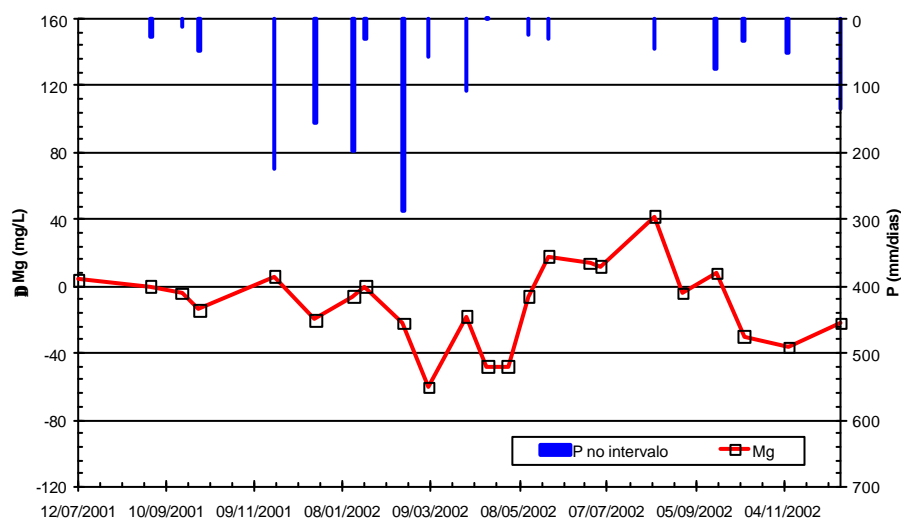


FIGURA 30 - Variação da Concentração de magnésio (entrada - saída), e precipitação ao longo do tempo, na área experimental.

A concentração medida de cálcio em coletas de amostras, durante o trabalho, a montante e a jusante da área experimental em função da precipitação representada na FIGURA 31 sofre basicamente acréscimo, entre a entrada e a saída da área experimental, devido às contribuições da formação rochosa do leito do canal (MONTEIRO, 1997).

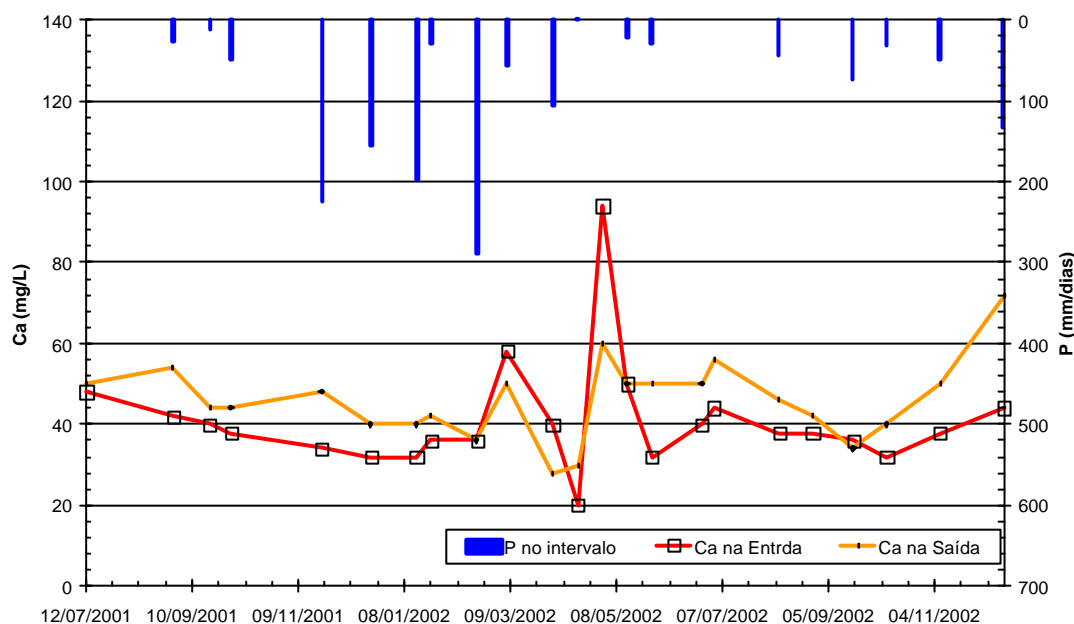


FIGURA 31 - Concentração de cálcio e precipitação ao longo do tempo, a montante e a jusante da área experimental.

Pode-se observar que na diferença de concentração de cálcio entre a entrada e saída, expressa na FIGURA 32, em 23 tomadas, 4 vezes ocorreu fixação de cálcio na área experimental, 2 vezes os valores permaneceram constantes e 17 vezes ocorreu descarga de cálcio da área experimental.

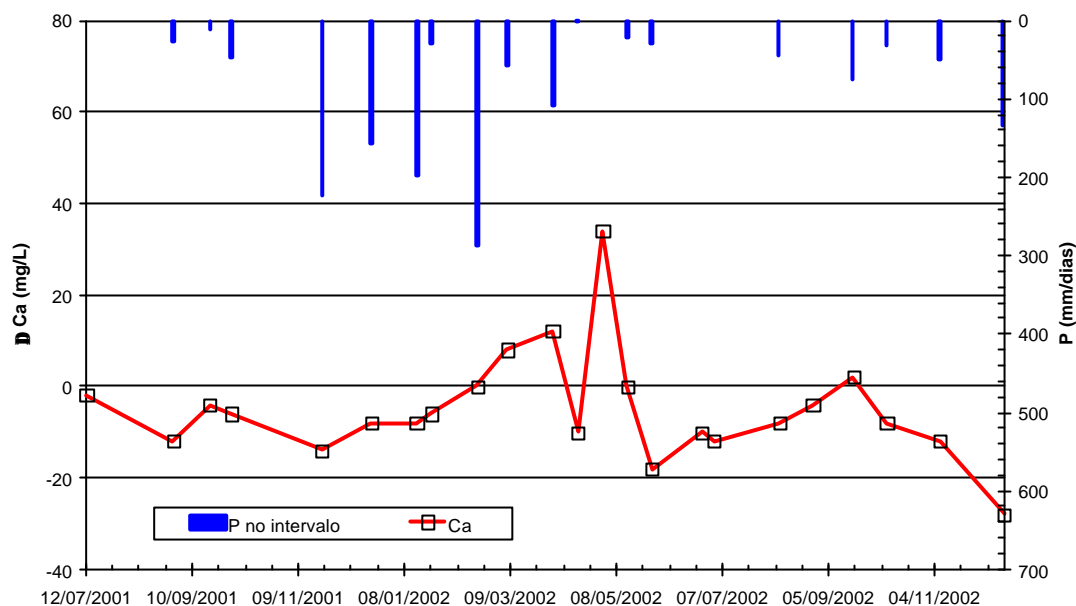


FIGURA 32 - Variação da concentração de cálcio (entrada - saída), e precipitação ao longo do tempo, na área experimental.

A concentração medida de dureza total, representado na FIGURA 33, sofre variação, entre a entrada e a saída da área experimental principalmente em função da diluição.

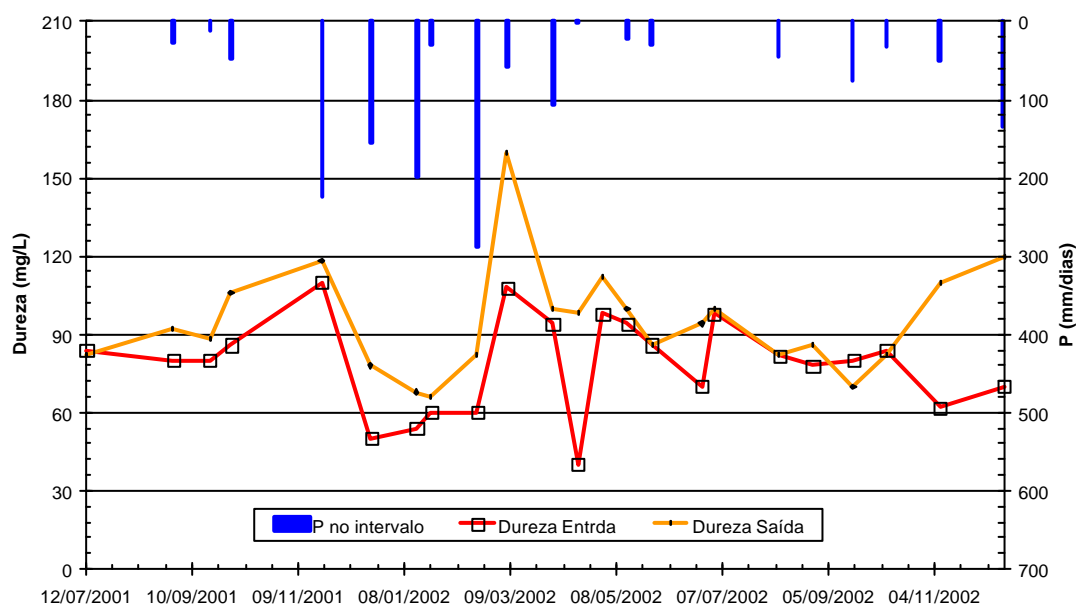


FIGURA 33 - Concentração da dureza e precipitação ao longo do tempo, a montante e a jusante da área experimental.

Em relação a diferença de concentração da dureza, entre a entrada e saída, expressa na FIGURA 34, em 23 tomadas, 3 vezes ocorreu decantação na área experimental, 2 vezes os valores permaneceram constantes e 18 vezes ocorreu descarga da dureza da área experimental.

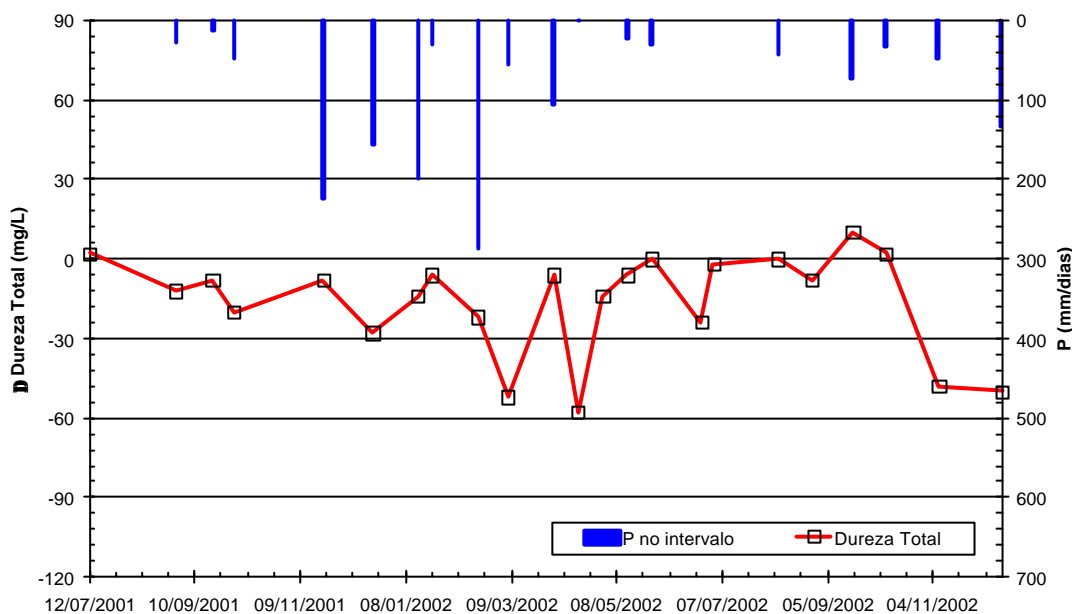


FIGURA 34 - Variação da Concentração da dureza (entrada - saída), e precipitação ao longo do tempo, na área experimental.

Conforme as correlações as concentrações de magnésio, cálcio e dureza se relacionam diretamente, e o magnésio em períodos chuvosos tem maior correlação com a turbidez.

As concentrações de entrada e saída de cálcio e da dureza se relacionam diretamente, isto posto, quanto maior a entrada, maior a saída. Já a dureza tem relação direta com a condutividade de entrada e esta correlação aumenta em períodos de seca.

Fazendo um balanço de cargas médias de magnésio com uma vazão de $100\text{m}^3/\text{h}$, temos uma entrada de $92,03\text{ kg/dia}$ e saída de $116,45\text{ kg/dia}$, removendo da área experimental $24,42\text{ kg/dia}$ que corresponde a uma $626,09\text{ mg/dia/m}^2$, já no

balanço de cargas médias de cálcio com a mesma vazão, temos uma entrada de 98,30 kg/dia e saída de 110,19 kg/dia, removendo da área experimental 11,9 kg/dia que corresponde a uma 305,02 mg/dia/m² e um balanço de cargas médias da dureza com uma entrada de 188,66 kg/dia e saída de 227,48 kg/dia, removendo da área experimental 38,82 kg/dia que corresponde a uma 995,32 mg/dia/m².

4.2.5. Sólidos totais e solúveis

As concentrações medidas de sólidos totais e dissolvidos representados nas FIGURA 35 e 36, sofrem decantação no período seco e qualquer perturbação de cheia, põe em movimento partículas sedimentadas em todo o trecho do canal, aumentando a concentração na entrada e na saída da área experimental.

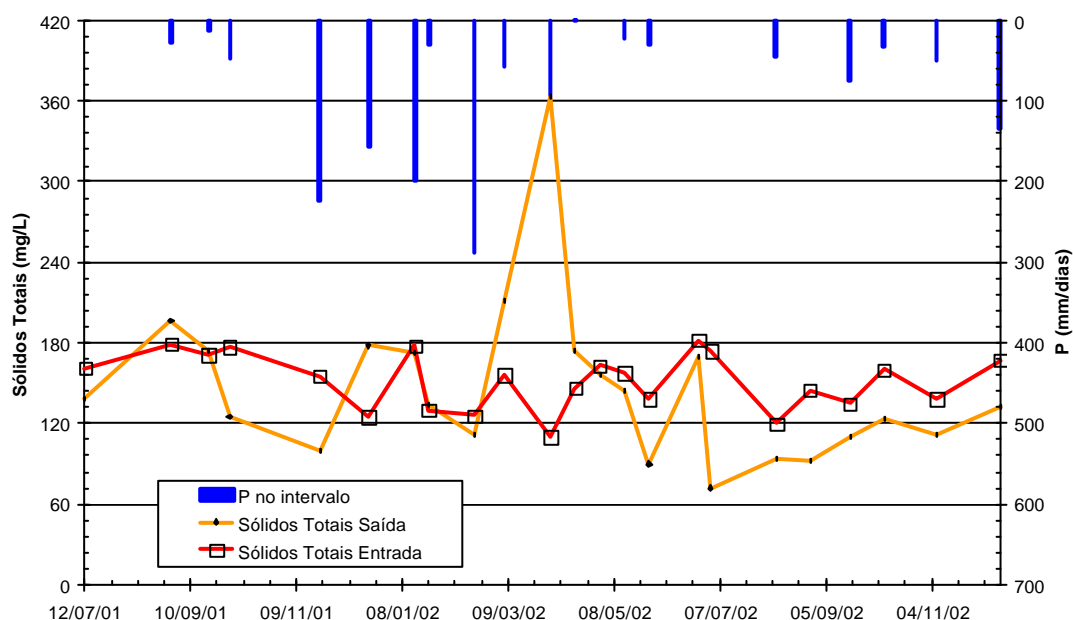


FIGURA 35 - Concentração de sólidos totais e precipitação ao longo do tempo, a montante e a jusante da área experimental.

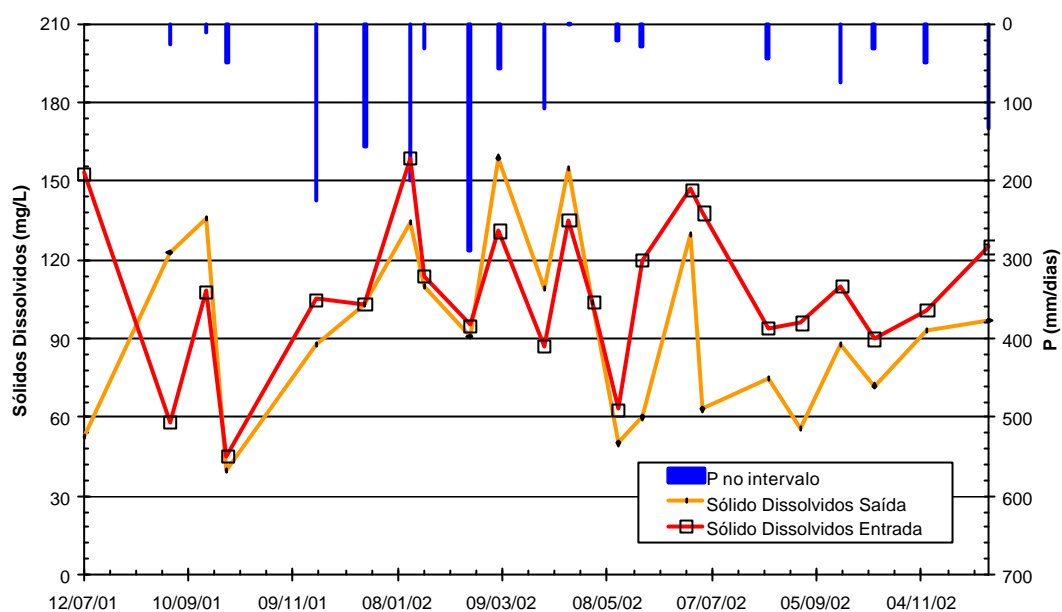


FIGURA 36 - Concentração de sólidos dissolvidos e precipitação ao longo do tempo, a montante e a jusante da área experimental.

Pode-se observar que na diferença de concentração de sólidos dissolvidos entre a entrada e saída, expressa na FIGURA 37, em 23 tomadas, 16 vezes ocorreu sedimentação de sólidos dissolvidos na área experimental, 2 vezes os valores permaneceram constantes e 5 vezes ocorreu descarga de sólidos dissolvidos da área experimental. Já com a concentração de sólidos totais entre a entrada e saída, em 23 tomadas, 16 vezes ocorreu decantação de sólidos totais na área experimental e 7 vezes ocorreu descarga de sólidos totais da área experimental.

PRIANTE et al. (2000) medindo a carga de sólidos totais no rio Cuiabá, na cidade de Cuiabá onde a vazão média, é de cerca de $343,83 \text{ m}^3/\text{s}$, atingindo até $1.800 \text{ m}^3/\text{s}$ na época das chuvas obteve concentrações semelhantes aos obtidos na entrada de água na área experimental, apesar da vazão ser menor.

HERNANDEZ et al. (2001) verificou que sólidos totais e dissolvidos presentes no córrego Três Irmãos possibilita o entupimento de emissores e tubulações, especialmente, em sistema de irrigação localizada.

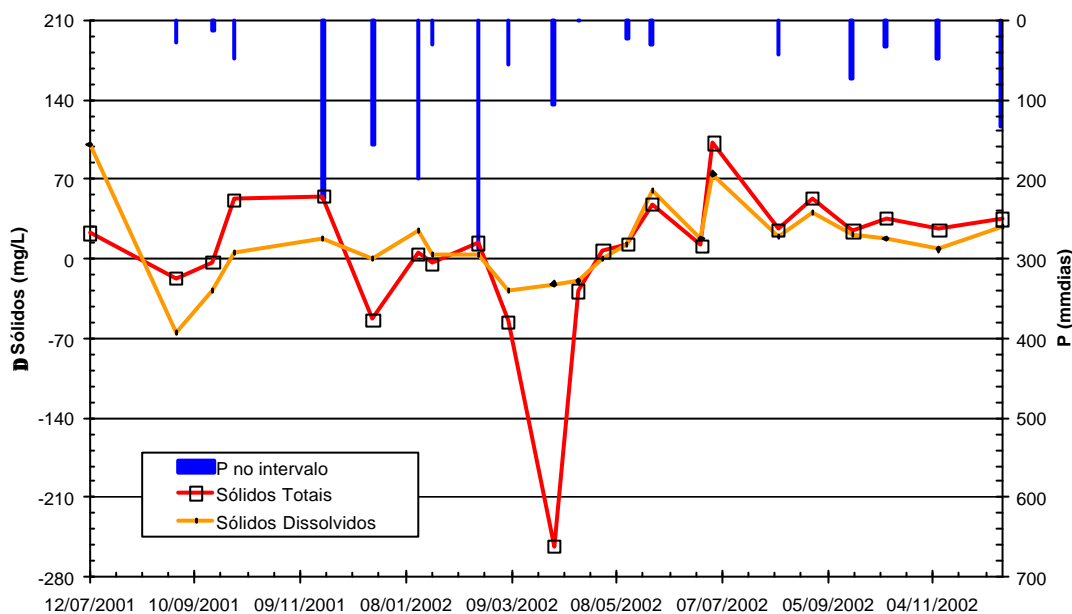


FIGURA 37 - Variação da Concentração de sólidos dissolvidos e totais (entrada - saída), e precipitação ao longo do tempo, na área experimental.

Fazendo um balanço de cargas médias de sólidos totais com uma vazão de $100\text{m}^3/\text{h}$, temos uma entrada de $364,59\text{ kg/dia}$ e saída de $352,17\text{ kg/dia}$, fixando na área experimental $12,42\text{ kg/dia}$ que corresponde a uma $318,39\text{ mg/dia/m}^2$, já no balanço de cargas médias de sólidos dissolvidos com a mesma vazão, temos uma entrada de $258,91\text{ kg/dia}$ e saída de $228,40\text{ kg/dia}$, fixando na área experimental $30,51\text{ kg/dia}$ que corresponde a uma $782,34\text{ mg/dia/m}^2$.

4.2.6. Turbidez

Na FIGURA 38 encontra-se os valores de turbidez medidos, durante o trabalho, a montante e a jusante da área experimental em função da precipitação.

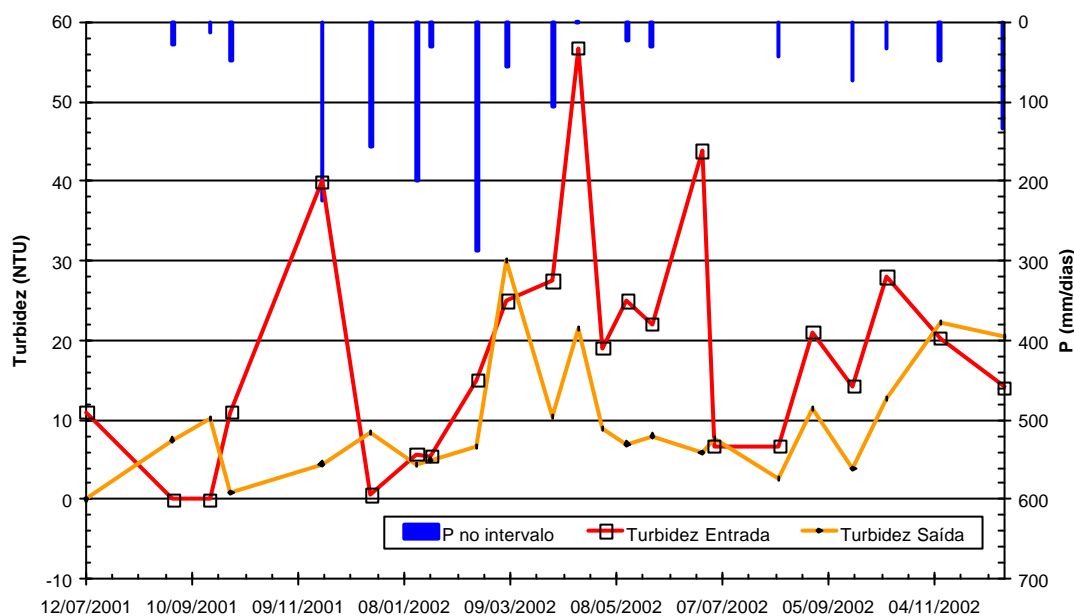


FIGURA 38 - Turbidez e precipitação ao longo do tempo, a montante e a jusante da área experimental.

Pode-se observar que na diferença da turbidez entre a entrada e saída, expressa na FIGURA 39, em 23 tomadas, 16 vezes ocorreu diminuição da turbidez na saída da área experimental e 7 vezes ocorreu aumento da turbidez na saída da área experimental.

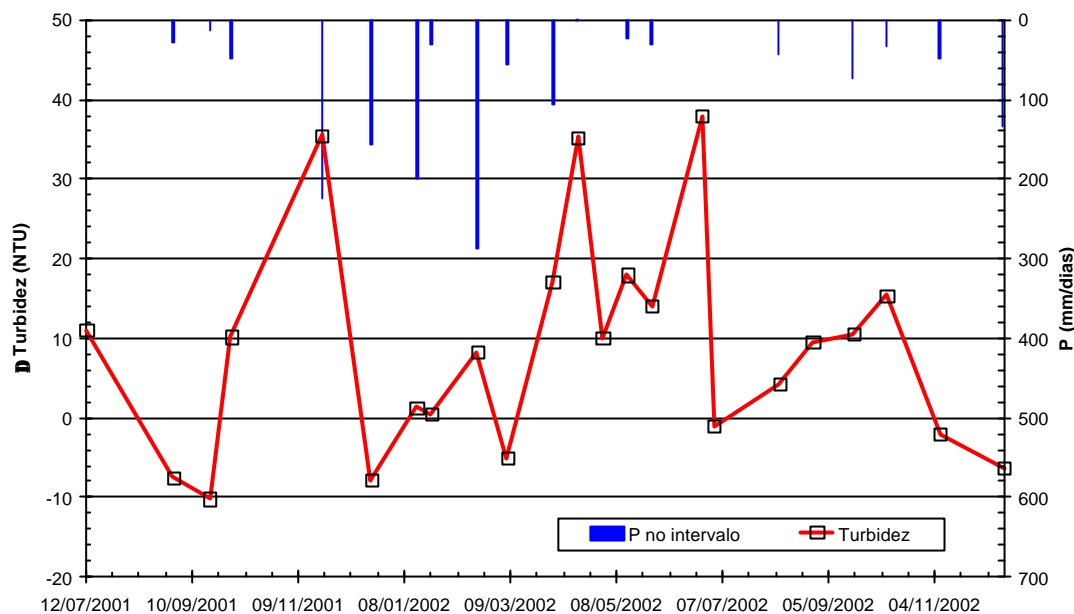


FIGURA 39 - Variação da turbidez (entrada - saída) e precipitação ao longo do tempo, na área experimental.

PRIANTE et al. (2000) e SCALIZE & BERNARDO (2000) em suas pesquisas não obtiveram dados superiores a 100 NTU estabelecidos pela Resolução nº 20, de 18 de junho de 1986, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

Em análises feitas no Córrego Três Irmãos os dados de turbidez encontrados não influenciaram no funcionamento dos equipamentos de irrigação (HERNANDEZ et al., 2001).

A turbidez de entrada e de saída tem relação direta e explícita no período seco conforme a correlação dos dados (TABELA 9).

4.2.7. Oxigênio dissolvido e pH

No decorrer deste trabalho observou-se a necessidade de conhecer a concentração de oxigênio dissolvido (OD) no manancial em questão e assim, a partir de 8 de outubro de 2002, foram feitas tomadas de oxigênio dissolvido na entrada e saída da área experimental.

O pH representa a concentração de íons hidrogênio (H^+), dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água podendo ser de origem natural através da dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera, oxidação da matéria orgânica e fotossíntese. Valores de pH afastados da neutralidade podem afetar a vida aquática (ESTEVES, 1988).

A relação entre o pH e os níveis de OD se estreitam dentro do leito de um rio por isso são tratadas dentro de um mesmo tópico. Os valores obtidos de pH durante o trabalho, a montante e a jusante da área experimental em função da precipitação representada na FIGURA 40, demonstra que com a decantação, no período, cujo regime é de seca, a matéria orgânica é decomposta internamente à área, gerando um diferencial do pH entre os pontos de coleta.

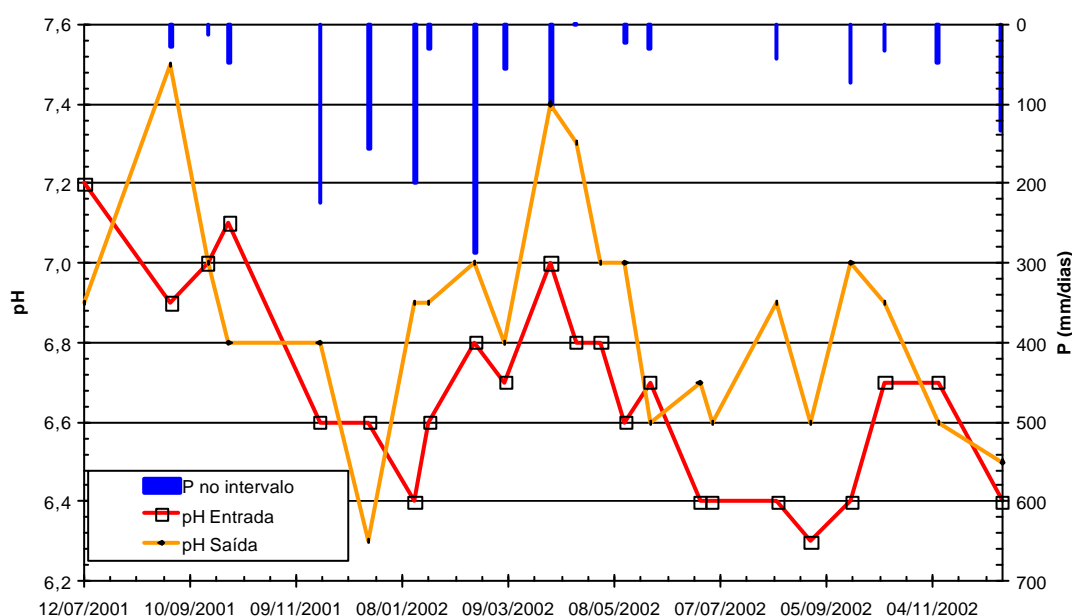


FIGURA 40 - Valores de pH medidos e precipitação ao longo do tempo, a montante e a jusante da área experimental.

Pode-se observar que na diferença dos valores de pH medidos entre a entrada e saída, expressa na FIGURA 41, em 23 tomadas, 5 vezes ocorreu queda dos valores de pH na área experimental, 1 vezes os valores permaneceram constantes e 17 vezes ocorreu aumento dos valores de pH da área experimental.

HERNANDEZ et al. (2001) mostra em seus trabalhos que o pH também influencia no entupimento de emissores e tubulações, especialmente, em sistema de irrigação localizada

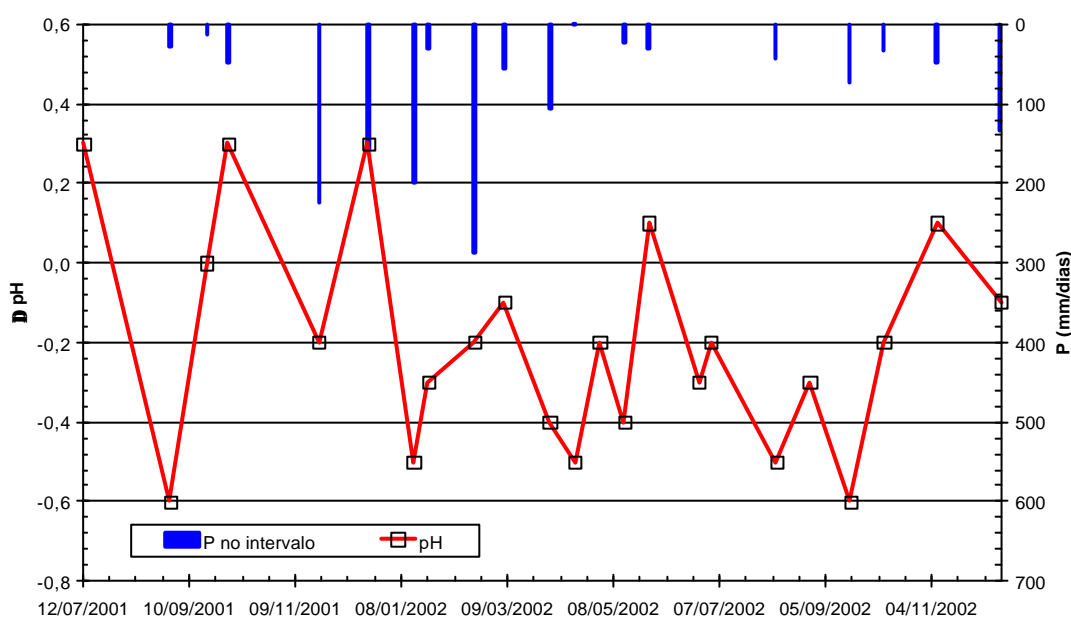


FIGURA 41 - Variação dos valores de pH medidos (entrada - saída), e precipitação ao longo do tempo, na área experimental.

Na FIGURA 42 encontra-se os valores de OD medidos, durante o trabalho, a montante e a jusante da área experimental em função da precipitação, onde podemos observar que a diferença dos valores de OD, medidos entre a entrada e saída, representam a demanda de oxigênio na decomposição biológica da matéria orgânica em níveis significantes, porem abaixo dos valores de saturação, que freqüentemente ocorrem em águas superficiais poluídas (ESTEVES, 1988).

Observa-se que na FIGURA 42 que, quando a precipitação aumenta, carregando sedimentos e matéria orgânica para o leito, a demanda de oxigênio na área experimental aumenta com indicativos de ser resultado de decomposição orgânica.

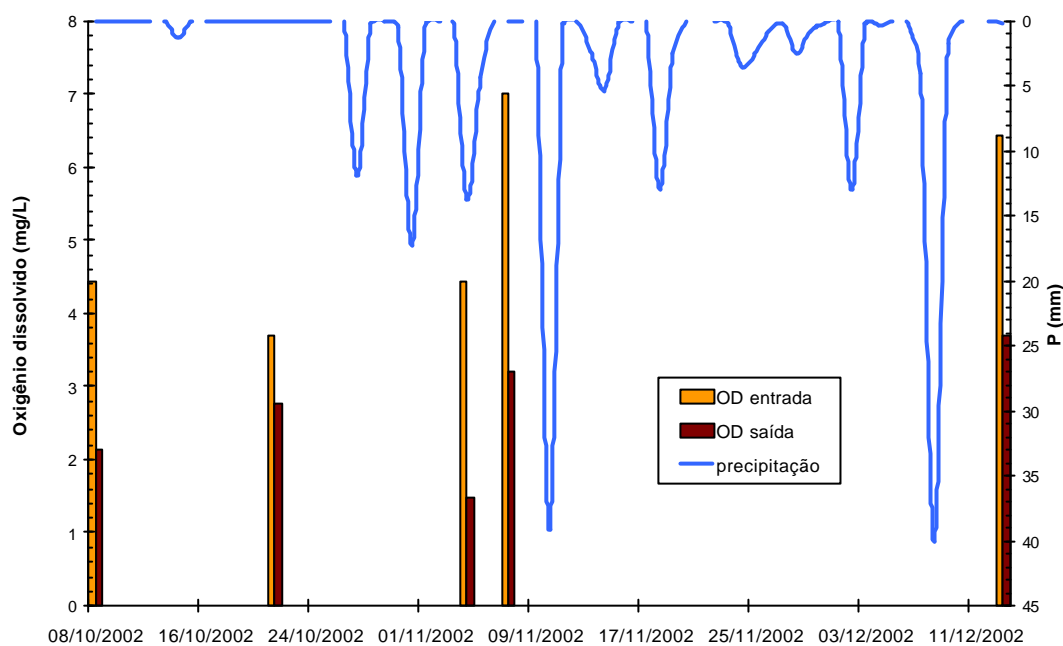


FIGURA 42 - Valores de OD medidos (entrada e saída), e precipitação ao longo do tempo, na área experimental.

4.3. Importância

As análises da qualidade da água verifica a capacidade de autodepuração do corpo d'água como mostra a FIGURA 43.



FIGURA 43 - Coleta típica de água e amostra de sedimentos retidos na tabôa.

Já buscando um significado sócio-econômico relaciona-se as *wetlands* naturais com a biodiversidade, recarga de aquífero, manutenção da qualidade de água, melhorando o ambiente e dando uma reciclagem nos gases e na água, pode-se certamente avaliar as *wetlands* naturais dentro de parâmetros econômicos diretos e indiretos.

Recursos de *Wetland* - aquáticos ou terrestres (flora e fauna) são usados pelo ser humano desde de os tempos antigos. Estes usos se dividem em usos consumptivo como: descendentação de animais, cultivos, captação de água para a finalidade da irrigação e abastecimento, e não consumptivo, como: pesca, turismo e lazer.

Wetlands são também laboratórios naturais de pesquisa. Estão sendo usados também para finalidades educacionais isto é, para o estudo do flora, fauna, limnologia, hidrologia e outros.

Segundo SAMPATH & YOUNG (1990), um outro enfoque, especialmente importante do ponto de vista de planejamento de áreas irrigadas e expansão do abastecimento, pode ser feito em relação ao total de água que poderia ter sido

armazenada e/ou retirada para fazer frente às necessidades da população. Este fato é muito importante, especificamente para o projeto Cinturão Verde, que tem carência de água para promover a expansão da área irrigada, sendo que os lotes atualmente irrigados e abastecidos, têm a captação de água feita através de poços.

Com uma vazão média de $100 \text{ m}^3/\text{h}$ e uma vazão mínima de $64,14 \text{ m}^3/\text{h}$ no período em que os dados foram coletados torna-se possível irrigar pois a $Q_{7,10}$ calculado para bacia foi de $21,6 \text{ m}^3/\text{h}$

Melhorando a qualidade da água e considerando uma vazão permissível para a irrigação de 70% da $Q_{7,10}$ teremos disponível $15,12 \text{ m}^3/\text{h}$ e $362,88 \text{ m}^3/\text{dia}$, uma evapotranspiração média de 4,08 milímetros com uma eficiência de rega de 90%, que só se obtém em sistemas de irrigação localizada, pode-se irrigar 11,8 hectares de limão a uma produtividade de 56 ton/ha a R\$ 55,00 a caixa com 24kg e empregar 17 pessoas direta ou indiretamente, optando pela pupunha irriga-se uma área de 11,4 hectare obtendo produtividade de 2,4 ton/ha chegando a conseguir R\$ 7.200,00/ha e gerando até 17 empregos diretos e indiretos e irrigar 7 hectares de feijão produzindo 2500 kg/ha a R\$ 121,00/saca, gerando 8 empregos diretos e indiretos (AGRIANUAL, 2002).

Não tendo as características desejadas na água pode-se irrigar, porém com sistemas de irrigação pôr aspersão convencional a uma eficiência de 70%, diminuindo as áreas irrigadas, a lucratividade e a geração de empregos em 29,5%.

5. CONCLUSÃO

Observou-se na área experimental que a percolação do lençol para o leito do córrego é 20% menor em relação a média da bacia ocasionada, possivelmente por sedimentos finos decantados no manancial, pela ação das macrófitas aquáticas, e também pela forma geométrica da bacia que diminui o gradiente hidráulico.

Observou-se a menor vazão de 67,9 m³/h no mês de julho de 2002 e maior de 262,2 m³/h no mês de janeiro de 2002.

A existência, na região saturada e assoreada, de *stand* com vegetação aquática *Typha angustifolia* (popularmente chamada de tabôa), vem funcionando como um filtro, contribuindo para a decantação do ferro, sólidos totais e solúveis que são elementos encrustadores das tubulações de irrigação e abastecimento, porém na ascendência dos pulsos de cheias, os elementos sedimentados se desprendem simulando uma limpeza de filtros, fato que ocorre geralmente quando não se irriga porém a captação é contínua. Verifica-se então, que em termos de qualidade de água, a ocupação do talvegue pela macrófita aquática, é significativa.

As maiores concentrações de ferro foram encontradas nos períodos chuvosos de 3 mg/L e a menor de 0,1 mg/L em período seco.

A situação do córrego para fins de irrigação é favorável para irrigação localizada se a captação for feita a jusante da área experimental, pois os elementos encrustadores do sistema de irrigação ficaram, em sua maior parte, decantados pela ação da tabôa, porém em épocas de aumento das precipitações, ocorre uma

descarga de sedimentos simulando uma limpeza de filtros, períodos sem necessidade de irrigação. Portanto, relacionando sistemas de irrigação por aspersão, com eficiência de 70%, e localizada, com eficiência de 90%, as áreas de irrigação de feijão, limão e pupunha, pôr exemplo, passarão de 5,5 para 7 hectares, 9,2 para 11,8 hectares e 8,9 para 11,4 hectares respectivamente, aumentando 28,2% em média.

Conclui-se então que as macrófitas aquáticas presentes na área experimental é uma resposta da natureza ao assoreamento que vem minimizar as degradação da qualidade da água e melhorar os fatores sócio - econômicos das áreas adjacentes.

Observou-se também que a represa a montante da área experimental, pela grande concentração de ferro, magnésio, cálcio, sólidos solúveis e em suspensão, regula as concentrações a jusante em função da precipitação.

Uma sugestão para a melhoria da qualidade de água é que se faça uma reforma na represa a montante da área experimental, que se encontra em condições críticas de assoreamento já comprometendo seu armazenamento e possui vertedor e ladrão sub - dimensionados, forçando o transbordo em picos de precipitação.

Para estabelecer uma relação entre a resposta hidrológica e os pulsos de precipitação e caracterizar melhor a relação entre a macrófita aquática e o manancial em questão deve-se continuar as campanhas de medição e análise de água. As medições de vazão devem ser feitas por um método com erro instrumental inferior a 2%, onde sugere-se os vertedores triangulares de 90°, e as coletas devem ser espaçadas no tempo de 15 minutos, tempo que possibilita registrar com sensibilidade as variações de vazão ocorridas.

6. REFERÊNCIAS

ABISSY, M.; MANDI, L. Comparative study of wastewater purification efficiencies of two emergent helophytes: *Typha latifolia* and *Juncus subulatus* under arid climate.

Water Science Technology, Oxford, v.39, n.10, p.123-126, 1999.

AGRIFANUAL 2002. **Anuário da Agricultura Brasileira**. FNP Consultoria & Comércio; M&S Mendes & Scotini. Editora Argos. 2002. 521 p.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements**. Roma, FAO Irrigation and Drainage, Paper 56, 1998. 297p.

ANDERSON. M. G.; BURT, T. T. Towards detailed field monitoring of variable source area. **Water Resource Research**, v.14,n. 6, p. 1123-31. 1978.

ASCE. **Hydrology handbook**. 2 ed. New York: American Society of Civil Engineers, 1996. 330p.

AZEVEDO NETO, J. M. **Manual de hidráulica**. 6 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1973. 668p.

BEGON, M; HARPER, J. L.; TOWNSEND, C. R. **Ecology**. 3 ed, Oxford: Blackwell Science, 1996. 269p.

BREN, L. J. Riparian zone, stream, and floodplain issues: **A Review Journal of Hydrology**, v. 150, p.277-99, 1993.

CAUDURO, F. A.;DORFMAN, R. **Manual de ensaio de laboratório e de campo para irrigação e drenagem**. Porto Alegre: PRONI, s.d. 216p.

CHOW, V. T.; **Open Channel Hydraulics**. international edition McGraw-Hill. 1973. 680p.

COELHO NETO, A. L. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In: GUERRA, J.T.; CUNHA, S.B. **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995. p. 93-148.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. **Guia de coleta e preservação de amostras de águas**. São Paulo: CETESB, 1998. 176p.

DOEBELIN, E. O. **Measurement Systems, Application and Design**. Tokyo, MacGraw-Hill Kogagusha Ltda, 1975.

ESTEVES, F. A., **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro, Interciência, Finep. 1988. 573p.

GIOVANNINI, S. G. T.; MOTTA MARQUES, D. M. L. Establishment of Three Emergent Macrophytes Under Different Water Regimes. **Elsevier**. Great Britain, v.40, n. 3, p. 233-240, 1999.

GERMANO, A.; TUCCI, C. E. M.; SILVEIRA, A. L. L. Estimativa dos parâmetros do modelo IPH-II para algumas bacias urbanas brasileiras. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Porto Alegre, v.3, n. 4, p 103-120, 1998.

GLENN, E.; THOMPSON, T. L.; FRYE, R.; BAUMGARTNER, D. Effects of salinity on growth and evapotranspiration of *Typha domingensis* Pers. **Aquatic Botany**, v. 52, p.75-91, 1995.

GREGORY, K. J.; WALLING, D. E. **Drainage Basin Form and Process**. John-Wiley, 1973. 456p.

GREGORY, S. V. et al. An Ecosystem Perspective of Riparian Zones. **BioScience**, v.41, n.8 , p.540-51,1992.

HERNANDEZ, F. B. T. et al. Balanço hídrico e clima para região de Ilha Solteira, Estado de São Paulo **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, XXIV**. Viçosa, RESUMO ..., p.226.1995.

HERNANDEZ, F. B. T.; PETINARI, R. A.; Qualidade de água para irrigação localizada, Poços de Caldas **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, XXVII**. Poços de Caldas, Anais ..., v.II, p. 58-60, 1998.

HERNANDEZ, F. B. T. et al. **Cinturão Verde**: Projeto piloto de agricultura irrigada em Ilha Solteira - SP. Ilha Solteira: UNESP / FEPISA, 2000. 85p.

HERNANDEZ, F. B. T. ; LEMOS FILHO, M. A. F.; BUZETTI, S. **Cinturão Verde** : projeto piloto de agricultura irrigada em Ilha Solteira - Reestruturação. Ilha Solteira: UNESP, 2001-A. 29p. (Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil).

HERNANDEZ, F. B. T.; SILVA, C. R.; SASSAKI, N.; BRAGA, R. S. Qualidade de água em um sistema irrigado no noroeste paulista. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, XXX, Foz de Iguaçu, 31 de julho a 03 de agosto de 2001-B. **Anais...** (CD-ROM).

INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICA DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT.

Projeto Cinturão Verde de Ilha Solteira: estudos básicos - planejamento agrícola, projeto de assentamento rural. Ilha Solteira: CESP, 1985. v I. 196 p. (Relatório IPT 20- 752).

KIVAISI, A. K. The potential for constructed wetlands for wastewater treatment and reuse in developing countries: a review. **Ecological Engineering**, Oxford, v.16, p.545-560, 2001.

KOBIYAMA, M; GENZ, F.; MEDIONDO, E. M. Geo-bio-hidrologia. In: FORUM GEO-HIDRO-BIOLOGIA, 1, 1998, Curitiba. **Anais....** Curitiba: UFPR, 1998. p.1-25.

LANÇA; R. M. M.; RODRIGUES, A. C. “Um Modelo Distribuído de Precipitação/Escoamento Superficial. Aplicação à Ribeira de Alportel em Condições de Cheia”, in **Recursos Hídricos**, Revista da ABRH, 21,3, pp. 107-116, 2000.

LEOPOLD, L. B.; WOLMAN, M. G.; MILLER, J. P. **Fluvial processes in Geomorphology**. W.H. Freeman ,1964. 522p.

LIM, P. E. ; WONG, D. V. ; LIM, D. V. Oxygen demand, nitrogen and copper removal by free-water-surface and subsurface-flow constructed wetlands under tropical conditions. **Environment International**, Elmsford, v.26, p.425-431,2001.

LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. Hidrologia de Matas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. **Matas ciliares conservação e recuperação**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2000. 320p. (FAPESP)

LORENZI, H.; **Plantas daninhas do Brasil:** terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. Nova Odessa, Instituto Pantarum de Estudos da Flora, 3.ed, 2000. 608 p.

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y ENERGIA - MINAE & MINISTERIO DEL AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES - MARENA. **Estudio de diagnostico de la cuenca del rio san juan y lineamientos del plan de accion.** Washington, Unidad de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, 1997. 334p.

MONTEIRO, M. J. **Efeitos Ambientais da Urbanização de Corumbá - MS.** Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 1997.126p.

NAKAYAMA, F. S.; BUCKS, D. A. **Trickle irrigation for crop production.** Amsterdam: ELSEVIER, 1986. 383p.

POZZEBON, E. J. **Simulação de escoamento em microbacia hidrográfica utilizando sistemas de informações geográficas e de modelagem hidrológica.** 2000 234 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de agricultura Luiz de Queiroz, Universidade do Estado de São Paulo.

PRIANTE, G. R. et al. Qualidade de água da bacia do rio cuiabá, da nascente até exutório porto cercado – pantanal poconé, mato grosso. In: SIMPOSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, III, 2000, Corumbá, **Anais...**, Corumbá: EMBRAPA, 2000. (CD-ROM)

ROCHA, E. J. P. et al. Aplicação do modelo estatístico de previsão hidrométrica na bacia do Rio Capim em Badajós. Congresso Brasileiro de Meteorologia XII,2002, Foz de Iguaçu, **Anais...**, Foz de Iguaçu: 2002 (CR-ROM)

SAMPATH, R. K.;YOUNG, R.A. **Social, economic, and institutional issues in third world irrigation management.** Colorado, Wetview press, 477p.1990

SCALIZE, P. S.; BERNARDO, L. D. Caracterização da água de lavagem de filtros rápidos de estações de tratamento de água e dos sobrenadantes e sedimentos obtidos após ensaios de clarificação utilizando polímero aniônico. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, XXVII, 2000, Porto Alegre, **Anais...** Rio de Janeiro: ABES, 2000.

SHARON, M. V.; ROBERT, K. N.; STEPHEN, M. K. The influence of convective flow and sediment type on root morphology in *Typha domingensis*: a review.

Environmental and Experimental Botany, Oxford, v.40, p.43-58, 1998.

SIMÕES, S.J.C.; BERNARDES, G.P.; SILVA, U.L.S. Monitoramento dos processos geo-hidrológicos na bacia hidrográfica dos Mottas, Médio Vale do Paraíba do Sul In: Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. V, 2000, Natal. **Anais** ... natal: 2000. (CD-ROM).

SOUTO, A. R; CRESTANA, S. Identificação das áreas potenciais de produção de sedimentos com modelo AGNPS e técnicas de SIG em uma microbacia hidrográfica.

Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.4, n.3, p.429-435, 2000.

SPERLING, M. V. **Princípios básicos do tratamento de esgotos**. Belo Horizonte, UFMG, v.2, 211p. 1996.

SRIYARAJ, K.; SHUTES, R. B. E. An assessment of the impact of motorway runoff on a pond, wetland and stream. **Environment International**, Elmsford, v.26, p.433-439, 2001.

TODD, D. K. **Groundwater hydrology**. New York: University of California, Berkeley, 1980 535p.

TUCCI, C. E. M. Escoamento superficial. In: _____ (Org). **Hidrologia**: ciência e aplicação. Porto Alegre: UFRGS/ABRH/EDUSP, 1993. p. 391-441. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos, v. 4).

TUCCI, C. E. M.; CLARKE, R.T. Impacto das mudanças da cobertura vegetal no escoamento. In: FORUM GEO-HIDRO-BIOLOGIA, 1, 1998 Curitiba, **Anais....** Curitiba: UFPR, 1998. p.39-49.

VILLELA, S. M.; MATTOS, M. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill, Berkeley, 245p.1975.

WHITE, S. D.; GANF, G. G. The influence of convective flow and sediment type on root morphology in *Typha domingensis*: a review. **Aquatic Botany**, Oxford, v.70, p.150-161, 2001.

WHITE, S. D.; GANF, G. G. The influence of convective flow on rhizome length in *Typha domingensis* over a water depth gradient: a review. **Aquatic Botany**, Oxford, v.62, p.57-70, 1998.

WILKEN, P. S. **Engenharia de drenagem superficial**. São Paulo: Companhia de Tecnologia de Saneamento, 478p.1978.

ANEXOS

ENSAIO DE GRANULOMETRIA CONJUNTA

Classificação:	
Poço: 1	Amostra:
Profundidade: (m) 0,00 / 0,15	Data: 29/11/02
Local: Bacia Experimental	Operador: Mário e Gilson
Registro:	Obs: Aluno Fernando Mauro

SEDIMENTAÇÃO

Umidade %	
Cápsula	209
(S + A + T) (g)	60,53
(S + T) (g)	57,04
(S) (g)	41,74
(A) (g)	3,49
(T) (g)	15,30
w (%)	8,36

Dados Gerais	
Solo Umido (g):	67,56
Solo Seco (g):	62,35
ρ_s (g/cm ³):	2,590
Solo Seco Retido - # 200 (g):	45,22
Densímetro:	1
Defloculante:	Hexametáfosfato de Sódio

T (°C)	Tempo (min)	Leitura	Correção	Leitura Corrig.	Viscosid. $\mu \times (10^{-4})$	ρ_w (g/cm ³)	Alt. Queda (cm)	Diâmetro ϕ (mm)	Porc. %
				0,00				0,075	27,2
27,0	1	6,5	-1,9	4,60	8,72	0,9965	17,3	0,0538	11,9
27,0	2	6,0	-1,9	4,10	8,72	0,9965	17,4	0,0382	10,6
27,0	4	5,4	-1,9	3,50	8,72	0,9965	17,5	0,0271	9,0
27,0	8	5,1	-1,9	3,20	8,72	0,9965	17,6	0,0192	8,3
27,0	15	4,9	-1,9	3,00	8,72	0,9965	17,6	0,0140	7,7
27,0	30	4,6	-1,9	2,70	8,72	0,9965	17,7	0,0099	7,0
26,0	60	4,4	-2,2	2,20	8,92	0,9968	17,8	0,0071	5,7
25,5	120	4,1	-2,3	1,80	8,92	0,9968	17,8	0,0050	4,6
25,0	240	4,0	-2,4	1,60	9,13	0,9971	17,9	0,0036	4,1
26,0	480	3,7	-2,2	1,50	8,92	0,9968	17,9	0,0025	3,9

PENEIRAMENTO

Peneiramento Grosso			
Peneira Nº	Diâmetro ϕ (mm)	Massa Retida	Porc. % < ϕ
	50	0,00	100,0
	38	0,00	100,0
	25	0,00	100,0
	19	0,00	100,0
	13,5	0,00	100,0
	9,5	0,00	100,0
4	4,8	0,00	100,0
10	2,0	0,60	99,0

Peneiramento Fino			
Peneira Nº	Diâmetro ϕ (mm)	Massa Retida	Porc. % < ϕ
10	2,0	0,60	99,0
20	0,800	2,46	95,1
40	0,420	5,34	90,6
60	0,250	16,95	72,1
100	0,150	37,40	39,6
140	0,104	41,24	33,5
200	0,075	45,22	27,2
Prato	-		

Fração	Intervalo de Diâmetros - mm		Peneiras
Pedregulho	4,8 < ϕ < 76	Grosso: 19 < ϕ < 76	
		Fino: 4,8 < ϕ < 19	
Areia	0,05 < ϕ < 4,8	Grossa: 2,0 < ϕ < 4,8	#10 #4
		Média: 0,42 < ϕ < 2,0	#40 #10
		Fina: 0,05 < ϕ < 0,42	#270 #40
Silte	0,005 < ϕ < 0,05	-	-
Argila	ϕ < 0,005	-	-

Porcentagem de Ocorrência		
Fração	Subdivisão	(%)
Pedregulho	-	0,0
	Grossa	1,0
Areia	Média	3,0
	Fina	83,3
Silte	-	7,2
Argila	-	5,6

ANEXO 1 - Ensaio de granulometria conjunta realizado em amostra retirada do perfil de 0,00 a 0,15m.

ENSAIO DE GRANULOMETRIA CONJUNTA

Classificação:	
Poço: 1	Amostra: 2
Profundidade: (m) 0,15 / 0,40	Data: 29/11/2002
Local: Bacia Experimental	Operador: Mário e Gilson
Registro:	Obs: Aluno Fernando Mauro

SEDIMENTAÇÃO

Umidade %	
Cápsula	213
(S + A + T) (g)	86,82
(S + T) (g)	85,47
(S) (g)	69,89
(A) (g)	1,35
(T) (g)	15,58
w (%)	1,9

Dados Gerais	
Solo Umido (g):	65,80
Solo Seco (g):	64,55
ρ_s (g/cm ³):	2,70
Solo Seco Retido - # 200 (g):	50,47
Densímetro:	1
Defloculante:	Hexametáfosfato de Sódio

T (°C)	Tempo (min)	Leitura	Correção	Leitura Corrig.	Viscosid. $\mu \times (10^{-4})$	ρ_w (g/cm ³)	Alt. Queda (cm)	Diâmetro ϕ (mm)	Porc. %
				0,00				0,075	21,7
27,0	1	7,4	-1,9	5,50	8,72	0,9965	17,1	0,0517	13,4
27,0	2	7,2	-1,9	5,30	8,72	0,9965	17,1	0,0366	12,9
27,0	4	6,9	-1,9	5,00	8,72	0,9965	17,2	0,0259	12,2
27,0	8	6,7	-1,9	4,80	8,72	0,9965	17,2	0,0183	11,7
27,0	15	6,4	-1,9	4,50	8,72	0,9965	17,3	0,0134	11,0
26,5	30	6,2	-2,0	4,20	8,72	0,9965	17,4	0,0095	10,2
26,0	60	6,1	-2,2	3,90	8,92	0,9968	17,4	0,0068	9,5
25,5	120	5,8	-2,3	3,50	8,92	0,9968	17,5	0,0048	8,5
25,0	240	5,7	-2,4	3,30	9,13	0,9971	17,5	0,0035	8,1
26,0	480	5,4	-2,2	3,20	8,92	0,9968	17,6	0,0024	7,8

PENEIRAMENTO

Peneiramento Grosso			
Peneira Nº	Diâmetro ϕ (mm)	Massa Retida	Porc. % < ϕ
	50	0,00	100,0
	38	0,00	100,0
	25	0,00	100,0
	19	0,00	100,0
	13,5	0,00	100,0
	9,5	0,00	100,0
4	4,8	0,00	100,0
10	2,0	0,43	99,3

Peneiramento Fino			
Peneira Nº	Diâmetro ϕ (mm)	Massa Retida	Porc. % < ϕ
10	2,0	0,43	99,3
20	0,800	1,68	96,7
40	0,420	4,37	92,6
60	0,250	17,05	73,1
100	0,150	41,28	35,8
140	0,104	46,20	28,2
200	0,075	50,47	21,7
Prato	-		

Fração	Intervalo de Diâmetros - mm	Peneiras
Pedregulho	4,8 < ϕ < 76	Grosso: 19 < ϕ < 76
		Fino: 4,8 < ϕ < 19
Areia	0,05 < ϕ < 4,8	Grossa: 2,0 < ϕ < 4,8
		Média: 0,42 < ϕ < 2,0
		Fina: 0,05 < ϕ < 0,42
Silte	0,005 < ϕ < 0,05	-
Argila	ϕ < 0,005	-

Porcentagem de Ocorrência		
Fração	Subdivisão	(%)
Pedregulho	-	0,0
	Grossa	0,7
Areia	Média	1,9
	Fina	83,3
Silte	-	3,9
Argila	-	10,2

ANEXO 2 - Ensaio de granulometria conjunta realizado em amostra retirada do perfil de 0,15 a 0,40m.

ENSAIO DE GRANULOMETRIA CONJUNTA

Classificação:	
Poço: 1	Amostra: 3
Profundidade: (m) 0,40 / 0,70	Data: 29/11/2002
Local: Bacia Experimental	Operador: Mário e Gilson
Registro:	Obs: Aluno Fernando Mauro

SEDIMENTAÇÃO

Umidade %	
Cápsula	215
(S + A + T) (g)	109,32
(S + T) (g)	104,62
(S) (g)	78,05
(A) (g)	4,70
(T) (g)	26,57
w (%)	6,0

Dados Gerais	
Solo Umido (g):	64,51
Solo Seco (g):	60,85
ρ_s (g/cm ³):	2,70
Solo Seco Retido - # 200 (g):	39,45
Densímetro:	1
Defloculante:	Hexametáfosfato de Sódio
Am Total (Pen.Grosso)	60,85

T (°C)	Tempo (min)	Leitura	Correção	Leitura Corrig.	Viscosid. $\mu \times (10^{-4})$	ρ_w (g/cm ³)	Alt. Queda (cm)	Diâmetro ϕ (mm)	Porc. %
				0,00				0,075	34,9
27,0	1	12,1	-1,9	10,20	8,72	0,9965	16,2	0,0504	26,4
27,0	2	12,0	-1,9	10,10	8,72	0,9965	16,2	0,0356	26,1
27,0	4	11,9	-1,9	10,00	8,72	0,9965	16,2	0,0252	25,9
27,0	8	11,8	-1,9	9,90	8,72	0,9965	16,2	0,0178	25,6
27,0	15	11,6	-1,9	9,70	8,72	0,9965	16,3	0,0130	25,1
26,5	30	11,5	-2,0	9,50	8,72	0,9965	16,3	0,0092	24,6
26,0	60	11,4	-2,2	9,20	8,92	0,9968	16,4	0,0066	23,8
25,5	120	11,3	-2,3	9,00	8,92	0,9968	16,4	0,0047	23,3
25,0	240	11,2	-2,4	8,80	9,13	0,9971	16,4	0,0033	22,8
26,0	480	11,0	-2,2	8,80	8,92	0,9968	16,4	0,0023	22,8

PENEIRAMENTO

Peneiramento Grosso			
Peneira Nº	Diâmetro ϕ (mm)	Massa Retida	Porc. % < ϕ
	50	0,00	100,0
	38	0,00	100,0
	25	0,00	100,0
	19	0,00	100,0
	13,5	0,00	100,0
	9,5	0,00	100,0
4	4,8	0,00	100,0
10	2,0	0,44	99,3

Peneiramento Fino			
Peneira Nº	Diâmetro ϕ (mm)	Massa Retida	Porc. % < ϕ
10	2,0	0,44	99,3
20	0,800	2,54	95,1
40	0,420	4,29	92,3
60	0,250	13,40	77,4
100	0,150	31,81	47,4
140	0,104	35,50	41,4
200	0,075	39,45	34,9
Prato	-		

Fração	Intervalo de Diâmetros - mm	Peneiras
Pedregulho	4,8 < ϕ < 76	Grosso: 19 < ϕ < 76
		Fino: 4,8 < ϕ < 19
Areia	0,05 < ϕ < 4,8	Grossa: 2,0 < ϕ < 4,8
		Média: 0,42 < ϕ < 2,0
		Fina: 0,05 < ϕ < 0,42
Silte	0,005 < ϕ < 0,05	-
Argila	ϕ < 0,005	-

Porcentagem de Ocorrência		
Fração	Subdivisão	(%)
Pedregulho	-	0,0
	Grossa	0,7
Areia	Média	7,0
	Fina	68,75
Silte	-	2,58
Argila	-	20,94

ANEXO 3 - Ensaio de granulometria conjunta realizado em amostra retirada do perfil de 0,40 a 0,70m.

ENSAIO DE GRANULOMETRIA CONJUNTA

Classificação:	
Poço: 1	Amostra: 4
Profundidade: (m) 0,70 / 0,90	Data: 29/11/2002
Local: Bacia Experimental	Operador: Mário e Gilson
Registro:	Obs: Aluno Fernando Mauro

SEDIMENTAÇÃO

Umidade %	
Cápsula	220
(S + A + T) (g)	86,99
(S + T) (g)	83,60
(S) (g)	67,72
(A) (g)	3,39
(T) (g)	15,88
w (%)	5,0

Dados Gerais	
Solo Umido (g):	64,44
Solo Seco (g):	61,37
ρ_s (g/cm ³):	2,73
Solo Seco Retido - # 200 (g):	38,45
Densímetro:	2
Defloculante:	Hexametáfosfato de Sódio
Am Total (Pen.Grosso)	729,67

T (°C)	Tempo (min)	Leitura	Correção	Leitura Corrig.	Viscosid. $\mu \times (10^{-4})$	ρ_w (g/cm ³)	Alt. Queda (cm)	Diâmetro ϕ (mm)	Porc. %
				0,00				0,075	29,0
27,0	1	13,6	-2,7	10,90	8,72	0,9965	15,9	0,0495	21,7
27,0	2	13,0	-2,7	10,30	8,72	0,9965	16,0	0,0350	20,5
27,0	4	12,8	-2,7	10,10	8,72	0,9965	16,0	0,0248	20,1
27,0	8	12,8	-2,7	10,10	8,72	0,9965	16,0	0,0175	20,1
27,0	15	12,8	-2,7	10,10	8,72	0,9965	16,0	0,0128	20,1
26,5	30	12,9	-2,8	10,10	8,72	0,9965	16,0	0,0091	20,1
26,0	60	12,9	-2,9	10,00	8,92	0,9968	16,0	0,0065	19,9
25,5	120	12,9	-3,0	9,90	8,92	0,9968	16,0	0,0046	19,7
25,0	240	12,8	-3,1	9,70	9,13	0,9971	16,1	0,0033	19,3
26,0	480	12,3	-2,9	9,40	8,92	0,9968	16,1	0,0023	18,7

PENEIRAMENTO

Peneiramento Grosso			
Peneira Nº	Diâmetro ϕ (mm)	Massa Retida	Porc. % < ϕ
	50	0,00	100,0
	38	0,00	100,0
	25	0,00	100,0
	19	0,00	100,0
	13,5	0,00	100,0
	9,5	0,00	100,0
4	4,8	50,11	93,1
10	2,0	163,04	77,7

Peneiramento Fino			
Peneira Nº	Diâmetro ϕ (mm)	Massa Retida	Porc. % < ϕ
10	2,0	163,04	77,7
20	0,800	7,82	67,8
40	0,420	9,52	65,6
60	0,250	17,09	56,0
100	0,150	31,86	37,3
140	0,104	35,13	33,2
200	0,075	38,45	29,0
Prato	-		

Fração	Intervalo de Diâmetros - mm	Peneiras
Pedregulho	4,8 < ϕ < 76	Grosso: 19 < ϕ < 76
		Fino: 4,8 < ϕ < 19
Areia	0,05 < ϕ < 4,8	Grossa: 2,0 < ϕ < 4,8
		Média: 0,42 < ϕ < 2,0
		Fina: 0,05 < ϕ < 0,42
Silte	0,005 < ϕ < 0,05	-
Argila	ϕ < 0,005	-

Porcentagem de Ocorrência		
Fração	Subdivisão	(%)
Pedregulho	-	6,9
	Grossa	15,5
Areia	Média	12,0
	Fina	#N/D
Silte	-	#N/D
Argila	-	#N/D

ANEXO 4 - Ensaio de granulometria conjunta realizado em amostra retirada do perfil de 0,70 a 0,90m.

ENSAIO DE GRANULOMETRIA CONJUNTA

Classificação:	
Poço: 1	Amostra: 5
Profundidade: (m) 0,90 / 1,30	Data: 29/11/2002
Local: Bacia Experimental	Operador: Mário e Gilson
Registro:	Obs: Aluno Fernando Mauro

SEDIMENTAÇÃO

Umidade %	
Cápsula	223
(S + A + T) (g)	90,99
(S + T) (g)	86,65
(S) (g)	59,62
(A) (g)	4,34
(T) (g)	27,03
w (%)	7,3

Dados Gerais	
Solo Umido (g):	62,60
Solo Seco (g):	58,35
ρ_s (g/cm ³):	2,74
Solo Seco Retido - # 200 (g):	29,89
Densímetro:	2
Defloculante:	Hexametáfosfato de Sódio
Am total seca (grosso)	975,11

T (°C)	Tempo (min)	Leitura	Correção	Leitura Corrig.	Viscosid. $\mu \times (10^{-4})$	ρ_w (g/cm ³)	Alt. Queda (cm)	Diâmetro ϕ (mm)	Porc. %
				0,00				0,075	39,9
27,0	1	16,5	-2,7	13,80	8,72	0,9965	15,3	0,0484	30,4
27,0	2	16,4	-2,7	13,70	8,72	0,9965	15,4	0,0343	30,2
27,0	4	16,2	-2,7	13,50	8,72	0,9965	15,4	0,0243	29,8
27,0	8	16,0	-2,7	13,30	8,72	0,9965	15,4	0,0172	29,3
27,0	15	15,9	-2,7	13,20	8,72	0,9965	15,5	0,0126	29,1
26,5	30	15,8	-2,8	13,00	8,72	0,9965	15,5	0,0089	28,7
26,0	60	15,7	-2,9	12,80	8,92	0,9968	15,5	0,0064	28,2
25,5	120	15,5	-3,0	12,50	8,92	0,9968	15,6	0,0045	27,6
25,0	240	15,1	-3,1	12,00	9,13	0,9971	15,7	0,0032	26,5
26,0	480	14,8	-2,9	11,90	8,92	0,9968	15,7	0,0023	26,2

PENEIRAMENTO

Peneiramento Grosso			
Peneira Nº	Diâmetro ϕ (mm)	Massa Retida	Porc. % < ϕ
	50	0,00	100,0
	38	0,00	100,0
	25	0,00	100,0
	19	0,00	100,0
	12,5	72,00	92,6
	9,5	90,70	90,7
4	4,8	132,50	86,4
10	2,0	176,66	81,9

Peneiramento Fino			
Peneira Nº	Diâmetro ϕ (mm)	Massa Retida	Porc. % < ϕ
10	2,0	176,66	81,9
20	0,800	3,49	77,0
40	0,420	5,73	73,8
60	0,250	11,93	65,1
100	0,150	23,72	48,6
140	0,104	26,72	44,4
200	0,075	29,89	39,9
Prato	-		

Fração	Intervalo de Diâmetros - mm		Peneiras
Pedregulho	4,8 < ϕ < 76	Grosso: 19 < ϕ < 76	
		Fino: 4,8 < ϕ < 19	
Areia	0,05 < ϕ < 4,8	Grossa: 2,0 < ϕ < 4,8	#10 #4
		Média: 0,42 < ϕ < 2,0	#40 #10
		Fina: 0,05 < ϕ < 0,42	#270 #40
Silte	0,005 < ϕ < 0,05	-	-
Argila	ϕ < 0,005	-	-

Porcentagem de Ocorrência		
Fração	Subdivisão	(%)
Pedregulho	-	13,59
	Grossa	4,53
Areia	Média	8,04
	Fina	#N/D
Silte	-	#N/D
Argila	-	#N/D

ANEXO 5 - Ensaio de granulometria conjunta realizado em amostra retirada do perfil de 0,90 a 1,30m.

ENSAIO DE GRANULOMETRIA CONJUNTA

Classificação:	
Poço: 1	Amostra: 6
Profundidade: (m) mais de 1,30	Data: 29/11/2002
Local: Bacia Experimental	Operador: Mário e Gilson
Registro:	Obs: Aluno Fernando Mauro

SEDIMENTAÇÃO

Umidade %	
Cápsula	231
(S + A + T) (g)	79,31
(S + T) (g)	75,98
(S) (g)	60,47
(A) (g)	3,33
(T) (g)	15,51
w (%)	5,5

Dados Gerais	
Solo Umido (g):	64,13
Solo Seco (g):	60,78
ρ_s (g/cm ³):	2,77
Solo Seco Retido - # 200 (g):	29,87
Densímetro:	2
Defloculante:	Hexametáfosfato de Sódio
Am Total (Pen.Grosso)	704,86

T (°C)	Tempo (min)	Leitura	Correção	Leitura Corrig.	Viscosid. $\mu \times (10^{-4})$	ρ_w (g/cm ³)	Alt. Queda (cm)	Diâmetro ϕ (mm)	Porc. %
				0,00				0,075	29,6
27,0	1	17,5	-2,7	14,80	8,72	0,9965	15,1	0,0476	22,1
27,0	2	17,2	-2,7	14,50	8,72	0,9965	15,2	0,0338	21,7
27,0	4	17,0	-2,7	14,30	8,72	0,9965	15,2	0,0239	21,4
27,0	8	16,7	-2,7	14,00	8,72	0,9965	15,3	0,0170	20,9
27,0	15	16,5	-2,7	13,80	8,72	0,9965	15,3	0,0124	20,6
26,5	30	16,2	-2,8	13,42	8,72	0,9965	15,4	0,0088	20,0
26,0	60	16,0	-2,9	13,10	8,92	0,9968	15,5	0,0063	19,6
25,5	120	15,8	-3,0	12,80	8,92	0,9968	15,5	0,0045	19,1
25,0	240	15,3	-3,1	12,20	9,13	0,9971	15,7	0,0032	18,2
26,0	480	14,8	-2,9	11,90	8,92	0,9968	15,7	0,0022	17,8

PENEIRAMENTO

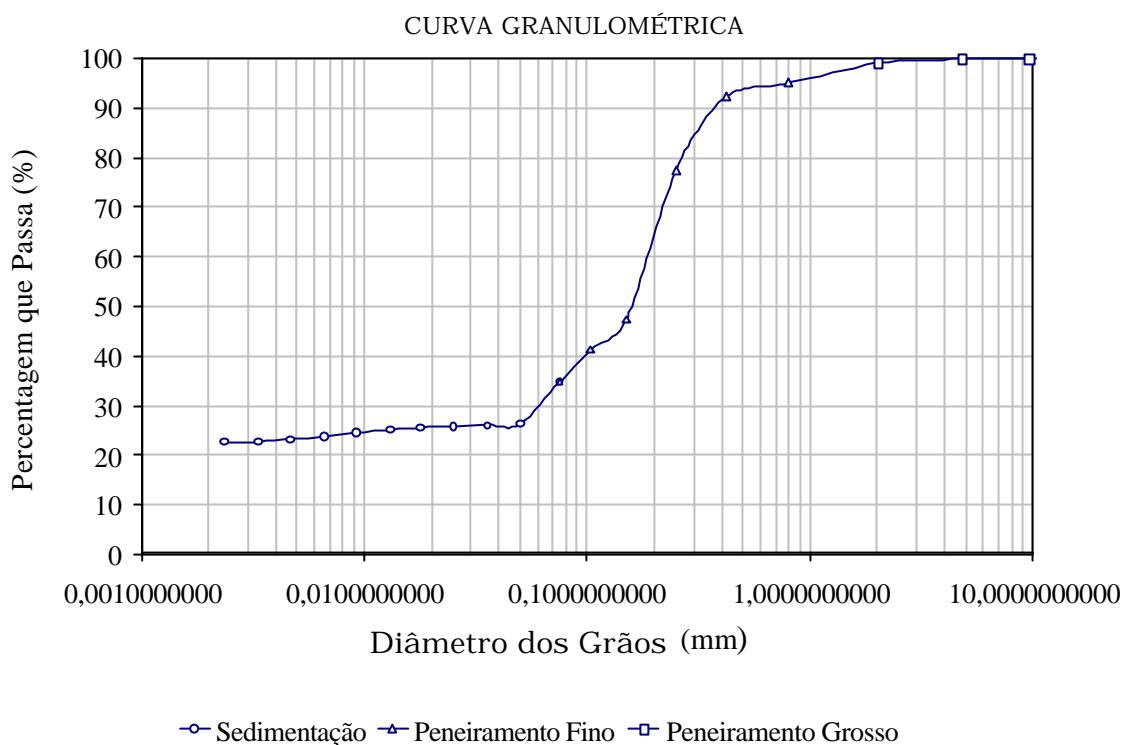
Peneiramento Grosso			
Peneira Nº	Diâmetro ϕ (mm)	Massa Retida	Porc. % < ϕ
	50	0,00	100,0
	38	0,00	100,0
	25	27,40	96,1
	19	63,50	91,0
	13,5	156,70	77,8
	9,5	179,40	74,5
4	4,8	247,60	64,9
10	2,0	295,08	58,1

Peneiramento Fino			
Peneira Nº	Diâmetro ϕ (mm)	Massa Retida	Porc. % < ϕ
10	2,0	295,08	58,1
20	0,800	3,71	54,6
40	0,420	6,29	52,1
60	0,250	12,06	46,6
100	0,150	23,31	35,8
140	0,104	26,48	32,8
200	0,075	29,87	29,6
Prato	-		

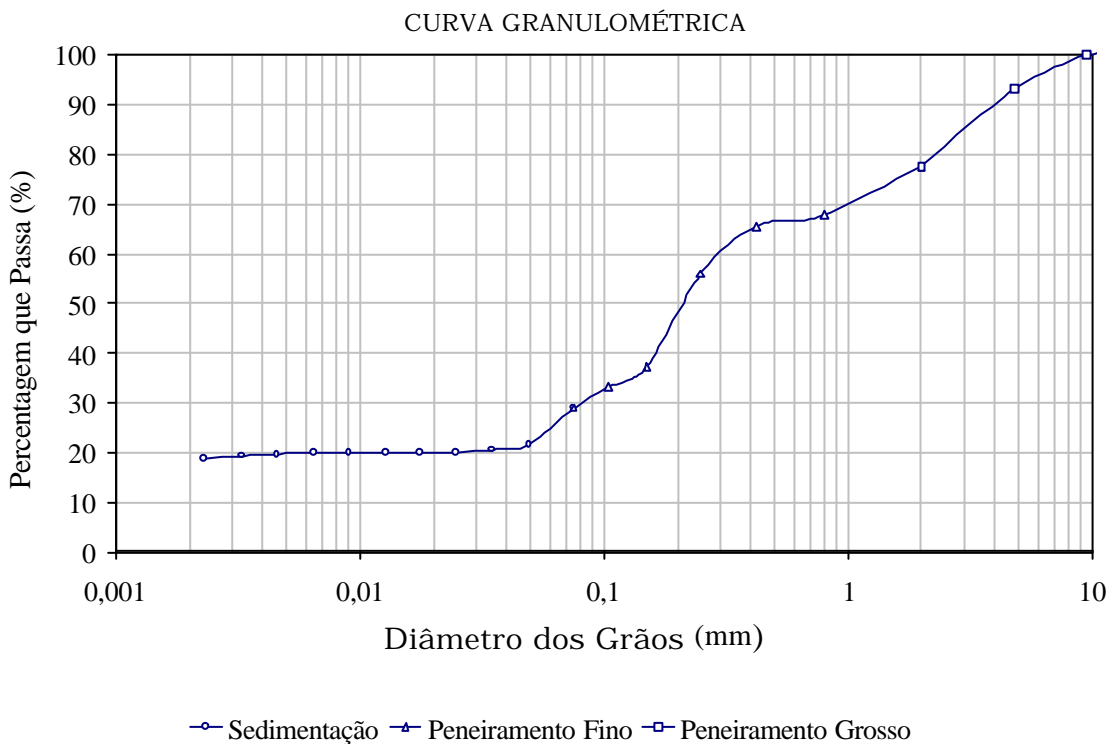
Fração	Intervalo de Diâmetros - mm	Peneiras
Pedregulho	4,8 < ϕ < 76	Grosso: 19 < ϕ < 76
		Fino: 4,8 < ϕ < 19
Areia	0,05 < ϕ < 4,8	Grossa: 2,0 < ϕ < 4,8
		Média: 0,42 < ϕ < 2,0
		Fina: 0,05 < ϕ < 0,42
Silte	0,005 < ϕ < 0,05	-
Argila	ϕ < 0,005	-

Porcentagem de Ocorrência		
Fração	Subdivisão	(%)
Pedregulho	-	35,1
	Grossa	6,7
Areia	Média	6,0
	Fina	#N/D
Silte	-	#N/D
Argila	-	#N/D

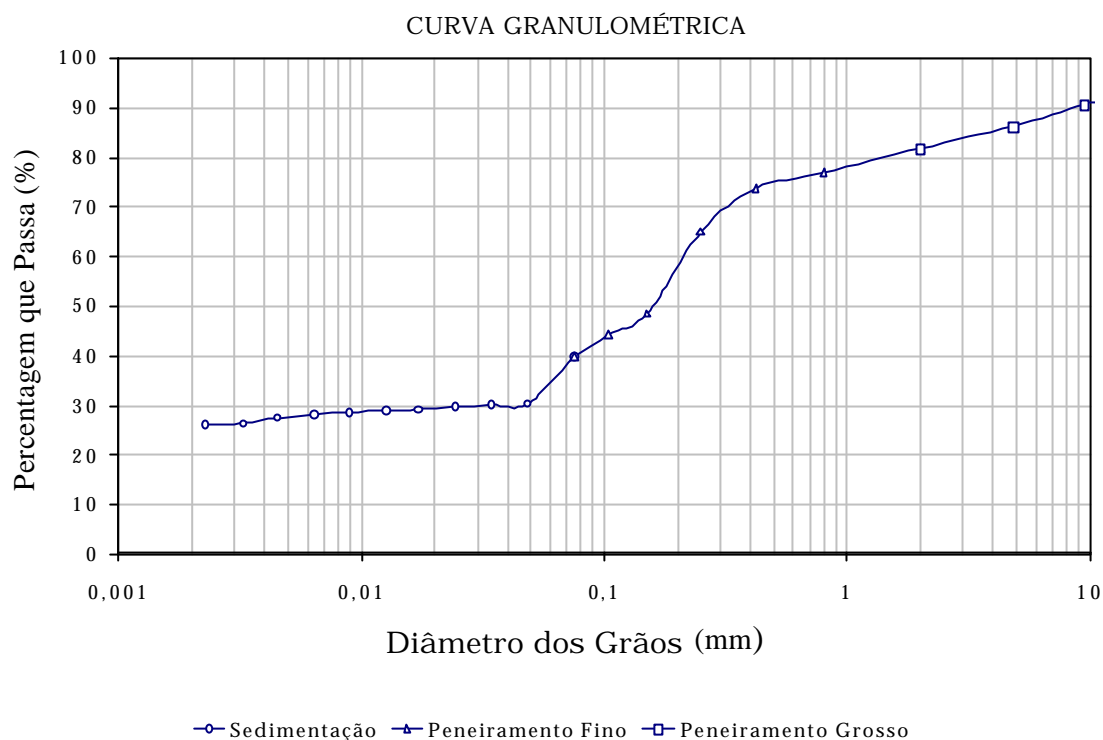
ANEXO 6 - Ensaio de granulometria conjunta realizado em amostra retirada do perfil maior que 1,30m.



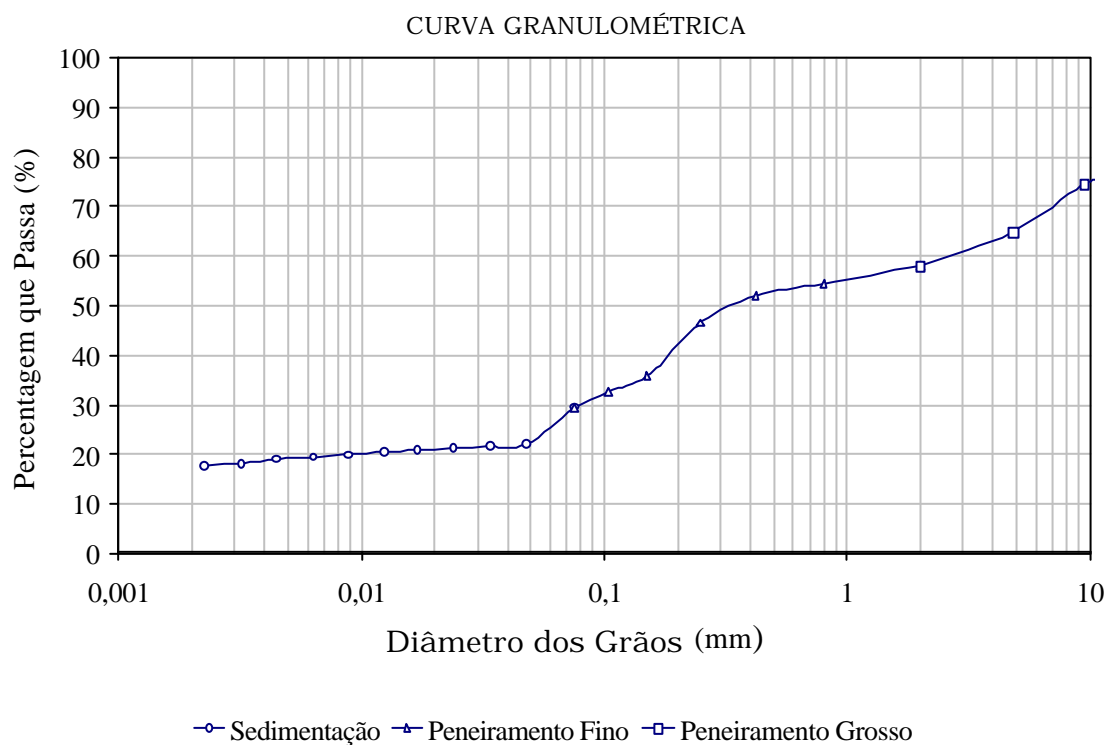
ANEXO 9 - Curva de porcentagem granulométrica realizado em amostra retirada do perfil de 0,40 a 0,70m.



ANEXO 10 - Curva de porcentagem granulométrica realizado em amostra retirada do perfil de 0,70 a 0,90m.



ANEXO 11 - Curva de porcentagem granulométrica realizado em amostra retirada do perfil de 0,90 a 1,30m.



ANEXO 12 - Curva de porcentagem granulométrica realizado em amostra retirada do perfil maior que 1,30m.

Data	Coletas	Vazão m³/h	CE dS/m	Magnésio mg/L	Sólidos Totais mg/L	Turbidez NTU	Cálcio mg/L	Ferro Total mg/L	Dureza mg/L	Sólidos Dissolvidos mg/L	pH
12/07/01	Entrada	233,71	0,139	36,0	161,0	11,0	48,0	2,0	84,0	153,0	7,2
	Saída	220,37	0,156	32,0	138,0	0,0	50,0	0,5	82,0	53,0	6,9
30/08/01	Entrada	105,68	0,160	38,0	179,0	0,0	42,0	1,2	80,0	58,0	6,9
	Saída	125,99	0,184	38,0	196,0	7,5	54,0	0,5	92,0	123,0	7,5
20/09/01	Entrada	78,54	0,147	40,0	171,0	0,0	40,0	1,2	80,0	108,0	7,0
	Saída	79,41	0,238	44,0	174,0	10,2	44,0	0,8	88,0	136,0	7,0
02/10/01	Entrada	104,95	0,252	48,0	177,0	11,0	38,0	2,0	86,0	45,2	7,1
	Saída	110,24	0,179	62,0	125,0	0,8	44,0	0,8	106,0	39,8	6,8
22/11/01	Entrada	144,53	0,144	76,0	155,0	40,0	34,0	3,0	110,0	105,0	6,6
	Saída	197,36	0,179	70,0	100,0	4,5	48,0	2,0	118,0	88,0	6,8
20/12/01	Entrada	124,40	0,100	18,0	125,0	0,6	32,0	0,1	50,0	103,0	6,6
	Saída	138,84	0,200	38,0	178,0	8,4	40,0	2,0	78,0	103,0	6,3
15/01/02	Entrada	228,70	0,100	22,0	178,0	5,7	32,0	1,2	54,0	159,0	6,4
	Saída	295,76	0,100	28,0	173,0	4,4	40,0	1,2	68,0	134,0	6,9
23/01/02	Entrada	274,79	0,100	24,0	130,0	5,5	36,0	1,2	60,0	114,0	6,6
	Saída	239,54	0,100	24,0	134,0	5,0	42,0	1,2	66,0	110,0	6,9
18/02/02	Entrada	278,98	0,123	24,0	126,0	15,0	36,0	0,8	60,0	95,0	6,8
	Saída	201,57	0,139	46,0	112,0	6,7	36,0	1,2	82,0	91,0	7,0
07/03/02	Entrada	141,90	0,180	50,0	156,0	25,0	58,0	2,0	108,0	131,0	6,7
	Saída	150,70	0,177	110,0	211,0	30,0	50,0	3,0	160,0	159,0	6,8
02/04/02	Entrada	144,69	0,170	54,0	110,0	27,5	40,0	3,0	94,0	87,0	7,0
	Saída	134,19	0,176	72,0	363,0	10,5	28,0	2,0	100,0	109,0	7,4
16/04/02	Entrada	97,26	0,197	20,0	146,0	56,7	20,0	2,0	40,0	135,0	6,8
	Saída	132,12	0,186	68,0	174,0	21,4	30,0	3,0	98,0	155,0	7,3
30/04/02	Entrada	122,57	0,174	4,0	163,0	19,0	94,0	3,0	98,0	104,0	6,8
	Saída	136,05	0,182	52,0	156,0	9,0	80,0	2,5	112,0	104,0	7,0
14/05/02	Entrada	200,53	0,170	44,0	158,0	25,0	50,0	3,0	94,0	63,0	6,6
	Saída	162,86	0,200	50,0	145,0	7,0	50,0	2,0	100,0	50,0	7,0
28/05/02	Entrada	97,59	0,152	54,0	138,0	22,0	32,0	3,0	86,0	120,0	6,7
	Saída	145,06	0,178	36,0	90,0	8,0	50,0	3,0	86,0	60,0	6,6
25/06/02	Entrada	101,17	0,158	58,0	182,0	43,8	40,0	1,5	70,0	147,0	6,4
	Saída	131,62	0,177	44,0	170,0	5,8	50,0	1,5	94,0	130,0	6,7
02/07/02	Entrada	72,21	0,211	38,0	174,0	6,7	44,0	2,0	98,0	138,0	6,4
	Saída	63,67	0,161	26,0	72,0	7,7	56,0	2,0	100,0	63,0	6,6
08/08/02	Entrada	140,78	0,146	48,0	120,0	6,7	38,0	0,2	82,0	94,0	6,4
	Saída	115,09	0,172	6,0	94,0	2,5	46,0	0,3	82,0	75,0	6,9
27/08/02	Entrada	98,54	0,151	40,0	145,0	21,0	38,0	2,0	78,0	96,0	6,3
	Saída	122,46	0,177	44,0	92,0	11,5	42,0	3,0	86,0	56,0	6,6
19/09/02	Entrada	154,14	0,132	44,0	135,0	14,3	36,0	2,0	80,0	110,0	6,4
	Saída	118,33	0,158	36,0	110,0	3,8	34,0	1,2	70,0	88,0	7,0
08/10/02	Entrada	67,69	0,159	52,0	160,0	28,0	32,0	3,0	84,0	90,0	6,7
	Saída	72,39	0,183	82,0	124,0	12,6	40,0	2,0	82,0	72,0	6,9
07/11/02	Entrada	84,45	0,150	24,0	138,0	20,3	38,0	2,0	62,0	101,0	6,7
	Saída	105,17	0,218	60,0	112,0	22,3	50,0	3,0	110,0	93,0	6,6
13/12/02	Entrada	69,49	0,134	26,0	167,0	14,1	44,0	4,0	70,0	125,0	6,4
	Saída	98	0,189	48,0	132,0	20,4	72,0	3,0	120,0	97,0	6,5
	Média	100,00	0,164	43,435	149,326	13,888	43,435	1,893	86,696	101,522	6,772
	Minima	63,67	0,10	4,00	72,00	0,00	20,00	0,10	40,00	39,80	6,30
	Máxima	295,76	0,25	110,00	363,00	56,70	94,00	4,00	160,00	159,00	7,50

ANEXO 13 – Variáveis coletadas durante o experimento.

Anexo 14 - Carta topográfica do Município de Ilha Solteira - SP.

"VAZÃO E QUALIDADE DA ÁGUA EM MANANCIAL DEGRADADO DO CINTURÃO VERDE DE ILHA SOLTEIRA - SP "

FERNANDO MAURO

*DISSERTAÇÃO APRESENTADA À FACULDADE DE ENGENHARIA -
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA - UNESP COMO PARTE DOS REQUISITOS
PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL*

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. Fernando Braz Tangerino
Hernandez
Orientador

Prof. Dr. David Manoel L. da Motta Marques

Prof. Dr. Milton Dall'Aglio Sobrinho

Ilha Solteira - SP
fevereiro – 2003