

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Potencialidades hídricas da microbacia hidrográfica do córrego
do Monte Olimpo no campus “Luiz de Queiroz” da Universidade
de São Paulo**

José Carlos Ferreira

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Agronomia. Área de concentração: Irrigação e
Drenagem

**Piracicaba
2008**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**José Carlos Ferreira
Engenheiro Civil**

Potencialidades hídricas da microbacia hidrográfica do córrego do Monte Olimpo no Campus “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo

Orientador:
Prof. Dr. **MARCOS VINÍCIUS FOLEGATTI**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de concentração: Irrigação e Drenagem

**Piracicaba
2008**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Ferreira, José Carlos

Potencialidades hídricas da microbacia hidrográfica do córrego do Monte Olimpo no
Campus "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo / José Carlos Ferreira. - -
Piracicaba, 2008.

119 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008.
Bibliografia.

1. Água – Qualidade 2. Bacia hidrográfica – Recuperação 3. Mananciais – Conservação
4. Proteção ambiental I. Título

CDD 551.483
F383p

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a DEUS, pela graça de poder realizar esse trabalho nesses meus cinquenta e dois anos de vida;

Agradeço a minha querida e amada esposa, Lúcia Fátima dos Santos Ferreira , pela sua compreensão, dedicação e colaboração nesses períodos de estudos e pesquisa;

A meus filhos, Fernanda Aline, André Fernando e Ivan Thiago, os quais também, como universitários, foram meus colaboradores, estimuladores, e contribuíram para o enriquecimento do projeto apresentado;

Ao meu orientador Prof. Marcos Vinícius Folegatti, que através de seu imenso conhecimento, dedicação e disponibilidade, forneceu meios e métodos para a realização do plano de pesquisa em prol do meu crescimento profissional e acadêmico, bem como da realização do diagnóstico dos recursos hídricos no Campus “Luiz de Queiroz”.

Aos professores Sérgio Nascimento Duarte, Tarlei Arriel Botrel, Décio Eugênio Crucciani, Rubens Duarte Coelho, Marcos Vinícius. Folegatti e José Antonio Frizzone, aos professores Celso Augusto Clemente, Gerd Spavorek e Miguel Cooper, do Departamento de Ciência do Solo, aos professores Walter de Paula Lima, do Departamento de Ciências Florestais, Cláudio Rosa Gallo, do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, e Ricardo Ribeiro Rodrigues, do Departamento de Ciências Biológicas, que contribuíram para o crescimento acadêmico no transcorrer desse curso de mestrado;

Aos funcionários da seção de água, Dr. Jair Sebastião da Silva Pinto, Joel Braga de Oliveira, Priscila Damasio Simionato e Luiz Fernando Gomes que contribuíram com grande dedicação e comprometimento com esse projeto;

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Rural, Beatriz Regina Duarte Novaes, Davilmar Aparecida Domingues Collevatti, Sandra Regina T. Silveira Mello, Vanda Macedo Zambello, Antônio Agostinho Gozzo, Osvaldo Rettore Neto, Gilmar Batista Grigolon, Helio de Toledo Gomes, os quais sempre contribuíram com suas dedicações e disponibilidades para a concretização desse curso.

À Silvia Maria Zinsly, bibliotecária da Divisão de Biblioteca e Documentação pela sua atuação, colaboração e orientação deste trabalho.

À Universidade de São Paulo, que através da política de investimento e crescimento dos seus funcionários, propiciou essa oportunidade;

A todos os colaboradores que se comprometeram e ajudaram na conclusão dessa pesquisa a qual é, sem dúvida, uma grande conquista na minha vida.

"Nossa maior riqueza como seres humanos é sermos capazes de criar projetos que acrescentem valor à vida dos outros"

(Felipe Gonzáles, ex-primeiro ministro da Espanha, (1982-1996)

"Porque esta magnífica tecnologia científica, na qual eu trabalho e que nos facilita a vida nos traz tão pouca felicidade"?

A resposta é esta:

"Simplesmente porque ainda não aprendemos a usá-la com juízo".

(Albert Einstein, cientista mais importante do século XX, 1879-1955)

"Conte-me, e eu vou esquecer. Mostre-me, e eu vou lembrar.

Envolva-me, e eu vou entender".

Confúcio

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	10
LISTA DE FIGURAS.....	11
LISTA DE TABELAS	12
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	14
1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
2.1 Água.....	18
2.1.1 Uma visão histórica da água	18
2.1.2 O problema da escassez de água	20
2.1.3 Água no Brasil	22
2.1.4 Impactos ambientais.....	24
2.2 A bacia hidrográfica do estado de São Paulo.....	25
2.2.1 A bacia hidrográfica.....	25
2.2.2 Hidrografia da bacia do rio Paraná.....	28
2.2.3 Hidrografia do Estado de São Paulo	29
2.2.4 Uso predominante da água no Estado de São Paulo.....	31
2.2.5 Balanço hídrico do Estado de São Paulo	33
2.2.6 Formação dos CBH - Comitês de Bacias Hidrográficas	33
2.2.7 Definições dos usos dos recursos hídricos – Portaria 717/96 - DAEE	36
2.2.8 A mata ciliar, a quantidade e qualidade da água.....	41
2.2.9 Tipos de escoamento em uma bacia hidrográfica	42
2.2.10 Águas subterrâneas	43
2.2.11 Contaminação da água	46
2.2.12 Hidrografia do rio Piracicaba	49
2.2.12.1 O rio Piracicaba.....	49
2.2.12.2 Qualidade da água bruta	54
2.2.12.3 Desperdícios de água nos sistemas de distribuição.....	57

3 MATERIAL E MÉTODOS	59
3.1 Medição da vazão	59
3.2 Drenagem superficial	59
3.3 Qualidade da água	59
3.4 Medição do deflúvio	60
3.5 Estimativa da disponibilidade hídrica	61
3.6 Precipitação na estação meteorológica ao redor da lagoa de captação	61
3.7 Descrição da bacia do Monte Olimpo.....	62
3.7.1 Foto aérea da bacia hidrográfica do córrego do Monte Olimpo.....	62
3.8 Dados da bacia	63
3.8.1 Área e perímetro	63
3.8.2 Forma	63
3.8.3 Declividade longitudinal da bacia	63
3.8.4 Tipo de ordem do curso de água.....	63
3.8.5 Comprimento do talvegue	64
3.8.6 Reservação do sistema hídrico	64
3.8.7 Bacia do Monte Olimpo	64
3.8.8 Vegetação	66
3.8.9 Solo da microbacia hidrográfica do córrego Monte Olimpo	67
3.8.10 Cálculo da vazão de cheia pelo método de $I - PA I - WU$	68
3.8.11 Cenário atual	74
3.8.12 Mata ciliar e o Código Florestal	80
3.8.13 Procedimentos para contagens de bactérias na água	84
3.9 Estrutura para determinação de vazões médias e mínimas.....	85
4 RESULTADOS.....	86
4.1 Vazões	86
4.2 Vazão diária pelo vertedor triangular.....	86
4.3 Dados coletados no vertedor triangular.....	87
4.4 Disponibilidade hídrica	92
4.5 Cálculo pela regionalização hidrológica do Estado de São Paulo.....	92
4.6 Resultados das vazões calculadas	95

4.7 Cálculo da vazão máxima pelo método de I – PA I – WU	96
4.8 Coletas de dados do microbacia do córrego Monte Olimpo	98
4.9 Análise da qualidade da água	104
4.9.1 Análise bacteriológica de águas dos mananciais	104
4.10 Custo para o tratamento de água	108
4.11 Assoreamento	110
4.12 Matas Ciliares.....	112
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	113
6 CONCLUSÃO	115
REFERÊNCIAS.....	116

RESUMO

Potencialidades hídricas na microbacia hidrográfica do córrego Monte Olimpo no Campus “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo

O objetivo deste trabalho foi o de realizar um diagnóstico, e um estudo hidrológico da microbacia do córrego Monte Olimpo, com vistas à recuperação e utilização desse manancial. Essa microbacia está localizada integralmente no Campus “Luiz de Queiroz”, onde é armazenada água de boa qualidade em duas lagoas, mas, em função da ausência de práticas conservacionistas e da ação antrópica, encontra-se altamente degradada. O fornecimento de água para o Campus provém de duas fontes principais, ou seja, a primeira, o rio Piracicaba, onde a água é altamente poluída e no seu tratamento são utilizados grandes quantidades de produtos químicos, que resultam em alto custo, e a segunda, a microbacia do Monte Olimpo, que tem sua foz no rio Piracicaba, e possui água de boa qualidade, com a possibilidade de ter seu potencial de produção de água restabelecido, se práticas conservacionistas forem empregadas. Para tanto, procurou-se monitorar as características de qualidade e quantidade da água realizando-se análises físicas, químicas e biológicas, e medidas de vazões em um ponto estratégico, onde as perdas e as influências da evapotranspiração, evaporação e infiltração ao longo do percurso estivessem contempladas. Foi instalado um vertedor triangular, localizado aproximadamente a 18 metros da foz, ou seja do rio Piracicaba. Concluiu-se que a microbacia está degradada, assoreada e em processo de poluição, em função de ação antrópica e da má conservação, e embora a água armazenada na lagoa não tenha sido utilizada nos últimos quatro anos para abastecimento público, possui potencial de produção de água para a demanda de agosto a março e nos períodos restantes atende parcialmente às necessidades atuais do Campus. O desassoreamento, o reflorestamento das matas ciliares, a conscientização, a recuperação e monitoramento são de extrema importância para a manutenção e conservação desse manancial no Campus. Tendo em vista a baixa da disponibilidade hídrica atual ($400 \text{ m}^3 \text{ hab. ano}^{-1}$) no período de estiagem da bacia do rio Piracicaba, que tende a agravar-se na próxima década, uma política interna urgente de recuperação e conservação desta microbacia é necessária e estratégica, aliado ao fato de que a sua recuperação e conservação pode e deve estar associada às atividades didáticas, científicas, sociais e éticas praticadas no Campus “Luiz de Queiroz”.

Palavras Chave: Água; Conservação; Preservação; Tomada de decisão; Qualidade e quantidade de água de mananciais

ABSTRACT

Hydrological Potential of the Monte Olimpo Watershed on Campus Luiz de Queiroz of the University of São Paulo

The goal of this work was to study the hydrological potential of the Monte Olimpo Watershed on Campus Luiz de Queiroz of the University of São Paulo. This watershed is located entirely on the Campus, where good water quality can be stored in two reservoirs. Due to the lack of soil conservation practices and environment concerns this watershed is much degraded. The water supplied to the Campus comes from two main sources, the first one, it is the Piracicaba River, where the water is mostly polluted and for its treatment are used large amounts of chemical products, which results in high cost. The second one is from the Monte Olimpo River, which has its source and mouth inside the Campus. Monte Olimpo creek, can have good water quality if its water productivity potential is reestablished using soil conservation practices and protecting the buffer areas. For this reason, it was decided to monitor the water quality and quantity through chemical and physical analyses, and also the outflow measurements at specific points. A triangular spillway was set at about 18 meters upstream from the mouth. It was concluded that the Monte Olimpo watershed has been under a very strong degrading process, with sediments, fertilizers and organic matter carried out through erosion process. The creek has a potential to produce enough water for the demand of the Campus from August to May, and on the remaining period it partially satisfies the actual needs. In order to reestablish its potential it will be necessary to remove the sediment accumulated for more 30 years in the reservoir, implement the buffer areas with trees and soil conservation on the steep, also environment education program. The recovery of the creek Monte Olimpo is mandatory, since the water supply in the whole Piracicaba Watershed reached $400\text{m}^3\text{hab.ano}^{-1}$, during the dry season, which will probably reduce on the next decade. An urgent internal policy must be implemented.

Keywords: Water; Conservation; Preservation; Decisions; Quality and quantity of the water of springs

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Comportamento da microbacia com a extensão dos seus limites laterais ...	27
Figura 2 - UGRHIS do Estado de São Paulo e suas ocupações.....	30
Figura 3 - Uso predominante de água.....	30
Figura 4 - Precipitação e deflúvio do Estado de São Paulo	33
Figura 5 - Distribuição espacial dos Comitês das bacias de Estado de São Paulo.....	35
Figura 6 - Demanda do uso da água nas áreas urbanas, industriais e rurais	37
Figura 7 - Mapa da qualidade das águas e classificação da bacia do PCJ - saisp.br...	39
Figura 8 - Diagnóstico UGRHI 05 - Piracicaba/Capivari/Jundiaí	40
Figura 9 - Unidades aquíferas da bacia do PCJ.....	43
Figura 10 - Distribuição de coletas de qualidade da água na bacia do PCJ	56
Figura 11 - Pontos de coletas do IAP nas proximidades de Piracicaba	57
Figura 12 - Vertedor triangular de 90°	60
Figura 13 - Precipitação na bacia do Monte Olimpo.....	61
Figura 14 - Foto aérea da bacia hidrográfica do córrego do Monte Olimpo	62
Figura 15 - Mapa da microbacia hidrográfica do córrego Monte Olimpo.....	65
Figura 16 - Uso da Terra da microbacia hidrográfica do córrego Monte Olimpo.....	66
Figura 17 - Solos da microbacia hidrográfica do córrego Monte Olimpo.....	67
Figura 18 - Nascente da microbacia da lagoa do aeroporto.....	74
Figura 19 - Córrego entre a lagoa de captação e a barragem	75
Figura 20 - Barragem e canal.....	75
Figura 21 - Lagoa de captação anterior a seca de 2003	76
Figura 22 - Lagoa de captação após a seca de 2003	76
Figura 23 - Mapa das coberturas vegetais existente no Campus em destaque para microbacia do córrego Monte Olimpo.....	78
Figura 24 - Recuperação das áreas degradadas pela ONG “Mata Atlântica” em julho de 2007	79
Figura 25 - Vertedor triangular 90°	79
Figura 26 - Determinação das vazões médias e mínimas.....	85

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Demanda e disponibilidade hídrica superficial e subterrânea das bacias do Estado de São Paulo	31
Tabela 2 - Demanda global de água no Estado de São Paulo em m^3s^{-1}	32
Tabela 3 - Comitês de Bacias que abrangem as 22 UGRHIs do Estado de São Paulo e o número de municípios participantes	34
Tabela 4 - Características regionais das principais unidades aquíferas nas bacias do PCJ / trechos paulista e mineiro	44
Tabela 5 - Vazões críticas e vazão de referência das sub-bacias da UGRHI - 5	50
Tabela 6 - Sub-bacias e municípios que formam a UGRHI 5	52
Tabela 7 - Demanda de água por tipo de uso nas sub-bacias de UGRHI-5 (A,B,C)	53
Tabela 8 - Valores médios anuais do IAP na bacia do rio Piracicaba por sub-bacias	55
Tabela 9 - Pontos de monitoramento no rio Piracicaba	55
Tabela 10 - Grau de impermeabilidade do solo em função do seu uso	71
Tabela 11 - Coeficiente volumétrico de escoamento	72
Tabela 12 - Largura mínima da faixa para matas ciliares	83
Tabela 13 - Dados mês de março no vertedor triangular	87
Tabela 14 - Dados mês de abril no vertedor triangular	88
Tabela 15 - Dados mês de maio no vertedor triangular	89
Tabela 16 - Dados mês de junho no vertedor triangular	90
Tabela 17 - Dados mês de julho no vertedor triangular	91
Tabela 18 - Valores médios mensais do vertedor triangular	92
Tabela 19 - Vazão para "P (%)" de permanência (m^3s^{-1})	93
Tabela 20 - Vazão mínima anual de "d" meses consecutivos com "T" anos de período de retorno (m^3s^{-1})	93
Tabela 21 - Vazão mínima anual de 7 dias consecutivos com "T" anos de período de retorno: $Q_{7,T}$ (m^3s^{-1})	93
Tabela 22 - Resultados das vazões e os métodos aplicados	95
Tabela 23 - Capacidade hídrica comparada com o método de avaliação da $Q_{7,10}$	96

Tabela 24 - Valores da microbacia do córrego Monte Olimpo pelo método I – PAI WU	97
Tabela 25 - Águas superficiais coletadas em março e em junho de 2007	98
Tabela 26 - Águas superficiais coletadas em junho de 2007	99
Tabela 27 - Parâmetros inorgânicos – coletados em junho 2007.....	100
Tabela 28 - Parâmetros orgânicos – CONAMA 357.....	101
Tabela 29 - Sedimentos encontrados nas lagoas II e I	102
Tabela 30 - Custo do tratamento de água pela PCLQ	108
Tabela 31 - Cálculo do custo de água tratada pelo SEMAE para órgão público.....	109
Tabela 32 - Economia devido ao tratamento realizado pela PCLQ.....	109
Tabela 33 - Volume de assoreamento da lagoa de captação	111

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ANA – Agência Nacional de Águas

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

CETESB – Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Ambiental

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CPCJ – Comitê Permanente da Bacia dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá

DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica de São Paulo

ESALQ – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

ETA – Estação de Tratamento de Água

ETE – Estação de Tratamento de Esgoto

IAP – Índice de Qualidade das Águas Brutas

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IQA – Índice de Qualidade das Águas

ISTO – Índice de Substâncias Tóxicas e Organolépticas

MMA – Ministério do Meio Ambiente

NBR – Norma Brasileira

OMS – Organização Mundial de Saúde

ONU – Organização das Nações Unidas

OPS – Office of Public Safftlely

PCLQ – Prefeitura do Campus “Luiz de Queiroz”

PNRH – Plano Nacional de Recursos Hídricos

PRODESP – Companhia de Processamento de Dados do Estado de São Paulo

SIGRH – Sistema Integrado para o Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo

UFPA – Universidade Federal de Lavras

UGRHI – Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos

UNCTAD - Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento

UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

UNICEF – Fundo das Nações Unidas para a Infância

USP – Universidade de São Paulo

1 INTRODUÇÃO

Cada sociedade tem uma relação peculiar com a água, a qual reflete a diversidade de valores e de experiências acumuladas. Como referência cultural e social, a água encontra grande expressão nas artes, nas religiões, na mitologia, no folclore, na ciência e na política.

A água doce não está distribuída uniformemente pelo globo. A distribuição da água está relacionada com os diversos ecossistemas da Terra.

O aumento da população mundial, a poluição provocada pelas atividades humanas, o consumo excessivo e o alto grau de desperdício de água contribuem para reduzir ainda mais a disponibilidade de água para uso humano. A população mundial aumentou três vezes durante o século XX, no mesmo período, o volume de água utilizado aumentou aproximadamente nove vezes.

O crescimento da população urbana, aliado à concentração e ampliação da atividade industrial, provoca elevação considerável nas demandas hídricas, tanto para o abastecimento público, como para a diluição de efluentes.

Como consequência, os corpos de água das regiões brasileiras mais densamente povoadas encontram-se praticamente “mortos”, sem capacidade de depurar efluentes. Além disso, a abundância relativa de água no Brasil tem levado a certa “cultura do desperdício”. Como agravante desse processo, os sistemas de coleta, tratamento e distribuição de água possuem tubulações antigas e com sérios problemas de manutenção, acumulando perdas que variam entre 40 e 60% do total da água tratada.

O aumento da demanda por água, somado ao crescimento das cidades, à impermeabilização dos solos, à degradação da capacidade produtiva dos mananciais, à contaminação das águas e ao desperdício conduz a um quadro preocupante em relação à sustentabilidade do abastecimento público, especialmente em algumas regiões metropolitanas brasileiras.

No meio rural, a utilização de agroquímicos de forma inadequada, aliada à redução da cobertura vegetal, à remoção das matas ciliares e da vegetação protetora das áreas de recarga, ao uso de quantidades crescentes de fertilizantes, à

movimentação de solos em áreas de declividade acentuada e em áreas de preservação permanente, à degradação de pastagens, entre outros, provocam o aumento da erosão e do assoreamento, degradando a qualidade da água, principalmente nas regiões de agricultura intensiva.

A situação atual dos recursos hídricos aponta para um quadro de crise que se reflete em torno da água na crise de consciência da nossa civilização e do modelo de “desenvolvimento” mundial atual, desigual, excludente e esgotante dos recursos naturais. A degradação ambiental e as desigualdades sociais são verso e reverso de um mesmo processo histórico, que tem como consequência a insustentabilidade da vida, do meio ambiente e das sociedades humanas. Especialmente no contexto da gestão dos recursos hídricos, a busca da sustentabilidade configura-se como o caminho possível para reverter o quadro atual de degradação, alicerçando as bases para a construção coletiva de um novo modelo de desenvolvimento.

O Planeta Terra abriga um complexo sistema de organismos vivos no qual a água é elemento fundamental e insubstituível. Sem água não existe vida. Ela é responsável pelo equilíbrio da “comunidade vida”, da qual nós, seres humanos, fazemos parte. A água é também insumo indispensável à produção e recurso estratégico para o desenvolvimento econômico. Todas as atividades humanas dependem da água.

Primar pela água é uma questão de sobrevivência; depende da decisão e da ação de todos, comunidade e da sociedade em geral. Somente com sensibilidade, criatividade, determinação e participação será possível construir as respostas técnicas, científicas, ecológicas, sociais, políticas e econômicas para a gestão da água na perspectiva do desenvolvimento sustentável, com inclusão social e justiça ambiental.

A poluição de lagos e rios têm contribuído consideravelmente para a escassez de água potável de fácil acesso para as populações em diversas áreas do mundo, aumentando a competitividade por esse recurso natural, que apesar de ser renovável no contexto do ciclo hidrológico, é espacial e temporariamente escasso.

As providências úteis para evitar a catástrofe da falta de água requerem ações consecutivas tais como, diagnóstico ambiental, tomada de dados para pesquisa, análise

e interpretação de dados, resultados gerados e tomada de decisão. (MMA - PNRH-2006).

O objetivo deste trabalho foi o de elaborar um diagnóstico da microbacia hidrográfica do córrego Monte Olimpo, avaliando-se a sua degradação e assoreamento, as ações antrópicas, de instalar dispositivos de medida da vazão e de estimar qual o potencial de uso da água produzida nesta bacia, para ser armazenado na lagoa e utilizado para o abastecimento parcial de água no Campus “Luiz de Queiroz”.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Água

2.1.1 Uma visão histórica da água

Depois da II Guerra Mundial, em 1949, houve pela primeira vez uma reunião da Conferência Científica das Nações Unidas sobre Conservação e Utilização dos Recursos Naturais, da qual participaram cientistas e especialistas de toda parte do mundo, para uma análise da gestão de recursos ambientais.

A Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento – UNCTAD, em 1964, desenvolveu debates sobre o uso das águas marítimas, focalizando o ponto de vista econômico e não um recurso natural a ser preservado. Existia um grande heteromorfismo entre as nações industrializadas e em desenvolvimento sobre os assuntos de recursos naturais, onde as questões ambientais apresentavam conflitos e demonstravam-se preocupantes visto que estavam disseminadas em todo o Planeta.

A ONU, em novembro de 1980, proclamou o Decênio Internacional do Fornecimento de Água Potável e Saneamento, com a participação ativa de governos e agências internacionais, com a meta de fornecer serviços de água potável com melhor qualidade. Uma década depois dessa implantação, os frutos ainda eram mínimos, mas houve um crescimento dos técnicos envolvidos, onde doenças endêmicas de veiculação hídrica foram reduzidas ou eliminadas do quadro geral da saúde. Com o apoio da OMS e da OPS na formulação de políticas de saúde aos países interessados, criou-se uma rede de informações em todos os níveis e incentivou-se a disseminação das informações em toda a América Latina e Caribe.

Em Dublin, na Irlanda, a Conferência Internacional sobre Água e Meio Ambiente, organizada pela ONU, em 1992, os representantes reunidos consideraram, pela primeira vez, que a situação dos recursos hídricos caminhava de forma bastante dramática para um ponto crítico, principalmente os recursos hídricos de água doce.

Os participantes da Conferência de Dublin produziram recomendações e um programa de ação sob o título de “A Água e o Desenvolvimento Sustentável” onde a participação deveria ser em níveis de governo, sociedade civil e comunidades envolvidas. O primeiro Princípio da Declaração de Dublin afirma que: “a água doce é um recurso finito e vulnerável, essencial para garantir a vida, o desenvolvimento e o meio ambiente”. Observaram-se a relação entre a água e a diminuição da pobreza e das doenças; a proteção e as medidas de proteção contra os desastres naturais; a conservação e o reaproveitamento da água; o desenvolvimento urbano sustentável; a produção agrícola e o fornecimento de água potável ao meio rural; a proteção dos sistemas aquáticos e as questões transfronteiriças e se reconheceu a existência de conflitos geopolíticos derivados da posse das bacias hidrográficas.

Em 1996, foi criado o Fórum Mundial da Água, que se reúne a cada três anos, para discutir os principais assuntos relacionados com a gestão de recursos hídricos. O Fórum discute as ações tomadas pelos diferentes países para implementar o manejo integrado dos recursos hídricos e busca soluções que permitam à comunidade internacional atingir os objetivos da Declaração do Milênio, que busca reduzir pela metade, até 2015, o número de pessoas sem acesso a água potável e ao saneamento básico. Os pontos de debates temáticos foram a água potável e saneamento; água para produção de alimentos e desenvolvimento rural; prevenção da poluição e conservação de ecossistemas; mitigação de desastres e gestão de risco; gestão dos recursos hídricos e compartilhamento de seus benefícios.

A Assembléia-Geral da ONU declarou o ano 2003 como Ano Internacional da Água Doce. A resolução, produto de uma iniciativa do governo do Tajiquistão, foi adotada em 20 de Dezembro de 2000, tendo sido apoiada por 148 países. O texto da resolução envolvem os Governos, a ONU e os demais envolvidos, a aproveitar a oportunidade para sensibilizar a opinião pública sobre a importância do uso e da gestão dos recursos hídricos. Esta resolução também fez um apelo aos governos, organizações nacionais e internacionais, ONGs e ao setor privado para que juntos contribuíssem de forma voluntária na promoção do Ano Internacional da Água Doce.

A divulgação no dia 22 de Março, Dia Internacional da Água, do Relatório Mundial sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos – Água para as Pessoas,

Água para a Vida, em Kyoto, oferece uma visão mais completa e atualizada sobre o estado em que se encontram os recursos hídricos nos dias de hoje. Este documento, que representa a mais importante contribuição intelectual para o Fórum e para o Ano Internacional da Água Doce, foi coordenado pela UNESCO. Para que este relatório fosse escrito, um total de 23 áreas que tratam da questão da água no sistema da ONU participaram da criação do documento. Pela primeira vez se reuniram para monitorar o progresso alcançado na luta empreendida para atingir os objetivos relacionados à água nos campos da saúde, alimentação, ecossistemas, cidades, indústria, energia, gestão de risco, avaliação econômica, divisão de recursos e governança. (René Capriles - Editor da ECO 21 – Janeiro/2008)

2.1.2 O problema da escassez de água no mundo

A escassez de água no mundo é agravada em virtude da desigualdade social e da falta de manejo e usos sustentáveis dos recursos naturais. De acordo com os números apresentados pela ONU - Organização das Nações Unidas - fica claro que controlar o uso da água significa deter poder.

As diferenças registradas entre os países desenvolvidos e os em desenvolvimento chocam e evidenciam que a crise mundial dos recursos hídricos está diretamente ligada às desigualdades sociais.

Em regiões onde a situação de falta d'água já atinge índices críticos de disponibilidade, como nos países do Continente Africano, onde a média de consumo de água por pessoa é de dezenove litros.habitante⁻¹dia⁻¹, ou de dez a quinze litros.habitante⁻¹dia⁻¹. Já em Nova York, há um consumo exagerado de água doce tratada e potável, onde um cidadão chega a gastar dois mil litros.dia⁻¹.

Segundo o Fundo das Nações Unidas para a Infância - UNICEF, menos da metade da população mundial tem acesso à água potável. A irrigação corresponde a 73% do consumo de água, 21% vai para a indústria e apenas 6% destina-se ao consumo doméstico.

Um bilhão e 200 milhões de pessoas (35% da população mundial) não têm acesso à água tratada. Um bilhão e 800 milhões de pessoas (43% da população mundial) não contam com serviços adequados de saneamento básico. Diante desses

dados, temos a triste constatação de que dez milhões de pessoas morrem anualmente em decorrência de doenças intestinais transmitidas pela água.

Vivemos num mundo em que a água se torna um desafio cada vez maior.

A cada ano, mais 80 milhões de pessoas passam a ter direito aos recursos hídricos da Terra. Infelizmente, quase todos os 3 bilhões (ou mais) de habitantes que devem ser adicionados à população mundial no próximo meio século nascerão em países que já sofrem de escassez de água.

Já nos dias de hoje, muitas pessoas nesses países carecem do líquido para beber, satisfazer suas necessidades higiênicas e produzir alimentos.

Numa economia mundial cada vez mais integrada, a escassez de água cruza fronteiras, podendo ser citado com o exemplo o comércio internacional de grãos, onde são necessárias 1.000Mg de água para produzir 1Mg de grãos, sendo a importação de grãos a maneira mais eficiente para os países com déficit hídrico importarem água.

Calcula-se a exaustão anual dos aquíferos em 160 bilhões de metros cúbicos. Tomando-se uma base empírica de mil Mg de água para produzir 1 tonelada de grãos, esses 160 bilhões de toneladas de déficit hídrico equivalem a 160 milhões de Mg de grãos, ou a metade da colheita dos Estados Unidos. Os lençóis freáticos estão sendo rebaixados nas principais regiões produtoras de alimentos: a planície norte da China; o Punjab na Índia e o sul das Great Plains dos Estados Unidos.

A extração excessiva é um fenômeno novo, em geral restrito a última metade do século. Só após o desenvolvimento de bombas potentes a diesel ou elétricas, obteve-se a capacidade de extrair água dos aquíferos com uma rapidez maior do que sua recarga pela chuva.

Além do crescimento populacional, a urbanização e a industrialização também ampliam a demanda pelo produto. Conforme a população rural, tradicionalmente dependente do poço da aldeia, muda-se para prédios residenciais urbanos com água encanada de modo que o consumo de água residencial poderá triplicar facilmente.

A industrialização consome ainda mais água que a urbanização. A afluência (concentração populacional), também gera demanda adicional, à medida que as pessoas ascendem na cadeia alimentícia e passam a consumir mais carne bovina, suína, aves, ovos e laticínios e consomem mais grãos.

Se os governos dos países carentes de água não adotarem medidas urgentes para estabilizar a população e elevar a produtividade hídrica, a escassez de água em pouco tempo se transformará em falta de alimentos. Estes governos não podem mais separar a política populacional do abastecimento de água.

Da mesma forma que o mundo voltou-se à elevação da produtividade da terra há meio século, quando as fronteiras agrícolas desapareceram, agora também deve voltar-se à elevação da produtividade hídrica.

O primeiro passo em direção a esse objetivo é eliminar os subsídios da água que incentivam a ineficiência.

O segundo passo é aumentar o preço da água, para refletir seu custo. A mudança para tecnologias, lavouras e formas de proteína animal mais eficientes em termos de economia de água proporciona um imenso potencial para a elevação da produtividade hídrica. Estas mudanças serão mais rápidas se o preço da água for mais representativo que seu valor.

Com esta conscientização cada vez mais crescente, cada nação vem se preparando ao longo do tempo para a valorização e valoração de seus recursos naturais. (CETESB – 2008)

2.1.3 Água no Brasil

A água tem sido muitas vezes utilizada como instrumento de dominação. Com a crescente politização da sociedade e o aprimoramento legal e institucional para a gestão democrática e participativa dos recursos hídricos, essa situação de injustiça em relação ao acesso e ao uso da água vem sendo devidamente enfrentada.

A conservação e as formas de uso da água também têm forte relação com questões de gênero. Mulheres e crianças das regiões de maior escassez de água no mundo são mais penalizadas com serviços pesados de transporte desse líquido tão importante. São as mulheres que, na maioria das vezes, lidam com a água no espaço doméstico, controlando seu uso e cuidando da manutenção de sua qualidade. Homens e mulheres têm visões diferenciadas, até mesmo contrárias, em relação às prioridades de uso e conservação da água. O grande desafio é garantir que essas diferentes visões

se somem, se complementem, permitindo, dessa maneira, que a gestão de recursos hídricos caminhe em direção à sustentabilidade. (MMA – PNHR – 2006).

O Brasil possui a maior disponibilidade hídrica do planeta de águas doces superficiais, com cerca de 11,2% do deflúvio médio mundial. As distribuições regionais dos recursos hídricos brasileiros superficiais são bastante diferenciadas. Comparando os recursos hídricos disponíveis com a distribuição geográfica da população, tem-se uma clara idéia da gravidade da situação das regiões Nordeste e Sudeste.

A Região Norte, ao contrário, apresenta grande disponibilidade hídrica, 68% quando comparada com a sua população de 6,98% e uma área de 45,3% . A baixa disponibilidade hídrica no semi-árido, 3,3% e com uma população de 28,91%, e uma área de 18,3% aliada à irregularidade das chuvas, impõe uma maneira diferenciada de relacionamento com esse recurso, envolvendo o respeito aos processos naturais a ele relacionados e a otimização das disponibilidades existentes. Essa região demanda as implementações de estratégias de convivência com o semi-árido, baseadas, principalmente, em tecnologias poupadoras de água, envolvendo: coleta, armazenamento e manejo da água de chuva; construção e manutenção de pequenos barramentos; implantações de barragens subterrâneas, entre outras.

O meio urbano do País também demanda estratégias específicas. O crescimento da população urbana, aliado à concentração e ampliação da atividade industrial, provoca elevação considerável nas demandas hídricas, tanto para o abastecimento público, como para a diluição de efluentes, a qual possui uma disponibilidade hídrica de 15,7% para uma população de 6,41% em uma área de 18,8%. A Região Sudeste, onde a disponibilidade hídrica é de 6,0%, possui uma população de 42,65%, em uma área de 10,8%, observando-se a grande necessidade de controle e preservação dos mananciais, pois é a região que concentra os maiores pólos industriais, comerciais, agrícolas, tecnológicos e universitários, e, conseqüentemente, a disponibilidade hídrica é um fator limitante ao seu desenvolvimento.

No Brasil, mais de 90% dos esgotos domésticos e cerca de 70% dos efluentes industriais são lançados diretamente nos corpos de água, sem qualquer tipo de tratamento. Como conseqüência, os corpos de água das regiões brasileiras mais

densamente povoadas encontram-se altamente poluídos, sem capacidade de depurarem efluentes.

A redução da quantidade e a degradação da qualidade da água não afetam a sociedade de forma homogênea. Atingem, com maior rigor, a população residente nas periferias dos grandes centros urbanos e nas comunidades de agricultores de baixa renda. É exatamente essa parcela da população brasileira que demanda políticas específicas visando alterar o atual quadro de exclusão, permitindo o acesso dessas famílias à água de qualidade e em quantidade suficiente para suprir, no mínimo, suas necessidades básicas. (MMA – PNHR – 2006).

2.1.4 Impactos ambientais

Os impactos ambientais impostos aos ecossistemas pela variabilidade ambiental natural e pela ação antrópica requerem, para a sua estabilidade ecológica, um planejamento e manejo dos agroecossistemas com base em um desenvolvimento sustentável.

A minimização do impacto da degradação dos ecossistemas devido à ação antrópica somente será possível através de processos educativos dos usuários e dos diversos setores dependentes desse sistema, onde a implementação de estruturas de sustentabilidade dos recursos hídricos permitiriam a melhoria do sistema.

A distribuição pluvial irregular, a baixa qualidade dos mananciais decorrente da poluição e contaminação acarretam a escassez ou a falta da água potável, penalizando a população humana e o ecossistema.

A poluição dos lagos e rios contribui para a escassez de água potável de fácil acesso às populações, aumentando a competitividade por esse recurso natural, que apesar de renovável no contexto hidrológico, é espacial e temporariamente escasso. Essa competitividade está caracterizada por três grandes demandas, ou seja, uso urbano e doméstico; uso industrial e uso agrícola. As providências úteis para evitar a escassez da água seriam as ações de diagnóstico do ambiente, de levantamento de dados, de análise e interpretação dos dados e tomada de decisão. (BOLFE, 2004)

2.2 A bacia hidrográfica do estado de São Paulo

2.2.1 A bacia hidrográfica

Bacia hidrográfica é uma área da superfície terrestre, delimitada pelos pontos mais altos do relevo, na qual a água proveniente das chuvas escorre para os pontos mais baixos do relevo, formando um curso de água, rio ou lago.

Nas bacias hidrográficas existem entradas e saídas de água. A precipitação (chuva) e o fluxo de água subterrânea são as entradas. As saídas ocorrem pela evaporação, pela transpiração das plantas e animais e pelo escoamento das águas superficiais (rios e córregos) e subterrâneas.

A base de toda a gestão das águas está nas bacias hidrográficas. Ao adotar a bacia hidrográfica como delimitação territorial para a gestão das águas, se está respeitando a divisão espacial que a própria natureza fez.

A bacia hidrográfica passa a ser a unidade de planejamento, que integra políticas para as implementações de ações conjuntas visando o uso, a conservação e a recuperação das águas. Ocorre, porém, que a delimitação territorial por bacia hidrográfica pode ser diferente da divisão administrativa, ou seja, da divisão por estados e municípios.

Nesse sentido, a gestão por bacia hidrográfica pode proporcionar uma efetiva integração das políticas públicas e ações regionais, o que por si só é bastante positivo. (MMA – PNHR – 2006).

A Hidrologia Florestal pode ser entendida como a área do conhecimento humano que se preocupa com o manejo ambiental da microbacia hidrográfica. Neste sentido, tendo a água como enfoque central, esta definição implica uma visão integrada ou ecossistêmica de manejo dos recursos naturais, a qual transcende aos interesses fragmentados de diferentes disciplinas e setores.

A bacia hidrográfica é um sistema geomorfológico aberto, que recebe energia através de agentes climáticos e perde através do deflúvio.

A bacia hidrográfica, como sistema aberto, pode ser descrita em termos de variáveis interdependentes, que oscilam em torno de um padrão e desta forma, uma

bacia mesmo quando não perturbada por ações antrópicas, encontra-se em equilíbrio dinâmico (LIMA, 1994).

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 E WALLING, 1973).

Quanto às matas ciliares, os seus valores do ponto de vista do 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).

Por outro lado, sob a ótica da Hidrologia Florestal, 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: (MORING et al., 1985; ELMORE E BESCHTA, 1987; De BANO E SCHMIDT, 1989; LIKENS, 1992; NAIMAN et al., 1992; FRANKLIN, 1992; GREGORY et al., 1992; BREN, 1993).

A zona ripária está intimamente ligada ao curso d'água, mas seus limites não são facilmente demarcados, conforme Figura 01. Em tese, os limites laterais se estenderiam até o alcance da planície de inundação. Todavia, os processos físicos que moldam continuamente os leitos dos cursos d'água, que vão desde intervalos de recorrência curtos das cheias anuais, até fenômenos mais intensos das enchentes decenais e seculares, impõem, também, a necessidade de se considerar um padrão temporal de variação da zona ripária (GREGORY et al., 1992). O limite a montante, por exemplo, seria a nascente, mas durante parte do ano a zona saturada da microbacia se expande consideravelmente, o que implica na necessidade de se considerar também as áreas côncavas das cabeceiras ("stream-head hollows") como parte integrante da zona ripária.

Devido a esta elevada freqüência de alterações que ocorrem na zona ripária, a vegetação que ocupa normalmente esta zona (mata ciliar) deve, em geral, apresentar uma alta variação em termos de estrutura, composição e distribuição espacial. Esta variação deve ocorrer tanto ao longo do curso d'água, refletindo variações de micro-sítios resultantes da dinâmica dos processos fluviomórficos, que resultam em trechos característicos de deposição de sedimentos, assim como trechos característicos de erosão fluvial. Lateralmente, as condições de saturação do solo diminuem à medida que se distancia do canal, o que deve, também, influenciar a composição das espécies.

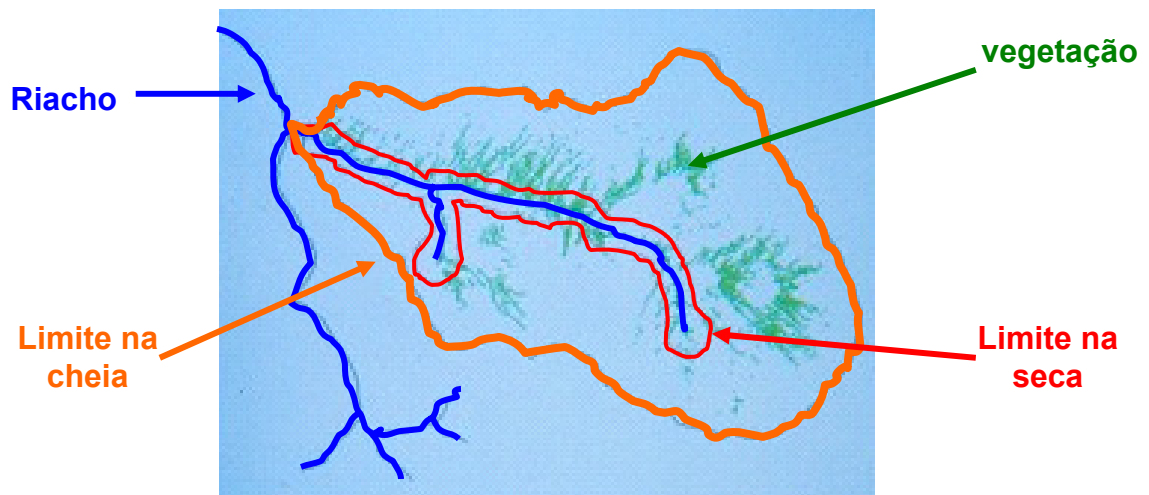


Figura 1 - Comportamento da microbacia com a extensão dos seus limites laterais na planície em tempo de inundação

Observa-se na Figura 1 que o limite (em vermelho) da área inundada em período de seca é menor do que a área (em laranja) em tempo de inundação, o que reflete no seu comportamento de vegetação, de conservação e manutenção principalmente no seu controle, portanto a necessidade de um constante monitoramento.

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 (TRIQUET et al., 1990; GREGORY et al., 1992). Por

outro lado, trabalhos em andamento mostram que na área de mata ciliar algumas espécies de terra firme não ocorrem, o que faz com que a idéia de "corredor" tenha que ser visto sob esta nova perspectiva (KAGEYAMA et al, 1996).

Esta função ecológica já é, sem dúvida, razão suficiente para justificar a necessidade da conservação das zonas ripárias. A isto, deve-se somar a função hidrológica das zonas ripárias na manutenção da integridade da microbacia hidrográfica, representada por sua ação direta numa 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. (LIMA, 1994).

2.2.2 Hidrografia da bacia do rio Paraná

A Região Hidrográfica do rio Paraná apresenta grande importância no contexto nacional, visto que tem o maior desenvolvimento econômico do País e 32% da população brasileira.

A Região tem uma área de 879.860 km² (10% do território nacional) e abrange os estados de São Paulo (25% da região), Paraná (21%), Mato Grosso do Sul (20%), Minas Gerais (18%), Goiás (14%), Santa Catarina (1,5%) e Distrito Federal (0,5%). A vazão média da região corresponde a 6,4% do total do País.

Entre os principais formadores do rio Paraná destacam-se o rio Grande, que nasce na Serra da Mantiqueira, e corre ao longo de 1.300 km no sentido leste-oeste, e o rio Paranaíba, que é formado por muitos afluentes, dos quais o mais setentrional é o São Bartolomeu, nas proximidades de Brasília.

A Região Hidrográfica do Paraná é subdividida em seis unidades hidrográficas: Grande, Iguaçu, Paranaíba, Paranapanema, Paraná e Tietê. A Região Hidrográfica apresenta vazão média correspondente a 6,4% do total do País. Originalmente, a região hidrográfica do Paraná apresentava os biomas de Mata Atlântica e Cerrado, e cinco tipos de cobertura vegetal: Cerrado, Mata Atlântica, Mata de Araucária, Floresta Estacional Decídua e Floresta Estacional Semidecidual. O uso do solo na região passou por grandes transformações ao longo dos ciclos econômicos do País, que ocasionou grande desmatamento.

O uso para agropecuária abrange uma área de 81.555.609 ha, sendo que cerca de 57% desta área é destinada às pastagens, 23% à lavoura e 20% são áreas de matas nativas ou plantadas. Entre as atividades agropecuárias destacam-se a pecuária e o cultivo de laranja, soja, cana-de-açúcar e café. O parque industrial é o mais avançado do País, destacando-se os setores de metalurgia, mecânica, química e farmacêutica.

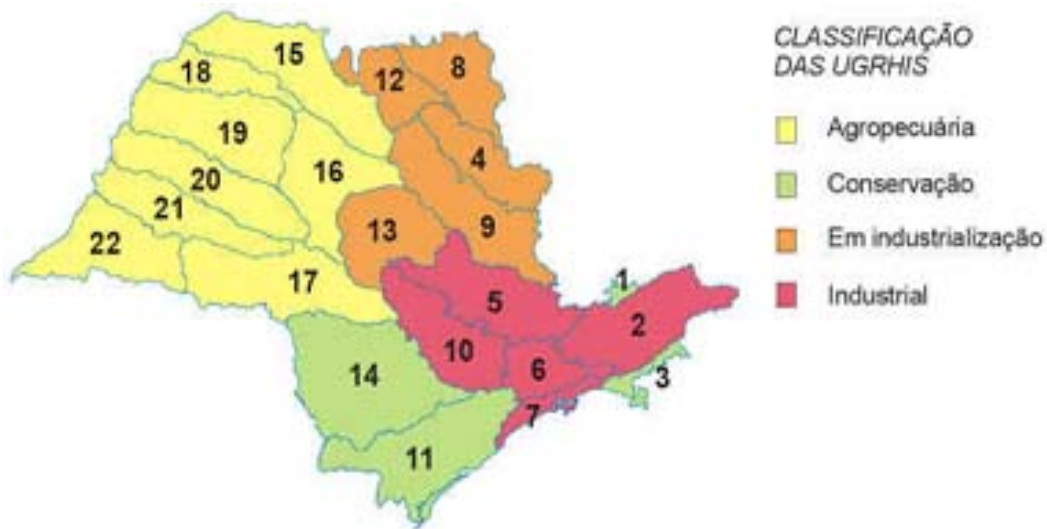
A região possui a maior capacidade instalada de energia do País (59,3% do total nacional), assim como a maior demanda (75% do consumo nacional). Existem 176 usinas hidrelétricas na região, com destaque para Itaipu, Furnas, Porto Primavera e Marimbondo. Não existe disponibilidade de novos aproveitamentos hidrelétricos de grande porte nos rios principais, ocorrendo atualmente uma tendência de desenvolvimento de projetos de pequenas centrais hidrelétricas em rios de menor porte.

A demanda total de água corresponde a 27,1% da demanda do País, sendo do total regional destinados, 33% para irrigação, 32% para abastecimento urbano, 25% para indústrias, 6% para dessedentação de animais e 4% para abastecimento rural. A unidade hidrográfica do Tietê apresenta as maiores demandas para consumo urbano, rural e industrial e o maior comprometimento em termos da relação demanda/disponibilidade. A maior demanda de irrigação ocorre na unidade hidrográfica do rio Grande. (MMA – PNHR em 2006).

2.2.3 Hidrografia do Estado de São Paulo

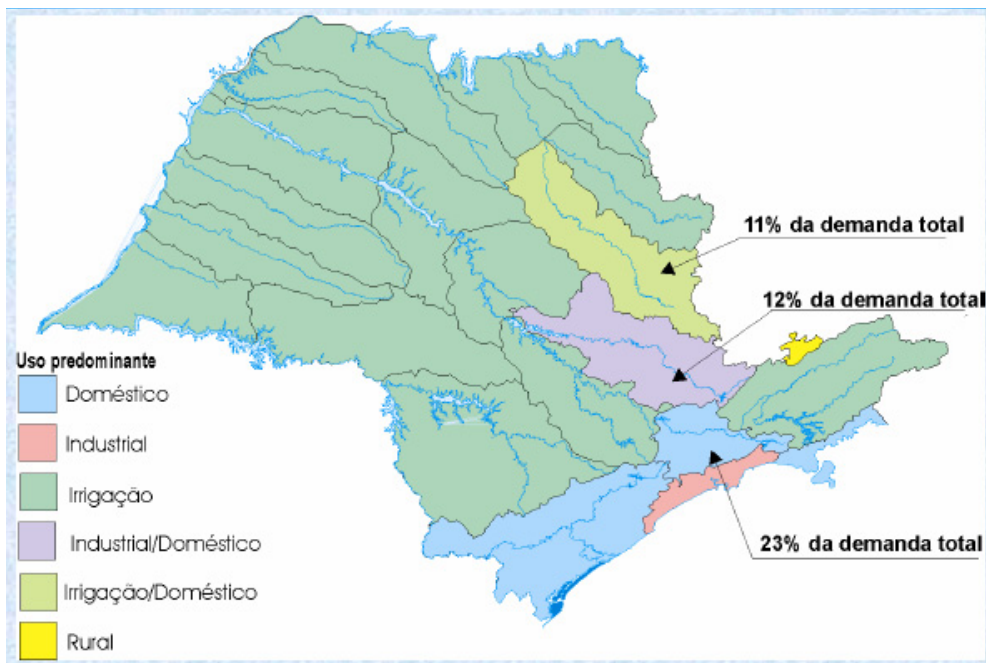
O Estado de São Paulo foi dividido em 22 (vinte e duas) sub-bacias, caracterizadas como Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos – UGRHIs.

Estas divisões buscam proporcionar uma gestão integrada dos recursos hídricos, com respeito à autonomia e às características sociais, físicas, ambientais e econômicas de cada sub-bacia. A gestão dos recursos hídricos pertencentes ao Estado de São Paulo é definida pela, LEI nº 7.663 de 30 de dezembro de 1991, através da Política Estadual de Recursos Hídricos.



Fonte: Ministério do Meio Ambiente – Plano Nacional de Recursos Hídrico (em 2007)

Figura 2 - UGRHIS do Estado de São Paulo e suas ocupações



Fonte - DAEE - (em 2007)

Figura 3 - Uso predominante de água

A Figura 2 apresenta a divisão das UGRHIS adotadas no Estado de São Paulo e as características de uso de ocupação do solo. A UGRHI da bacia onde se localiza a microbacia do Monte Olimpo é a UGRHI-5, com uma área de 14.042,64 km², e contém 60 municípios com características industriais, sendo sua geomorfologia formada por

Depressão Periférica e Cuestas Basálticas, composta pelos aquíferos Cristalino, Tubarão e Guarani.

2.2.4 Uso predominante da água no Estado de São Paulo

O uso da água no Estado de São Paulo, de acordo com as necessidades da região, estão caracterizados conforme a Figura 3, e Tabelas 1 e 2, em que se observa ser uso predominante a atividade industrial e doméstica. Essa característica confere à UGRHI-5 uma grande carga poluidora, a qual necessita de um constante monitoramento, além da escassez hídrica, haja vista que aproximadamente 96,6% das águas superficiais estão em utilização ou outorgadas.

Tabela 1 - Demanda e disponibilidade hídrica superficial e subterrânea das bacias do Estado de São Paulo

Unidade de Gerenciamento (UGRHI)	Superficial			Subterrânea	
	Demanda (m ³ s ⁻¹)	Disponibilidade (m ³ s ⁻¹)	Índice de Utilização (%)	Demanda (m ³ s ⁻¹)	Disponibilidade (m ³ s ⁻¹)
01 Mantiqueira	1,15	7,00	16,40	0,01	2,00
02 Paraíba do Sul	20,27	72,00	28,20	3,60	20,10
03 Litoral Norte	3,00	28,00	10,70	0,01	8,20
04 Pardo	19,90	30,00	66,30	5,60	10,00
05 Piracicaba/Capivari/Jundiaí	41,52	43,00	96,60	4,03	24,00
06 Alto Tietê	80,21	20,00	401,10	20,00	19,10
07 Baixada Santista	20,90	39,00	53,60	0,42	15,00
08 Sapucaí/Grande	11,38	28,00	40,60	1,47	10,80
09 Mogi-Guaçu	39,65	49,00	80,90	1,95	16,80
10 Tetê/Sorocaba	14,50	22,00	65,90	0,50	7,80
11 Ribeira de Iguape/Litoral Sul	1,60	157,00	1,00	0,35	57,90
12 Baixo Pardo/Grande	9,82	21,00	46,80	0,48	11,00
13 Tietê/Jacaré	21,78	40,00	54,50	5,17	12,90
14 Alto Paranapanema	22,25	84,00	26,50	0,40	25,00
15 Turvo/Grande	9,21	26,00	35,40	6,53	10,50
16 Tietê/Batalha	4,90	31,00	15,80	1,19	10,00
17 Médio Paranapanema	5,21	65,00	8,00	1,81	20,70
19 Baixo Tietê	12,88	27,00	47,70	1,19	12,20
20 Aguapeí	3,78	28,00	13,50	1,43	10,90
21 Peixe	3,63	29,00	12,50	0,97	11,60
22 Pontal do Paranapanema	3,15	34,00	9,30	1,66	15,20
Estado de São Paulo	352,29	892,00	39,50	59,75	336,10

Fonte - Relatório de situação dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo – (DAEE/ DPO em 2007)

Na Tabela 2, observam-se as vazões da demanda superficial e subterrânea em m^3s^{-1} , para uso urbano, rural, industrial, os lançamentos e a captação subterrânea do Estado do São Paulo, com destaque para a unidade UGRHI-5 – Piracicaba/Capivari/Jundiaí.

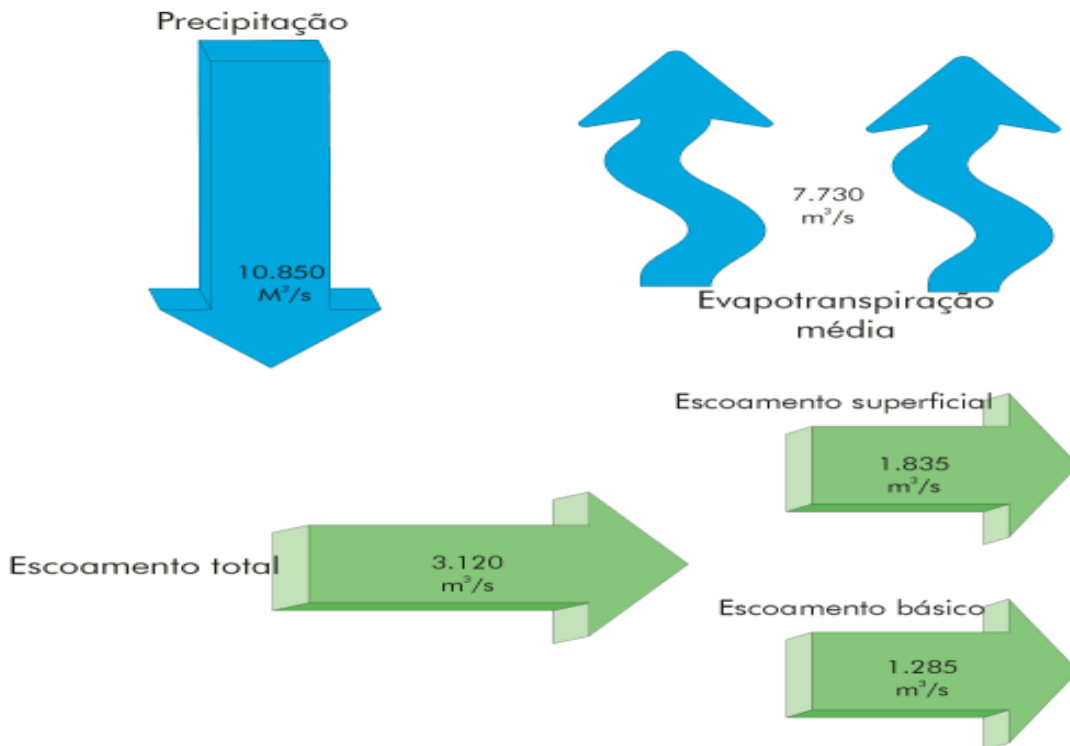
Tabela 2 - Demanda global de água no Estado de São Paulo em m^3s^{-1}

Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos	Superficial					Subterrâneo		
	Doméstica	Industrial	Irrigação	Rural Total		Lançam.	Público	Total
01 Mantiqueira	0,38	0,04	0,10	0,63	1,15	0,77	0,00	0,01
02 Paraíba do Sul	3,35	6,50	10,42	0,00	20,27	10,18	1,70	3,60
03 Litoral Norte	2,49	0,00	0,01	0,50	3,00	0,09	0,00	0,01
04 Pardo	0,97	5,58	12,91	0,44	19,90	6,43	3,74	5,60
05 Piracicaba/Capivari/Jundiaí	14,68	16,40	9,90	0,54	41,52	15,18	0,45	4,03
06 Alto Tietê	61,11	16,47	2,63	0,00	80,21	37,66	0,11	20,00
07 Baixada Santista	9,18	11,70	0,00	0,02	20,90	6,80	0,00	0,42
08 Sapucaí/Grande	1,27	0,17	9,86	0,08	11,38	1,18	0,81	1,47
09 Mogi-Guaçu	4,28	16,00	18,74	0,63	39,65	20,58	0,54	1,95
10 Tietê/Sorocaba	2,57	4,09	7,84	0,00	14,50	5,34	0,42	0,50
11 Ribeira de Iguape/Litoral Sul	1,01	0,00	0,59	0,00	1,60	0,44	0,12	0,35
12 Baixo Pardo/Grande	0,65	2,12	6,69	0,36	9,82	1,39	0,30	0,48
13 Tietê/Jacaré	1,99	6,81	12,71	0,26	21,78	7,27	3,09	5,17
14 Alto Paranapanema	1,51	2,01	18,03	0,71	22,25	2,10	0,30	0,40
15 Turvo/Grande	0,80	0,60	7,69	0,12	9,21	2,19	3,03	6,53
16 Tietê/Batalha	0,25	1,38	3,17	0,10	4,90	1,88	0,88	1,19
17 Médio Paranapanema	1,03	0,53	3,65	0,00	5,21	1,30	1,27	1,81
18 São José dos Dourados	0,19	0,26	1,13	0,01	1,59	0,59	0,37	0,98
19 Baixo Tietê	1,43	1,37	9,97	0,11	12,88	1,78	0,82	1,19
20 Aguapeí	0,30	0,26	3,22	0,00	3,78	0,08	0,74	1,43
21 Peixe	0,82	0,79	2,02	0,00	3,63	0,27	0,44	0,97
22 - Pontal do Paranapanema	0,83	0,18	2,13	0,01	3,15	0,68	1,10	1,66
Estado de São Paulo	111,09	93,27	143,41	4,52	352,29	124,17	20,22	59,75

Fonte: Relatório de situação dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo síntese (junho em 2000)

2.2.5 Balanço hídrico do Estado de São Paulo

A precipitação no Estado de São Paulo é aproximadamente $10.850 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ e o escoamento total é de $3.120 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, ou seja, é 29% da precipitação pluviométrica, conforme Figura 4. O máximo do potencial teoricamente possível de ser explorado, entretanto, por razões econômicas, se reduz, na prática, a cerca de 70% desta vazão, ou seja $2.184 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. O escoamento básico, que alimenta os cursos d'água na época de estiagem, é de $1.285 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, cerca de 41% do escoamento total, sendo os outros 59% ($1.835 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$) relativos ao escoamento superficial direto.



Fonte: Fonte: SIGRH em 2008

Figura 4 - Precipitação e deflúvio do Estado de São Paulo

2.2.6 Formação dos CBH - Comitês de Bacias Hidrográficas

O primeiro comitê de bacias hidrográficas do Estado de São Paulo foi o CBH - Comitê de Bacia Hidrográfica dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, e a sua efetiva instalação aconteceu em 18 de novembro de 1993, pela criação da lei 7.663, nas Disposições Transitórias, juntamente com a do Alto Tietê. A instalação do segundo

Comitê realizou-se quase um ano mais tarde, em agosto de 1994. Seguiram-se outros Comitês, totalizando hoje 21 Comitês para cobrir a área geográfica das 22 UGRHIs que constituem o Estado de São Paulo, como indicado na Tabela 3.

Tabela 3 - Comitês de Bacias que abrangem as 22 UGRHIs do Estado de São Paulo e o número de municípios participantes

Comitê	Data de instalação	Número de municípios
1- Piracicaba, Capivari e Jundiá	18/11/93	60
2- Baixo Tietê	26/08/94	42
3- Alto Tietê	09/11/94	36
4- Paraíba do Sul	25/11/94	34
5- Médio Paranapanema	02/12/94	43
6- Sorocaba e Médio Tietê	02/08/95	34
7- Tietê / Jacaré	10/11/95	34
8- Baixada Santista	09/12/95	9
9- Turvo / Grande	15/12/95	64
10- Aguapeí e Peixe	19/12/95	60
11- Ribeira do Iguape e Litoral Sul	13/01/96	23
12- Baixo Pardo / Grande	23/03/96	12
13- Sapucaí Mirim / Grande	29/03/96	23
14- Alto Paranapanema	17/05/96	34
15- Mogi Guaçu	04/06/96	38
16- Pardo	12/06/96	26
17- Pontal do Paranapanema	21/06/96	26
18- Tietê / Batalha	13/09/96	36
19-Litoral Norte	02/08/97	04
20- São José dos Dourados	07/08/97	26
21- Serra da Mantiqueira	01/09/01	23

Fonte: Histórico do CBH-PCJ – (em 2008).

Os Comitês estão distribuídos espacialmente conforme a Figura 05, sendo de sua responsabilidade a coordenação e análise de viabilidade em primeira ordem, da distribuição, da outorga, da continuidade dos projetos existentes, de novos projetos, da cobrança do uso da água, de uma política para melhoria da qualidade e aumento da quantidade da água, de envolver a sociedade visando a um equilíbrio no consumo, no cálculo de um valor justo aos maiores interessados (abastecimento público, indústrias e agricultura), no intercâmbio entre os autores que participam desde a sua nascente até a sua foz, visando à participação e aplicação de medidas que colaborem com a sustentabilidade da bacia.



Fonte: Histórico do CBH-PCJ (em 2007)

Figura 5 - Distribuição espacial dos Comitês das bacias de Estado de São Paulo

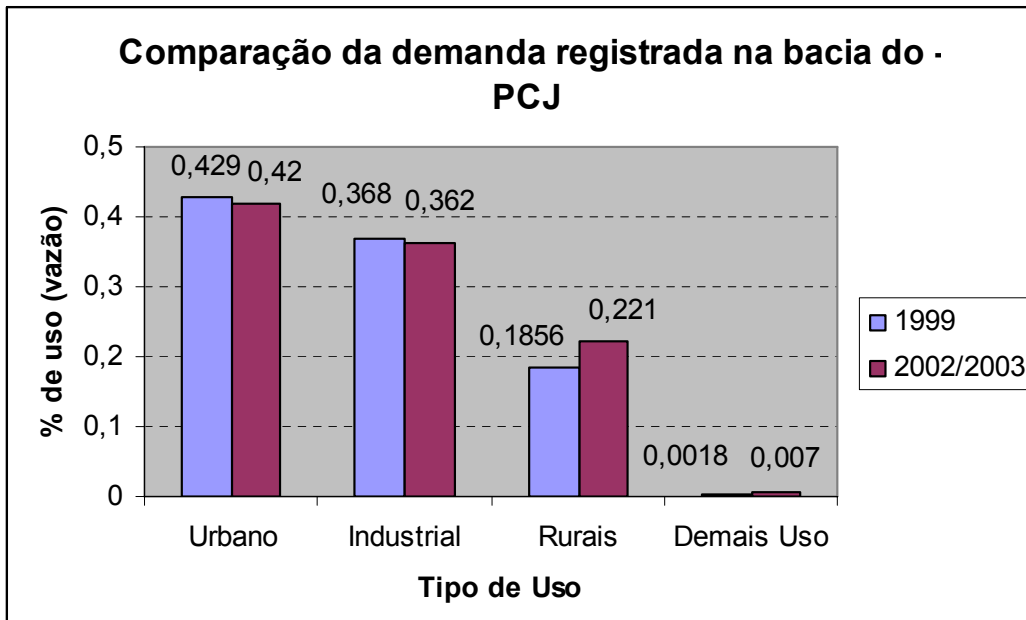
2.2.7 Definições dos usos dos recursos hídricos – Portaria 717/96 - DAEE

A Norma aprovada pela Portaria DAEE nº 717/1996 indica: “os usos dos recursos hídricos serão classificados conforme a sua finalidade, devendo-se obedecer à seguinte discriminação:

Para a classificação Industrial; uso em empreendimentos industriais, nos seus sistemas de processo, refrigeração, uso sanitário, combate a incêndios e outros. Para o uso Urbano; toda água captada que vise, predominantemente, ao consumo humano de núcleos urbanos (sede, distritos, bairros, vilas, loteamentos, condomínios, etc.). Para o uso na Irrigação; uso em irrigação de culturas agrícolas. Para o uso Rural, o uso em atividade rural, como aquicultura e dessedentação de animais, exceto a irrigação. Para o uso na Mineração; toda água utilizada em processos de mineração, incluindo lavra de areia. Para o uso na Recreação e Paisagismo; uso em atividades de recreação, tais como piscinas, lagos para pescaria e outros, bem como para composição paisagística de propriedades (lagos, chafarizes, etc.) e outros. Para o uso no Comércio e Serviços; usos em empreendimentos comerciais e de prestação de serviços, seja para o desenvolvimento de suas atividades, ou uso sanitário (shopping centers, postos de gasolina, hotéis, clubes, hospitais, etc.). Para o uso em Outros; uso em atividades que não se enquadram nas acima discriminadas”.

A análise dos dados do DAEE (base de dados PRODESP/DAEE) indicou que nem sempre é possível identificar os usos segundo a classificação acima. Assim, houve a necessidade de efetuar algumas modificações, sendo os dados agrupados nas seguintes categorias de usos:

Para uso Urbano; foram incluídos os usos para abastecimento público, abastecimento privado (loteamentos, condomínios, etc.) e demais usos (órgãos públicos, uso comunitário, comércio e serviços). Também aparece no banco de dados da PRODESP o “uso sanitário”. Para o uso Agrícola; devido à impossibilidade de discriminação em vários casos, os usos para irrigação e rural (aquicultura, dessedentação animal, uso doméstico rural e outros) foram agrupados em um único conjunto. Para o uso na Industrial; semelhantemente à norma do DAEE. Para demais usos; mineração, lazer, recreação e paisagismo.



Fonte: Bacias Hidrográficas dos Rios PCJ - Situação dos Recursos Hídricos (em 2000 e 2003).

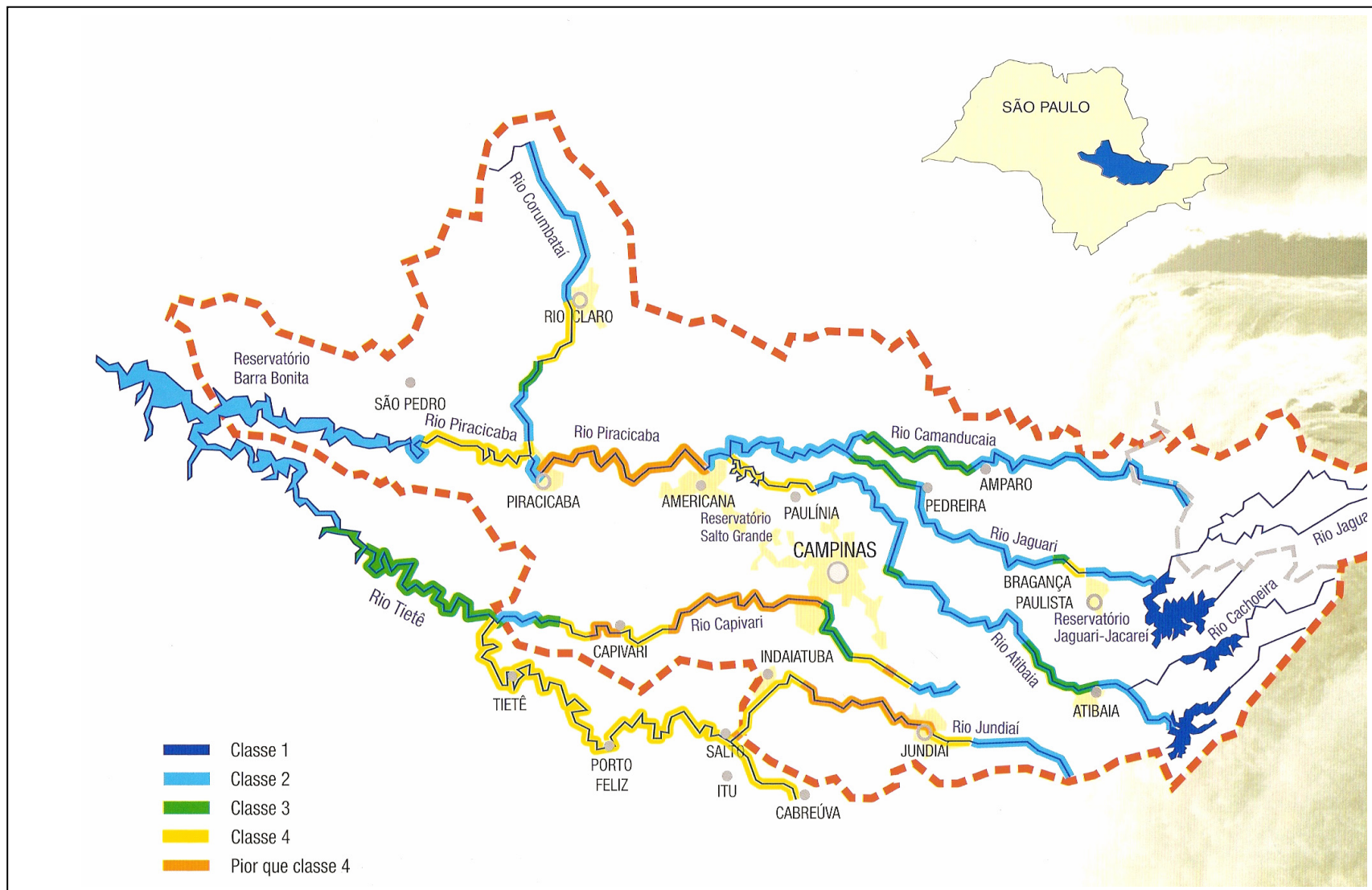
Figura 6 - Demanda do uso da água nas áreas urbanas, industriais e rurais

Na Figura 6 observa-se a comparação da porcentagem da demanda em relação aos tipos de usos, dos dados de demanda cadastrada, de água nas bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí. Houve uma redução nos usos industriais e urbanos, devido a uma maior contribuição e conscientização do uso da água, havendo a possibilidade de maior redução com investimentos na melhoria de redes de distribuição, no custo do uso da água, na maior fiscalização nos resíduos das indústrias e nos mananciais, muito embora, essa redução tenha proporcionado um aumento nos usos rurais, conforme o Relatório de Situação dos Recursos Hídricos, 1999 e Relatório de Situação – 2002/2003A cidade de Piracicaba.

Na Figura 7, observa-se a bacia do PCJ, onde predominam os rios maiores ou os rios principais. O rio Piracicaba é formado pelos rios Atibaia, Camanducaia, Corumbataí e Jaguarí e desemboca no rio Tietê próximo a São Pedro, formando uma grande represa. O rio Capivari desemboca também no rio Tietê nas proximidades de Rafard e o rio Jundiáí desemboca nas proximidades de Salto, e irão contribuir com a formação do rio Tietê. O rio Piracicaba apresenta índices baixos de qualidade de água nas proximidades de Piracicaba, valores esses, que são avaliados e classificados pela

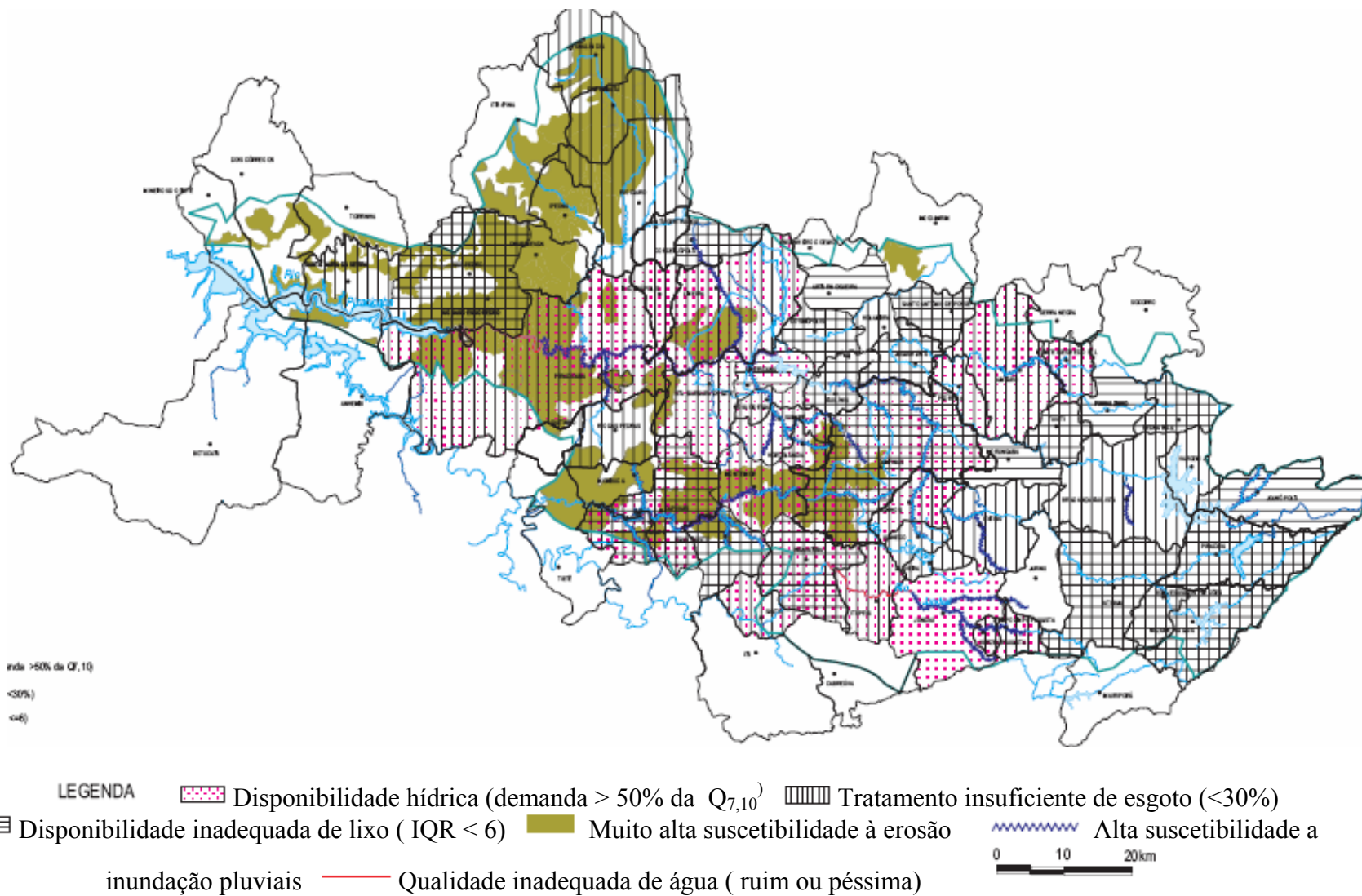
CETESB, de acordo com a portaria do CONAMA/357, ou seja, nas cabeceiras a qualidade da água é aceitável, mas no seu percurso é adicionada grande quantidade de poluentes, principalmente esgotos domésticos e resíduos industriais dos municípios que despejam seus efluentes no rio de Piracicaba. No trecho entre Americana e Piracicaba a análise é do tipo abaixo da classe 4, o que, segundo o CONAMA, é imprópria para o abastecimento público. Somente com a adição do rio Corumbataí, em Piracicaba, é que essas águas passam à classificação do tipo 2, e logo após, retorna à classe 4, voltando a ser imprópria para o abastecimento público.

Na Figura 8, observa-se que na bacia do PCJ, principalmente na região de Piracicaba, a disponibilidade hídrica está com uma demanda superior a 50% da $Q_{7,10}$. Existe uma alta suscetibilidade à erosão, uma alta suscetibilidade a inundações pluviais e principalmente uma água com características inadequadas quanto à sua qualidade, ou seja, de ruim ou péssima, conforme Índice de Qualidade das Águas Brutas para Fins de Abastecimento Público – IAP.



Fonte: A experiência do CBH-PCJ - 4º Encontro nacional dos Comitês de Bacias Hidrográficas - Eng. Luiz Roberto Moretti -(em 2008)

Figura 7 - Mapa da qualidade das águas e classificação da bacia do PCJ - saisp.br.



Fonte: SIGRH (em 2008)

Figura 8 - Diagnóstico UGRHI 05 - Piracicaba/Capivari/Jundiá

2.2.8 A mata ciliar, a quantidade e qualidade da água

Tem sido demonstrado que a recuperação da mata 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 (ELMORE E BESCHTA, 1987). Uma outra forma de abordar este tema seria que 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.

O efeito direto da mata ciliar na manutenção da qualidade da água que circula na microbacia tem sido demonstrado em diversos experimentos. Esta função da zona ripária é, sem dúvida, de aplicação prática imediata para o manejo de microbacias (KUNKLE, 1974). A zona ripária, isolando estrategicamente o curso d'água dos terrenos mais elevados da microbacia, desempenha uma ação eficaz de filtragem superficial de sedimentos (AUBERTIN E PATRIC, 1974; KARR E SCHLOSSER, 1978; CHLOSSER E KARR, 1981; BAKER, 1984; MORING et al., 1985; BORG et al., 1988; DAMS et al., 1988; CE et al., 1989; AGETTE et al., 1989).

BARTON E DAVIES (1993) demonstraram que a zona ripária protegida pode também diminuir significativamente a concentração de herbicidas nos cursos d'água de microbacias onde estes produtos são aplicados.

A maior parte dos nutrientes liberados dos ecossistemas terrestres chega aos cursos d'água através de seu transporte em solução no escoamento subsuperficial. Ao atravessar a zona ripária, tais nutrientes podem ser eficazmente retidos por absorção pelo sistema radicular da mata ciliar, conforme tem sido demonstrado em vários trabalhos (AUBERTIN E PATRIC, 1974; PETERJOHN E CORRELL, 1984; AIL et al., 1987; DILLAHA et al., 1989; MAGETTE et al., 1989; USCUTT et al., 1993).

Os limites da zona ripária, do ponto de vista geomorfológico, não são facilmente delimitados, mas podem variar bastante ao longo da microbacia e principalmente entre diferentes microbacias, em função das diferenças de clima, geologia e solos. Um outro critério de delimitação da extensão da zona ripária seria o do ponto de vista ecológico, como função de corredor de fluxo gênico ao longo da paisagem, assim como visando atender às dimensões mínimas que garantam a sua sustentabilidade.

Esta função de retenção de nutrientes e sedimentos, como garantia de proteção da qualidade da água, por outro lado, define o critério hidrológico de dimensionamento da faixa ripária. Não existe ainda nenhum método definitivo para o estabelecimento da largura mínima da faixa ripária que possibilite uma proteção satisfatória do curso d'água (BREN, 1993). FLANAGAN et al (1989), por exemplo, desenvolveram algumas equações de estimativa da largura mínima baseadas em parâmetros hidráulicos.

CLINNICK (1985), por outro lado, elaborou uma revisão exaustiva sobre o uso e a eficácia de diferentes larguras de faixa ciliar visando a proteção do curso d'água em áreas florestais da Austrália. Embora encontrando grande variação de critérios e larguras utilizadas, o autor concluiu que a largura mais recomendada para tal finalidade seria de 30 metros.

2.2.9 Tipos de escoamento em uma bacia hidrográfica

A água que escoar em um dado curso d'água é resultante de vários processos hidrológicos que ocorrem na bacia hidrográfica desde a sua chegada à superfície na forma de precipitação.

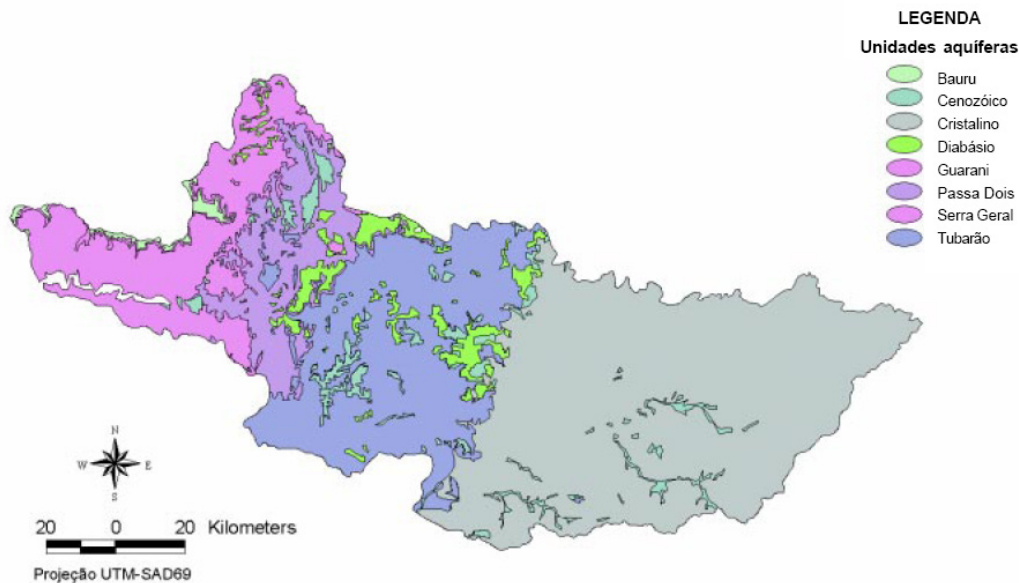
Parte da água escoar pela superfície do terreno e chega ao canal rapidamente, parte infiltra-se no solo e movimenta-se como fluxo subterrâneo na direção do declive até o canal, numa velocidade menor do que a do primeiro caso, contribuindo para o escoamento do curso d'água durante períodos de estiagem.

Em hidrologia florestal, os estudos conduzidos em bacias hidrográficas experimentais geralmente medem o deflúvio total da bacia, ou seja, a integral de todos esses possíveis componentes, através da colocação de uma seção de controle incrustada na rocha, de sorte que todo o escoamento (superficial e subterrâneo) é forçado a passar pelo dispositivo medidor.

Certos estudos específicos podem, por outro lado, exigir a medição de apenas um dos componentes de deflúvio, como o escoamento superficial, em estudos de controle de erosão, etc. Em bacias hidrográficas florestadas de regiões montanhosas (cabeceiras), o principal componente do deflúvio produzido por uma dada chuva isolada é o escoamento subsuperficial, também chamado interfluxo, o qual, também, pode ser medido isoladamente, dependendo dos objetivos do estudo (LIMA, 2006).

2.2.10 Águas subterrâneas

A região do Campus “Luiz de Queiroz” está situada sobre a formação geológica do Grupo Tubarão, conforme Figura 9, e suas rochas são de origem predominantemente glacial, formado por rochas com características bastante heterogêneas, datadas do Carbonífero Superior, o que torna seu comportamento como aquífero extremamente irregular e de difícil definição dos parâmetros hidrogeológicos.



Fonte: http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/RS/RS-02-03_Relatorio-Sintese.pdf (em 2007)

Figura 9 - Unidades aquíferas da bacia do PCJ

Em estudo de um poço profundo nas áreas da ESALQ/USP observou-se uma grande concentração do sulfato. Sua concentração foi de $455,90 \text{ mgSO}_4\text{l}^{-1}$ sendo o seu limite máximo permitido até $250 \text{ mgSO}_4\text{l}^{-1}$. A concentração de sulfato no solo, através de práticas impróprias, pode trazer impactos negativos à salinização do solo. A Tabela 4 demonstra as características dos principais aquíferos da bacia do PCJ.

Tabela 4 - Características regionais das principais unidades aquíferas nas bacias do PCJ / trechos paulista e mineiro

(continua)

Unidade aquífera	Unidades Geológicas	Unidades Geomorfológicas	Características hidrogeológicas	Geometria do Aquífero		Hidráulica dos Aquífero		Hidráulica dos Poços cadastrados		
				área aflorante nas bacias do PCJ (%)	Espessura média (m)	Transmissividade (m^2d^{-1})	Porosidade efetiva (%)	Vazão Média (m^3h^{-1})	Vazão específica (m^3hm^{-1})	Profundidade Média (m)
Cenozóico	Diversas	Diversas	Extensão limitada, porosidade granular; livre, descontínuo, heterogêneo e anisotrópico	5,71	30	-	-	01 a 30	0,1 a 5	10 a 30
Bauru (correlato)	Formação Itaqueri	Planalto Ocidental	Extensão limitada, porosidade granular; livre, semi-confinado, heterogêneo, desc. e anisotrópico	0,77	-	-	-	-	-	-
Serra geral	Formação Serra Geral	Cuestas basálticas	Extensão regional, caráter eventual, fissural, livre a semi-confinado, heterogêneo, desc. e anisotrópico	0,71	-	1 a 95	1 a 5	5 a 70	0,01 a 10	50 a 150
Diabásio	Intrusivas básicas associada a Fm. da Serra Geral	Depressão Periférica	Extensão limitada, caráter eventual, fissural, livre a semi-confinado, heterogêneo, desc. e anisotrópico	4,94	-	1 a 95	1 a 5	5 a 70	0,01 a 10	60 a 150

Tabela 4 - Características regionais das principais unidades aquíferas nas bacias do PCJ / trechos paulista e mineiro

(conclusão)

Unidade aquífera	Unidades Geológicas	Unidades Geomorfológicas	Características hidrogeológicas	Geometria do Aquífero		Hidráulica dos Aquífero		Hidráulica dos Poços cadastrados		
				área aflorante nas bacias do PCJ (%)	Espessura média (m)	Transmissividade (m^2d^{-1})	Porosidade efetiva (%)	Vazão Média (m^3h^{-1})	Vazão específica (m^3hm^{-1})	Profundidade Média (m)
Guarani (Botucatu)	Formação Pirambóia e Botucatu (aflorante)	Depressão Periférica	livre: extensão regional, porosidade granular, livre, contínuo, homogêneo isotrópico	13,82	250	40 a 500	25	10 a 100	0,03 a 17	50 a 250
	Formações Pirambóia e Botucatu (não aflorante)	(Planalto Ocidental e Cuestas basálticas)	livre: extensão regional, porosidade granular, confinado, contínuo, homogêneo isotrópico	confinado a 1,48	350 a 400	70 a 1300	16 a 24	50 a 600	60 a 5300	60 a 5300
Passa Dois	Grupo Passa Dois	Depressão Periférica	extensão regional, porosidade granular, livre e confinado, contínuo, homogêneo isotrópico	8,17	120	<10	-	3 a 10	0,005 a 1	100 a 150
Tubarão	Grupo Tubarão	Depressão Periférica	extensão regional, porosidade granular, livre e semi-confinado, homogêneo isotrópico	20,9	1000	0,3 a 200	5	3 a 30	0,005 a 8,5	100 a 300
Cristalino	Embasamento Pré-Cambriano/ Cambriano	Planalto Atlântico	extensão regional, porosidade por fraturas, livre e semi-confinado, homogêneo isotrópico	44,98	200	0,1 a 200	-	5 a 30	0,001 a 7	5 a 150

Fonte: IPT (em 1981 a,b); Conejo Lopes (em 1994); Ig et al. (em 1997); CETESB (em 2003 a)

O aquífero Tubarão, conforme Figura 9, caracteriza-se por sua baixa potencialidade e sua localização estratégica. Ocorre numa região das bacias onde estão situados importantes eixos de conturbação e industrialização, entre o eixo Campinas-Piracicaba, com alta taxa de crescimento e escassez de recursos hídricos. Em áreas localizadas, é possível notar-se algum comprometimento da qualidade da água subterrânea, principalmente quando esta provém de zonas mais profundas, além de 350 m de profundidade, em razão da maior concentração de sais dissolvidos nessas águas, conseqüência do longo período de percolação da água no aquífero.

A ocorrência fortuita de intrusões mais espessas de diabásio em profundidade e o eventual decréscimo significativo da vazão no médio prazo (2 a 10 anos) devido às condições deficientes de recarga do aquífero Tubarão a profundidades muito além de 200 m, constituem um fator de risco a considerar na perfuração de poços no Tubarão.

É a segunda unidade de maior extensão nas bacias do PCJ, com 3.198,58 km² (20,90%), totalmente em São Paulo, principalmente nas bacias do Piracicaba com 2.002,32 km² e Capivari com 1.085,23 km². (Bacia do PCJ em 2002 e 2003).

A Tabela 4 especifica as principais características dos aquíferos encontrados na bacia do PCJ.

2.2.11 Contaminação da água

Vista do espaço, a Terra pode ser considerada o Planeta Água, porque ela cobre 75% da superfície terrestre, formando os oceanos, rios, lagos, etc. No entanto, somente uma pequena parte dessa água, de 113 trilhões de m³, está à disposição do ser humano para a vida na Terra. Apesar de parecer um número muito grande, a Terra corre o risco de não mais dispor de água limpa, o que em última análise significa que a grande máquina viva pode parar.

A água nunca é pura na Natureza, pois nela estão dissolvidos gases, sais sólidos e íons. Dentro dessa complexa mistura, há uma coleção variada de vida vegetal e animal, desde o fitoplâncton e o zooplâncton até a baleia azul (maior mamífero do planeta).

Dentro dessa gama de variadas formas de vida, há organismos que dependem dela inclusive para completar seu ciclo de vida (como ocorre com os insetos). Enfim, a

água é componente vital no sistema de sustentação da vida na Terra e por isso deve ser preservada, mas nem sempre isso acontece.

A sua poluição impede a sobrevivência daqueles seres, causando também graves conseqüências aos seres humanos.

A poluição da água indica que um ou mais de seus usos foram prejudicados, podendo atingir o homem de forma direta, pois ela é usada por ele para ser bebida, para tomar banho, para lavar roupas e utensílios e, principalmente, para sua alimentação e dos animais domésticos. Além disso, abastece nossas cidades, sendo também utilizada nas indústrias e na irrigação de plantações. Por isso, a água deve ter aspecto limpo, pureza de gosto e estar isenta de microorganismos patogênicos, o que é conseguido através do seu tratamento, desde a retirada dos rios até a chegada nas residências urbanas ou rurais.

A água de um rio é considerada de boa qualidade quando apresenta menos de mil coliformes fecais e menos de dez microorganismos patogênicos por litro (como aqueles causadores de verminoses, cólera, esquistossomose, febre tifóide, hepatite, leptospirose, poliomielite etc.). Portanto, para a água se manter nessas condições, deve-se evitar sua contaminação por resíduos, sejam eles agrícolas (de natureza química ou orgânica), esgotos, resíduos industriais, lixo ou sedimentos vindos da erosão.

Sobre a contaminação agrícola temos, no primeiro caso, os resíduos do uso de agroquímicos, que provêm de uma prática muitas vezes desnecessária ou intensiva nos campos, enviando grandes quantidades de substâncias tóxicas para os rios através das chuvas, o mesmo ocorrendo com a eliminação do esterco de animais criados em pastagens.

No segundo caso, há o uso de adubos, muitas vezes exagerado, que acabam sendo carregados pelas chuvas aos rios locais, acarretando o aumento de nutrientes nesses pontos. Isso propicia a ocorrência de uma explosão de bactérias decompositoras que consomem oxigênio, contribuindo ainda para diminuir a concentração do mesmo na água, produzindo sulfeto de hidrogênio, um gás de cheiro muito forte que, em grandes quantidades, é tóxico. Isso também afetaria as formas superiores de vida animal e vegetal, que utilizam o oxigênio na respiração, além das

bactérias aeróbicas, que seriam impedidas de decompor a matéria orgânica sem deixar odores nocivos através do consumo de oxigênio.

Os resíduos gerados pelas indústrias, cidades e atividades agrícolas são sólidos ou líquidos, tendo um potencial de poluição muito grande.

Os resíduos gerados pelas cidades, como lixo, entulhos e produtos tóxicos são carregados para os rios com a ajuda das chuvas.

Os resíduos líquidos carregam poluentes orgânicos (que são mais fáceis de serem controlados do que os inorgânicos, quando em pequena quantidade).

As indústrias produzem grande quantidade de resíduos em seus processos, sendo uma parte retida pelas instalações de tratamento da própria indústria, que retêm tanto resíduos sólidos quanto líquidos, e a outra parte despejada no ambiente.

No processo de tratamento dos resíduos também é produzido outro resíduo chamado "chorume", líquido que precisa novamente de tratamento e controle.

As cidades podem ser ainda poluídas pelas enxurradas, pelo lixo e pelo esgoto.

Enfim, a poluição das águas pode aparecer de vários modos, incluindo as poluições térmicas, que é a descarga de efluentes a altas temperaturas, poluição física, que é a descarga de material em suspensão, poluição biológica, que é a descarga de bactérias patogênicas e vírus, e poluição química, que pode ocorrer por deficiência de oxigênio, toxidez e eutrofização.

A eutrofização é causada por processos de erosão e decomposição que fazem aumentar o conteúdo de nutrientes, aumentando as produtividades biológicas, permitindo periódicas proliferações de algas, que tornam a água turva e com isso podem causar deficiência de oxigênio pelo seu apodrecimento, aumentando sua toxicidade para os organismos que nela vivem (como os peixes, que aparecem mortos junto a espumas tóxicas).

A poluição de águas nos países ricos é resultado da maneira como a sociedade consumista está organizada para produzir e desfrutar de sua riqueza, progresso material e bem-estar. Já nos países pobres, a poluição é resultado da pobreza e da ausência de educação de seus habitantes, que assim, não têm base para exigir os seus direitos de cidadãos, o que só tende a prejudicá-los, pois esta omissão na reivindicação de seus direitos leva a impunidade às indústrias, que poluem cada vez mais, e aos

governantes, que também se aproveitam da ausência da educação da população e, em geral, fecham os olhos para a questão, como se tal poluição não atingisse também a eles.

A Educação Ambiental vem justamente resgatar a cidadania para que a população tome consciência da necessidade da preservação do meio ambiente, que influi diretamente na manutenção da sua qualidade de vida.

Como a água é necessária para dar continuidade ao crescimento econômico, as bacias hidrográficas passam a ser áreas geográficas de preocupação de todos os agentes e interesses públicos e privados, pois elas passam por várias cidades, propriedades agrícolas e indústrias. No entanto, a presença de alguns produtos químicos industriais e agrícolas (agroquímicos) podem impedir a purificação natural da água (reciclagem) e, nesse caso, só a construção de sofisticados sistemas de tratamento permitiriam a retenção de compostos químicos nocivos à saúde humana, aos peixes e à vegetação.

Quanto melhor é a água de um rio, ou seja, quanto mais esforços forem feitos no sentido de que ela seja preservada (tendo como instrumento principal de conscientização da população a Educação Ambiental), melhor e mais barato será o tratamento desta e, com isso, a população só terá a ganhar. (ZAMPIERON E VIERIA, 2007)

2.2.12 Hidrografia do rio Piracicaba

2.2.12.1 O rio Piracicaba

O rio Piracicaba nasce na cidade de Americana, no encontro das águas do Rio Atibaia com o Jaguari.

As nascentes do rio Jaguari localizam-se no Estado de Minas Gerais, em Extrema e Camanducaia. A formação do rio Atibaia ocorre na junção dos rios Atibainha e Cachoeira. O Atibainha nasce nas proximidades de Nazaré Paulista.

O Piracicaba tem outros afluentes importantes como o rio Corumbataí (que nasce em Analândia), os ribeirões Quilombo (que nasce em Campinas), Toledo (que nasce na

região de Santa Bárbara D'Oeste), Anhumas (que nasce em Campinas), Piracicamirim (que nasce na região de Rio das Pedras), Pinheiros (que nasce na região de Vinhedo), entre outros.

A bacia conjunta dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, afluentes do Médio Tietê, compreende uma área de 14.042,64 km² do território paulista, sendo que 11.313,31 km² correspondem à bacia do rio Piracicaba, 1.611,68 km² à bacia do rio Capivari e 1.117,65 km² à bacia do Jundiaí. As três bacias estão localizadas paralelamente no sentido leste/oeste.

No que diz respeito ao crescimento populacional dos municípios da UGRHI - 5 Piracicaba/Capivari/Jundiaí, é importante salientar que a dinâmica demográfica regional tem sido marcada pelo processo de desconcentração industrial verificado a partir dos anos 70.

A industrialização na região serviu como elemento de atração populacional, privilegiando o interior do Estado de São Paulo, dando continuidade ao processo de interiorização da indústria. (CAIADO 2000).

Tabela 5 - Vazões críticas e vazão de referência das sub-bacias da UGRHI - 5 Piracicaba/Capivari/Jundiaí

Sub-bacia	Área de Drenagem (Km ²)*	Q _{7,10} */Crítica (m ³ s ⁻¹)	Vazão de ** Referência (m ³ s ⁻¹)
Piracicaba	12.502,31	35,64	n/c
Capivari	1.611,68	2,59	n/c
Jundiaí	1.117,65	2,32	n/c
Total	15.231,64	40,55	49,0

Fonte: * Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (em 2000)

** São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente (em 1997 a); n/c= não consta

Na Tabela 5, observa-se também que a vazão de referência, é de 49,0 m³s⁻¹. Esta vazão de referência não é muito superior à vazão crítica (Q_{7,10}) que é de 40,55 m³s⁻¹. Ou seja, a sazonalidade pode implicar em problemas para o atendimento das demandas, tendo em vista o relativamente baixo volume disponível.

Há na região certa consciência a respeito dessa escassez relativa. Recentemente, a instalação de novos empreendimentos industriais, assim como a ampliação de empreendimentos já existentes, estão sendo questionados pelo Comitê da Bacia Hidrográfica (CBH) do PCJ.

Um empreendimento que tem sido bastante questionado é a ampliação do pólo Petroquímico de Paulínia. Pereira (1998) realizou um estudo de viabilização desse projeto, tendo em vista as vantagens locacionais de Paulínia em relação às outras refinarias de petróleo do país.

Mesmo com todas as propostas de mitigação de impactos que foram elaborados, inclusive com a construção de um lago para regularizar a vazão, os movimentos populares têm manifestado seu desagrado com essa proposta.

Outro projeto que foi bastante discutido recentemente é a ampliação da usina termelétrica de Carioba através da construção de Carioba II, no município de Americana. Enquanto moradores e movimentos sociais sediados em Piracicaba se mobilizam contra o projeto, o governo municipal de Limeira se apresenta disposto a receber os investimentos e recursos para sua implantação. A questão ganhou contornos de luta judicial e ainda não está definida.

O que liga esses dois casos é a preocupação da sociedade civil organizada com os possíveis impactos desses projetos sobre os recursos hídricos.

A sensibilidade dos moradores de Piracicaba é maior justamente porque são eles, que estando à jusante, têm dificuldades para tratar as águas poluídas do rio Piracicaba para prover seu abastecimento público.

Nesse sentido, defender a água em um contexto regional faz parte de uma luta para garantir condições de vida adequadas.

A Tabela 6 apresenta a divisão da UGRI Piracicaba/Capivari/Jundiá em suas sub-bacias e quais são os seus municípios formadores.

É importante salientar que a região mais densamente ocupada se encontra na sub-bacia do Atibaia, rio que abastece grande parte da população regional.

Tabela 6 - Sub-bacias e municípios que formam a UGRHI 5

Sub-bacia	Área de Drenagem (Km²)	Municípios
Baixo Piracicaba	1.878,99 (da foz do rio Corumbataí até o rio Tietê)	Santa Maria da Serra, São Pedro, Águas de S.Pedro, Charqueada, Piracicaba
Alto Piracicaba	1.780,53 (da confluência Jaguarí/Atibaia até a foz do rio Corumbataí)	Piracicaba, Santa Bárbara Oeste, Rio das Pedras, Saltinho, Iracemápolis, Cordeirópolis, Limeira, Americana, Nova Odessa, Sumaré, Hortolândia
Rio Corumbataí	1.702,59 (da nascente á foz)	Analândia, Corumbataí, Rio Claro, Santa Gertrudes, Ipeúna, Charqueada
Baixo Jaguari	1.094,40 (da foz do rio Camanducaia até o rio Piracicaba)	Arthur Nogueira, Cosmópolis, Holambra, Santo Antônio de Posse
Rio Camanducaia	857,29 (da divisa com Minas Gerais até o rio Piracicaba)	Monte Alegre do Sul, Pinhalzinho, Pedra Bela, Amparo, Santo Antônio de Posse, Pedreira
Alto Jaguari	1.181,63 (da divisa com Minas Gerais até a foz do rio Camanducaia)	Pedra Bela, Bragança Paulista, Tuiuti, Morungaba, Pedreira, Jaguariúna, Joanópolis, Vargem, Piracaia
Rio Atibaia	2.817,88 (da divisa com Minas Gerais até o rio Piracicaba)	Atibaia, Joanópolis, Piracaia, Nazaré Paulista, Jarinú, Bragança Paulista, Bom Jesus dos Perdões, Itatiba, Valinhos, Campinas, Paulínia, Nova Odessa, Americana, Jaguariúna, Morungaba
Rio Capivari	1.611,68 (da nascente á foz)	Louveira, Vinhedo, Jundiaí, Campinas, Valinhos, Monte Mor, Elias Fausto, Capivari, Rafard, Mombuca, Rio das Pedras, Indaiatuba
Rio Jundiaí	1.117,65 (da nascente á foz)	Atibaia, Campo Limpo Paulista, Várzea Paulista, Jundiaí, Itupeva, Salto, Indaiatuba, Jarinú, Cabreúva

Fonte: Comitê das bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (2000)

Na análise de demanda por tipo de consumo, a qual é apresentada nas Tabela 7 (A, B, C), observa-se que a somatória da demanda supera a vazão crítica nas sub-

bacias do Baixo Piracicaba (135,20%) e Alto Piracicaba (166,37%) e a sub-bacia do Rio Corumbataí possui certa reserva (56,28%).

Esses fatores demonstram que somente a sub-bacia do Rio Corumbataí possui recursos hídricos suficientes para atender à demanda de água nos períodos de estiagem.

Nas demais sub-bacias a situação é de dificuldade nos períodos em que a seca for prolongada. Outra informação importante é que a principal demanda de água é para o uso doméstico.

Apenas no Alto Piracicaba a demanda estimada para uso industrial é maior do que a demanda para uso doméstico, $2,9 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ contra $2,4 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ respectivamente.

Esta sub-bacia é também responsável pela segunda maior demanda da UGRHI Piracicaba/Capivari/Jundiá. Parte da água exportada para a UGRHI do Alto Tietê ($31 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$) poderia vir a ser usada para diminuir o problema em uma situação emergencial.

Entretanto, a Região Metropolitana de São Paulo depende dessa água para manter o seu abastecimento. Uma possibilidade para a da UGRHI Piracicaba/Capivari/Jundiá é aumentar sua disponibilidade hídrica através do investimento na diminuição das perdas de água.

Tabela 7 - Demanda de água por tipo de uso nas sub-bacias de UGRHI-5 (A,B,C)

(Continua)

Sub-bacia - Baixo Piracicaba (A)			
Usos	Demanda (m^3s^{-1})	$Q_{7,10}$	Índice de Estado Crítico
Doméstico	2,714	n/c	n/c
Industrial	1,694	n/c	n/c
Irrigação	1,180	n/c	n/c
Agricultura	0,034	n/c	n/c
Pecuária	-	n/c	n/c
Mineração	0,016	n/c	n/c
Subtotal	5,638	4,17	135,20

Tabela 7 - Demanda de água por tipo de uso nas sub-bacias de UGRHI-(A,B,C)

(Continuação)

Sub-bacia - Alto Piracicaba (B)			
Usos	Demanda (m³s⁻¹)	Q_{7,10}	Índice de Estado Crítico
Doméstico	2,486	n/c	n/c
Industrial	2,984	n/c	n/c
Irrigação	1,398	n/c	n/c
Agricultura	0,053	n/c	n/c
Pecuária	-	n/c	n/c
Mineração	-	n/c	n/c
Subtotal	6,921	4,16	166,37

Tabela 7 - Demanda de água por tipo de uso nas sub-bacias de UGRHI-5 (A,B,C)

(conclusão)

Sub-bacia - Rio Corumbataí (C)			
Usos	Demanda (m³s⁻¹)	Q_{7,10}	Índice de Estado Crítico
Doméstico	1,014	n/c	n/c
Industrial	0,662	n/c	n/c
Irrigação	0,802	n/c	n/c
Agricultura	0,075	n/c	n/c
Pecuária	0,011	n/c	n/c
Mineração	0,053	n/c	n/c
Subtotal	2,617	4,65	56,28

Nota: Índice de Estado Crítico é a razão entre o total da vazão captada e o Q 7,10. Fonte: Comitê das bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (em 2000); n/c = não consta

2.2.12.2 Qualidade da água bruta

O Índice de Qualidade das Águas Brutas para Fins de Abastecimento Público – IAP é o produto da ponderação dos resultados do Índice de Qualidade das Águas – IQA medido pela CETESB desde 1974, e do Índice de Substâncias Tóxicas e

Organolépticas (ISTO), composta pelo grupo de parâmetros físicos, químicos e biológicos básicos e pelo grupo de substâncias que afetam a qualidade organoléptica, o grupo de substâncias tóxicas, incluindo metais, o potencial de formação de trihalometanos e mutagenicidade. As classificações de acordo com o IAP (Cetesb, 2003b) são relacionadas da seguinte forma:

Ótima: $79 < \text{IAP} < 100$; Boa: $51 < \text{IAP} < 79$; Regular: $36 < \text{IAP} < 51$;
 Ruim: $19 < \text{IAP} < 36$; Péssima: $\text{IAP} < 19$;

Tabela 8 - Valores médios anuais do IAP na bacia do rio Piracicaba por sub-bacias

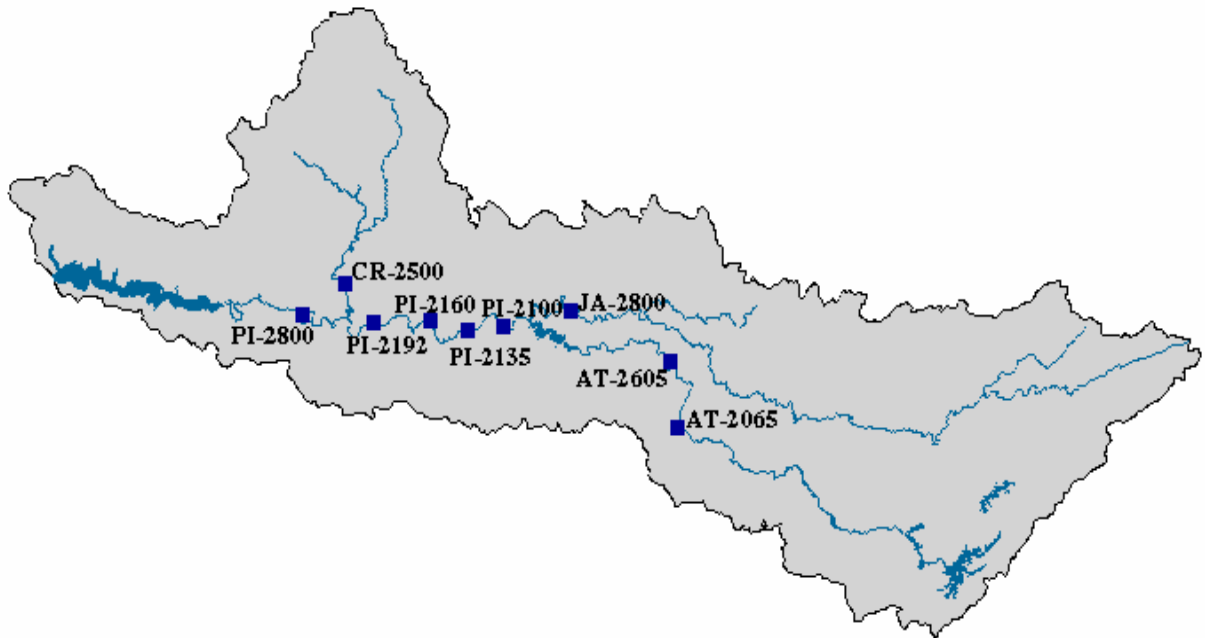
Ponto	Rio	IAP médio anual	Classificação
PCAB 02100	Piracicaba	46	Regular
PCAB 02135		25	Ruim
PCAB 02192		26	Ruim
PCAB 02220		5	Péssimo
PCAB 02800		30	Ruim

Fonte: Cetesb (em 2003b)

Tabela 9 – Pontos de monitoramento no rio Piracicaba

Código do Ponto	Local
PCAB 02100	Junto à captação de água de Americana, na localidade de Carioba.
PCAB 02130	No rio Piracicaba, a 300 m à jusante do Ribeirão Tatu.
PCAB 02135	Na ponte de concreto da estrada Americana-Limeira, na divisa de Limeira e Santa Bárbara D'Oeste.
PCAB 02160	Na margem direita, aproximadamente 800 m a montante da foz do Ribeirão dos Coqueiros, em Iracemápolis.
PCAB 02192	Ponte a 50m do km 135, 3 da estrada que liga Piracicaba a Limeira, próximo à usina Monte Alegre.
PCAB 02220	Margem esquerda, 2,5 km a jusante da foz do Ribeirão Piracicamirim, na captação de Piracicaba.
PCAB 02300	Na ponte do Caixão.
PCAB 02800	Em frente à fonte sulfurosa, na localidade de Ártemis.

Fonte : ANA (em 2008)



Fonte: CETESB (em 2004)

Figura 11 – Pontos de coletas do IAP nas proximidades de Piracicaba

Ao analisar a Tabela 8 e 9 e na Figura 10 e 11, da CETESB, ANA e PCJ, observam-se os índices médios anuais de qualidade das águas brutas para fins de abastecimento público (IAP). Os valores do IAP do Rio Piracicaba, encontra-se em um nível elevado de poluição, sendo que o ponto de coleta mais próximos a captação o do Campus “Luiz de Queiroz” é o PCAB 02220, e esse encontra-se com o IAP médio anual em torno de 5, sendo esse valor classificado como péssimo para os fins de abastecimento público.

2.2.12.3 Desperdícios de água nos sistemas de distribuição

Uma outra preocupação com a conservação do manancial está relacionada ao desperdício que ocorre nos sistemas de distribuição das cidades. As redes de distribuição de água estão mal conservadas e são responsáveis por perdas de até 40%.

O ideal, padrão aceito internacionalmente, seriam perdas em torno de 20%. Em alguns casos, o problema é ainda mais grave. Existem cidades em que o desperdício chega a 80% porque as companhias desrespeitam as normas técnicas. (ANA em 2006).

O coordenador do Programa Água para a Vida da Organização Não-Governamental, WWF-Brasil, (Desde 1996, o WWF-Brasil - www.wwf.org.br é uma organização não-governamental genuinamente brasileira que integra a maior rede mundial de conservação da natureza), o geógrafo Samuel Barreto, alerta para outro perigo, o consumo invisível de água. “A água é um importante insumo para praticamente toda a produção econômica, principalmente para a agricultura”, ressalta.

Portanto há de se considerar uma avaliação mais precisa e a busca de índices que possam relatar fielmente o estado das tubulações de distribuição de água.

Nos municípios mais populosos como Campinas e Piracicaba, os índices são muito acentuados: 34,9% e 45,5% respectivamente. Considerando o volume de água medido por mês per capita percebe-se que, de maneira geral, a região possui um consumo bem acima dos recomendados 150 litros habitante⁻¹dia⁻¹.

Existe na região a possibilidade de diminuição do consumo através do uso mais racional da água. Essa redução no consumo pode ser incentivada por ações educativas e também através da efetivação do instrumento da cobrança.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Medição da vazão

Para a medição das vazões foi instalado um vertedor triangular de 90°. Foi verificado o melhor local para a sua instalação.

A estimativa da vazão máxima foi executada pelo método de I – Pai - Wu, que constitui num aprimoramento do método racional, aplicado para bacia de até 200Km².

Foi calculada a vazão média plurianual através da Regionalização Hidrológica o Estado de São Paulo.

O cálculo das vazões instantâneas e médias, foram feitas para obter uma perspectiva do controle e diagnóstico do potencial hidrológico.

3.2 Drenagem superficial

O levantamento da drenagem superficial foi realizado através da planta do local definindo as suas cotas, área da bacia, perímetros, dimensões do riacho e das lagoas, capacidade de armazenamento, as vegetações predominantes e as declividades.

Para as variações de vegetação foi aplicada os valores de coeficiente de escoamento superficial para os diversos tipos de solo e sua cobertura, tomando-se como base o plano de adequação ambiental do Campus “Luiz de Queiroz”.

3.3 Qualidade da água

Foi realizado o levantamento dos índices de Ph, temperatura, DBO, DQO, alguns metais e elementos biológicos presentes, cloro e cianobactérias.

Esses levantamentos foram obtidos através de análise nos laboratórios da Estação de Tratamento de Água da PCLQ, de dados laboratoriais terceirizados pela PCLQ, e por laboratórios da ESALQ.

Foi também efetuada análise bacteriológica de águas dos mananciais, pelo Laboratório de Microbiologia de Alimentos do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição – ESALQ/USP.

3.4 Medição do deflúvio

Existem vários processos para a medição do deflúvio em uma bacia. Cada qual está relacionada com a finalidade e precisão do evento a que se destina. Para um vertedor triangular a medição pode ser eficiente e de fácil aplicabilidade uma vez que pode ser conseguida aplicando-se o Teorema de Bernoulli e a equação da continuidade, onde a vazão poderá ser obtida pela seguinte equação:

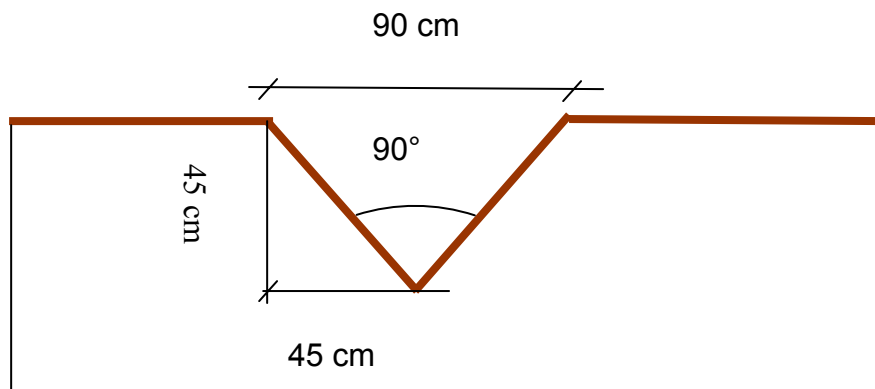
$$Q = 1,34 \cdot h^{2,48} \quad (1)$$

em que:

Q – vazão, m^3s^{-1} ;

h - altura da lâmina d'água no vertedor, m.

Foi executado um vertedor triangular, conforme Figura 12, nas proximidades da foz, onde os dados forneciam as vazões imediatas.



**Vertedor Triangular
90°**

Figura 12 - Vertedor triangular de 90°

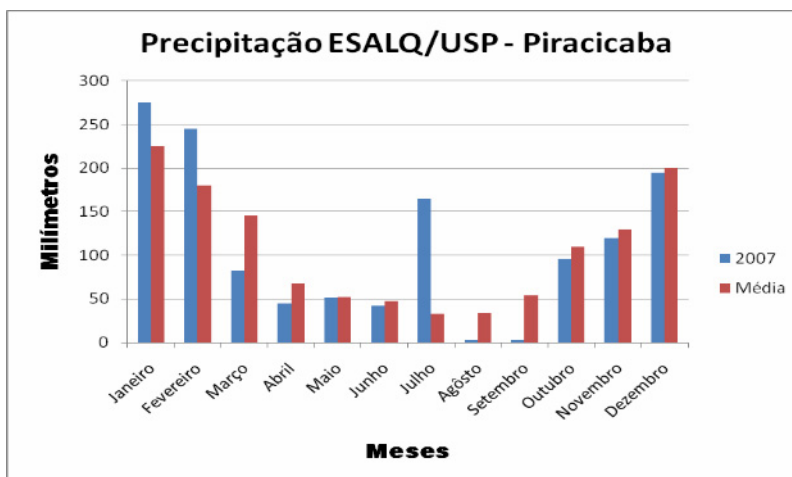
3.5 Estimativa da disponibilidade hídrica

Foi executado um estudo sobre as normatizações de disponibilidade hídrica pela ANA, CONAMA e DAEE, para ver quais os critérios e índices que afetariam o manancial do Monte Olimpo e dos valores fornecidos pelo Posto Meteorológico da ESALQ/USP, para o cálculo de suas capacidades hídricas e do fornecimento de água para as atividades desenvolvidas no Campus da Universidade.

3.6 Precipitação na estação meteorológica ao redor da lagoa de captação

Através de dados e gráficos publicados pela estação meteorológica convencional, foram executados os cálculos de vazões e as comparações para se obter a disponibilidade hídrica na micro bacia do Monte Olimpo.

A Figura 13, apresenta dados mensais de precipitação fornecidos pela estação meteorológica da ESALQ do ano de 2007 e da média de longo período. Observa-se que a as precipitações médias menores, estão nos meses de abril a agosto, ou seja, os meses de estiagem. Também verifica-se que a precipitação do ano de 2007 está abaixo das médias anuais, no período de estiagem, com a inclusão do mês de setembro, com a qual se pode concluir que há probabilidade dos indicadores de vazão estarem com uma margem de segurança no que diz respeito a sua potencialidade hídrica.



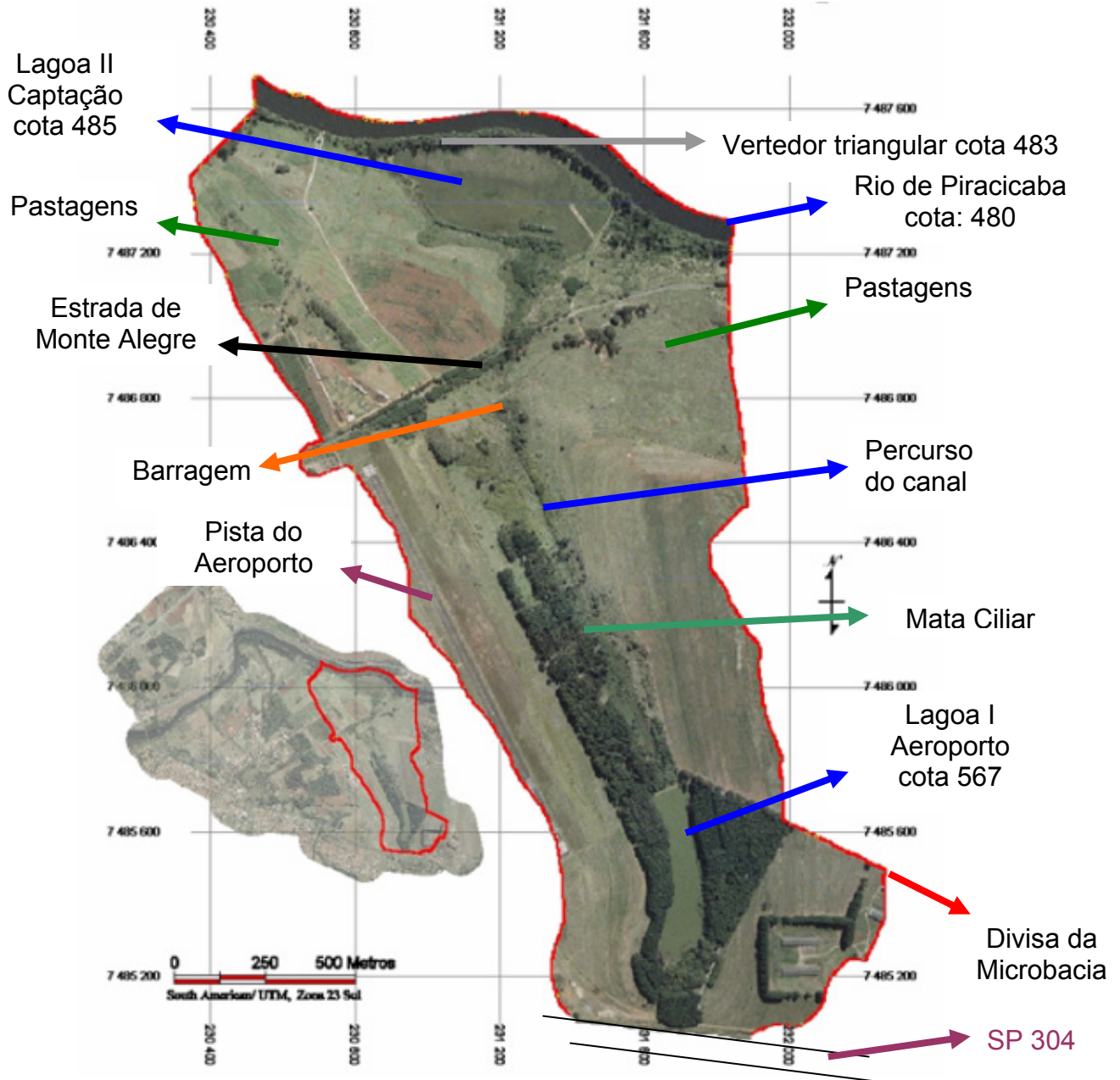
Fonte: Estação Meteorológica da ESALQ/USP.

Figura 13 - Precipitação na bacia do Monte Olimpo

3.7 Descrição da bacia do Monte Olimpo

3.7.1 Foto aérea da bacia hidrográfica do córrego do Monte Olimpo

A Figura 14 apresenta a bacia do Monte Olimpo, onde são representadas as lagoas, do aeroporto e da captação, o rio Piracicaba, a vegetação de mata ciliar, áreas de cultivos e de pastagens, as coordenadas de localização e o contorno da bacia.



Fonte: Departamento de Ciência do Solo/ESALQ/USP

Figura 14 - Foto aérea da bacia hidrográfica do córrego do Monte Olimpo

3.8 Dados da bacia

3.8.1 Área e perímetro

Área da bacia.....	247,00 ha
Área da Lagoa I (LA) - Aeroporto	3,80 ha
Área da Lagoa II (LC) - Captação	11,40 ha
Perímetro da bacia.....	7.670,60 m
Perímetro da Lagoa do Aeroporto	1.104,00 m
Perímetro da Lagoa de Captação	1.718,00 m

3.8.2 Forma

A microbacia apresenta declividade das bordas para o canal, essa concepção confere-lhe a característica de microbacia em leque, ou seja, a dimensão ao longo do talvegue é 2.625,00 m e a sua largura média é de 858 m.

3.8.3 Declividade longitudinal da bacia

A bacia possui uma declividade longitudinal de 3,89%, ou seja, da lagoa do Aeroporto (cota 585), até a sua foz, na lagoa de Captação (cota 483), com um comprimento de 2.625 metros.

3.8.4 Tipo de ordem do curso de água

O curso de água é de primeira ordem, ou seja, um único canal, onde recebe águas superficiais de deflúvio e subterrâneas e conduz a sua foz sem ocorrência de intercepções por afluentes.

3.8.5 Comprimento do talvegue

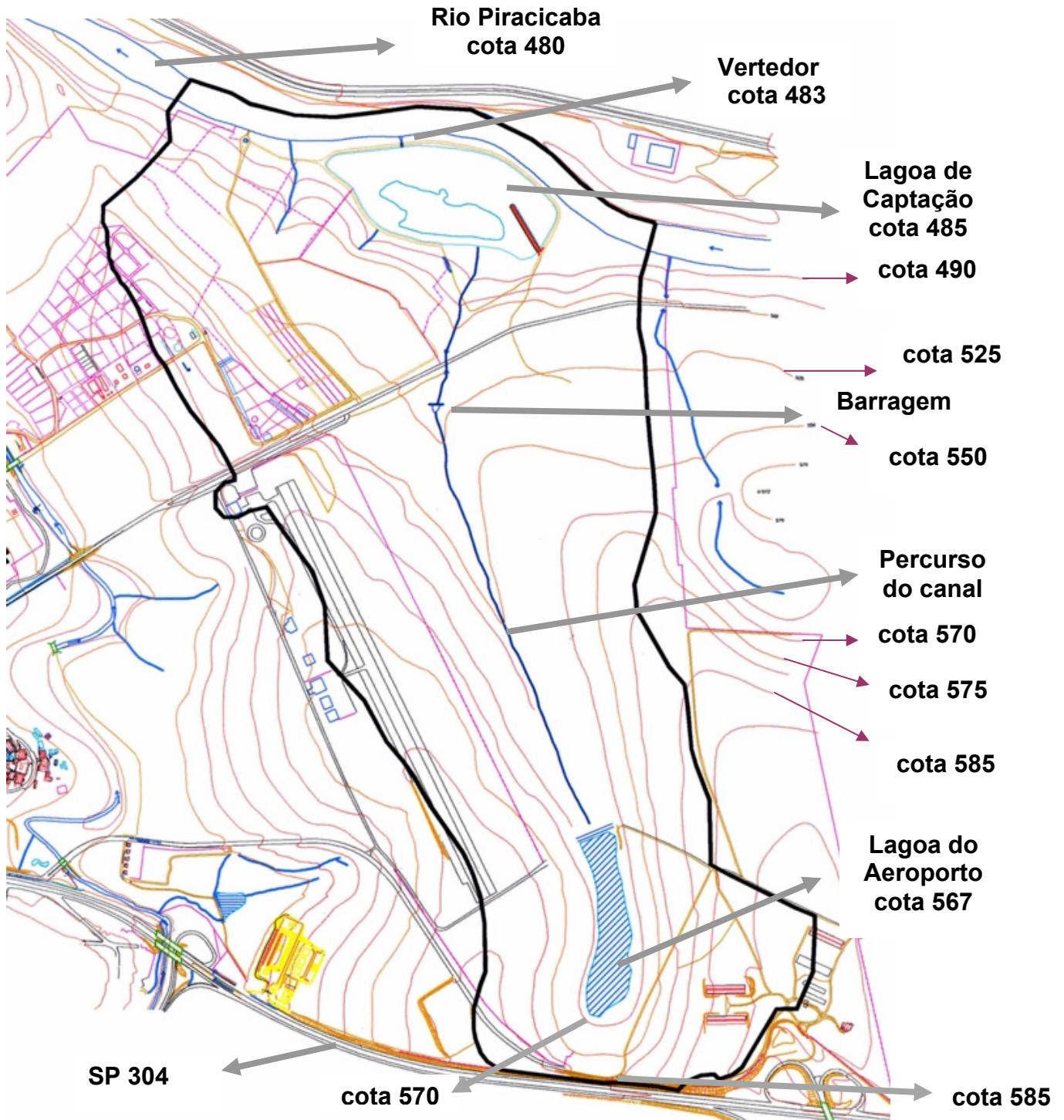
O comprimento do talvegue, valor extraído da planta do Campus "Luiz de Queiroz" é de 1.625,00 metros, com uma diferença de cota de 82 metros, portanto, uma declividade de 5,05%.

3.8.6 Reservação do sistema hídrico

A lagoa de captação apresenta uma lâmina média de água em torno de 1,60m, portanto, com sua área de 11,40ha, fornece um volume de reserva de água de 182.400,00 m³.

3.8.7 Bacia do Monte Olimpo

Os valores de área, perímetro, comprimento do canal, declividade, foram extraídos da planta, escala 1:5000, cotas topográficas, contorno da bacia, áreas de acesso e de interferências, locais de nascentes e foz, conforme croqui da Figura 15.

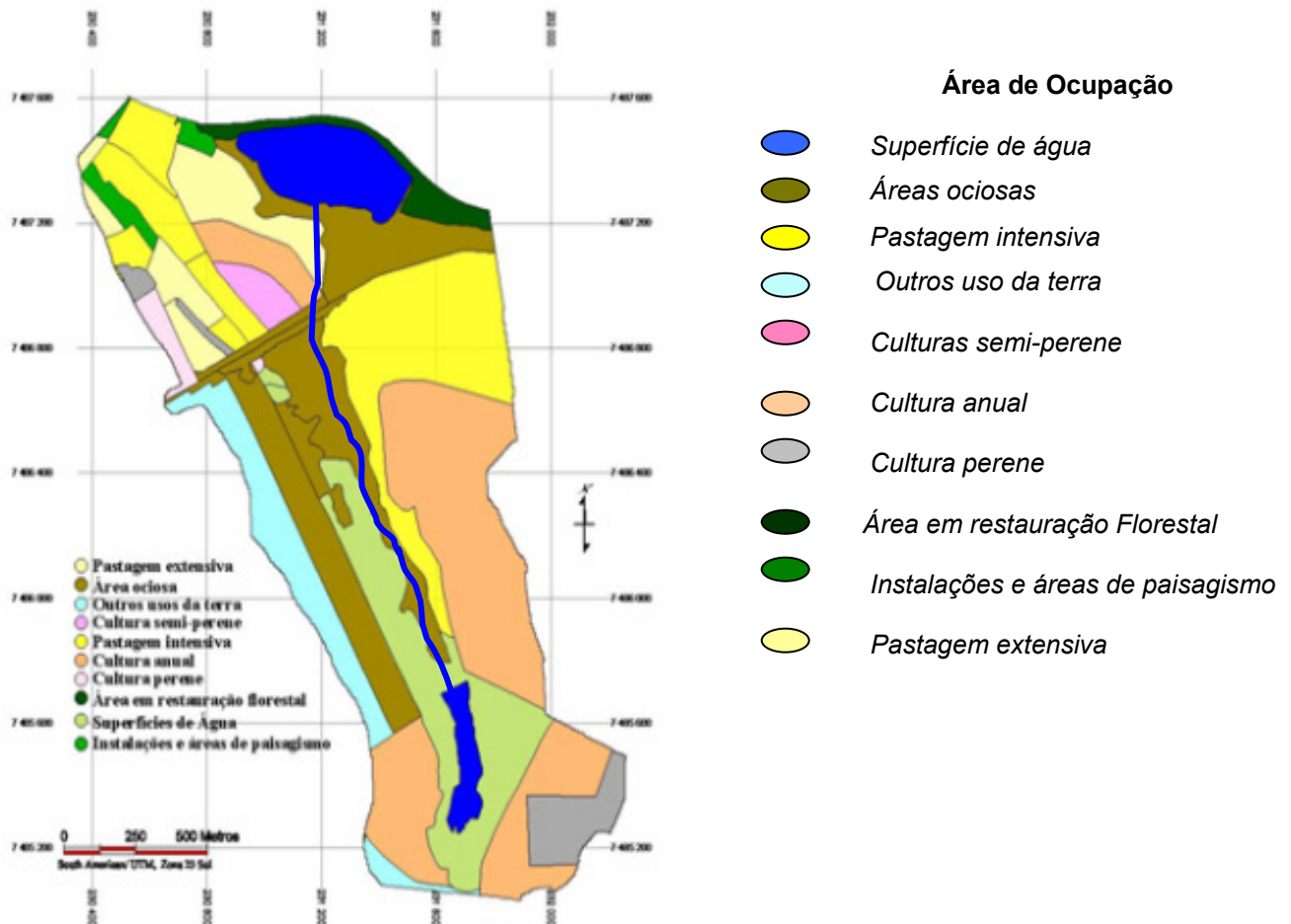


Fonte: Divisão de Infra-estrutura da PCLQ (em 2008)

Figura 15 - Mapa da microbacia hidrográfica do córrego Monte Olimpo

3.8.8 Vegetação

A vegetação da microbacia hidrográfica do córrego Monte Olimpo é constituída por uma vegetação rala, de pequeno porte. Próximo ao curso de água existe pouca vegetação natural e a nascente, localizada na lagoa do aeroporto, possui plantação de pinus, o que lhe confere uma água de melhor qualidade. No percurso do córrego há vegetação nativa e de pequeno porte e já sofre degradação em função da ação antrópica. Nas proximidades da lagoa de captação há uma pequena faixa de mata ciliar entre a mesma e o Rio Piracicaba, conforme Figura 16. Hoje a ONG Mata Atlântica, juntamente com Grupo de Adequação Ambiental da ESALQ – GADE, tem desenvolvido projetos para a restauração das matas ciliares.

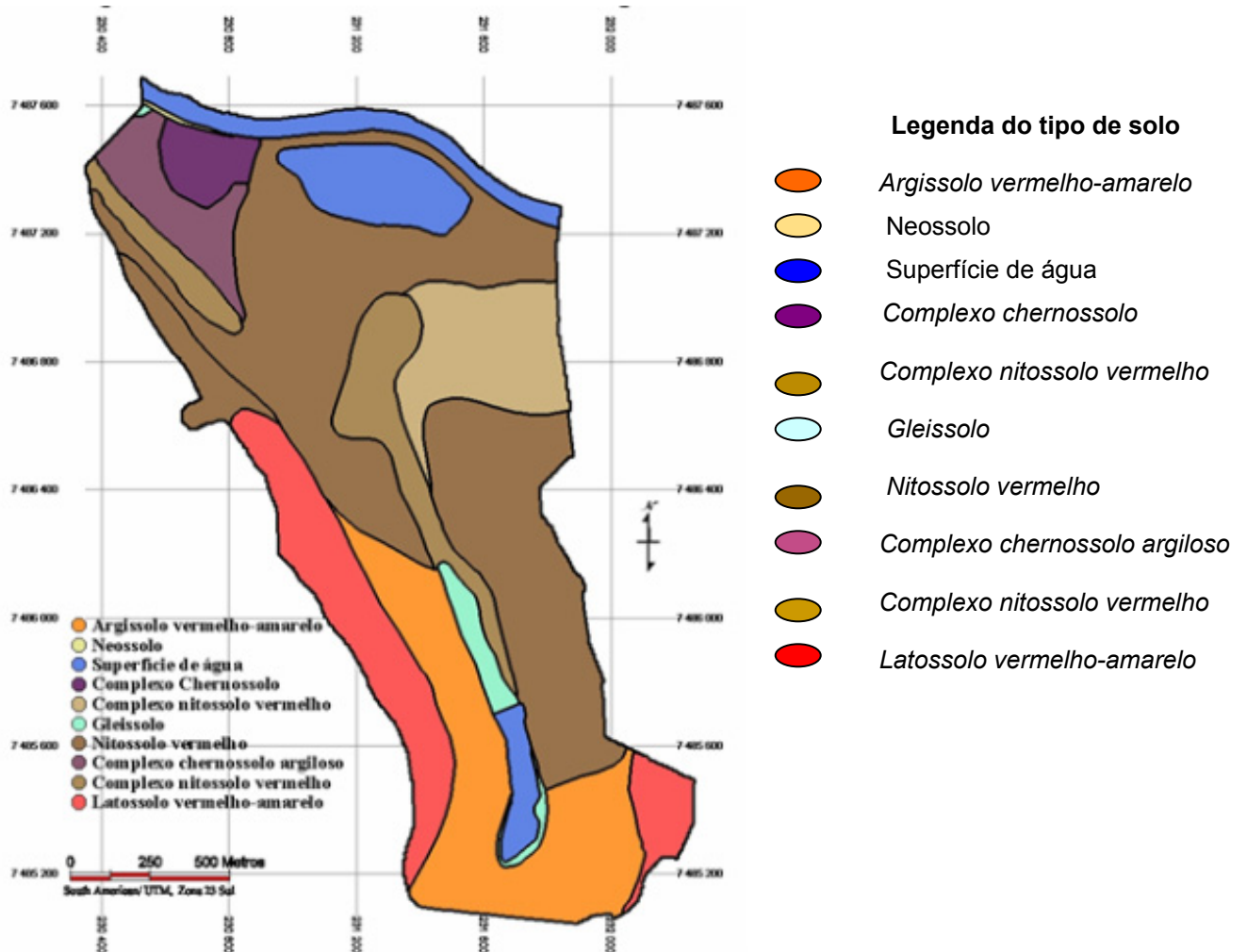


Fonte: Departamento de Ciência do Solo/ESALQ/USP (em 2007)

Figura 16 - Uso da terra da microbacia hidrográfica do córrego Monte Olimpo

3.8.9 Solo da microbacia hidrográfica do córrego Monte Olimpo

Os solos da microbacia hidrográfica do córrego Monte Olimpo podem ser observados analisando-se o mapa elaborado pelo Departamento de Solos, Figura 17.



Fonte: Departamento de Ciência do Solo/ESALQ/USP (em 2007)

Figura 17 - Solos da microbacia hidrográfica do córrego Monte Olimpo

3.8.10 Cálculo da vazão de cheia pelo método de I – PA I – WU

O método de I – PA I – WU, constitui-se num aprimoramento do método racional, podendo ser aplicado para bacias com áreas de drenagem de até 200 Km², onde utiliza-se a seguinte expressão:

$$Q = 0,278.C.I.A^{0,9}.K \quad (2)$$

em que:

Q - vazão de cheia em m³s⁻¹;

C - coeficiente de escoamento superficial, adimensional;

I - intensidade de chuva de duração igual ao tempo de concentração, mmh⁻¹;

A - área da bacia de contribuição, Km²;

K - coeficiente de distribuição espacial da chuva, adimensional.

Para a microbacia do Monte Olimpo os principais fatores intervenientes que foram considerados, e que devem ser avaliados, para que essa metodologia possa tornar-se adequada ao método aplicado são; forma, área e declividade da bacia; intensidade e distribuição da chuva crítica; características da superfície da bacia hidrográfica envolvendo a utilização futura dos terrenos, o grau de impermeabilidade do solo, o grau de umidade do solo; o tipo de escoamento superficial (**ts**); o tempo de concentração (**tc**) e o tempo de pico (**tp**).

Para o cálculo da vazão (**Q**) é necessário considerar:

a) O cálculo do coeficiente de escoamento superficial (**C**):

$$C = Cr \cdot \frac{C2}{C1} \quad (3)$$

em que:

C1 - Coeficiente de forma da bacia, adimensional;

C2 - Coeficiente volumétrico de escoamento, adimensional;

Cr - Coeficiente de runoff, adimensional;

A microbacia do Monte Olimpo é de forma alongada, no sentido do talvegue, portanto, o tempo de concentração poderá ser superior ao tempo de pico. Isto

corresponde a dizer que a chuva que cai na parte mais remota da bacia poderá não contribuir para a vazão máxima. Assim, o efeito da forma da bacia pode ser considerado através do coeficiente de forma C_1 , dado pela expressão:

$$C_1 = \frac{4}{(2 + F)} \quad (4)$$

em que:

F - fator de forma da Bacia;

O coeficiente volumétrico de escoamento (C_2), pode ser calculado pela expressão:

$$C_2 = \frac{2}{(1 + F)} \quad (5)$$

em que:

F - fator de forma da Bacia;

Portanto, a expressão (3) pode ser re-escrita da seguinte maneira:

$$C = C_r \cdot \frac{\frac{2}{(1 + F)}}{\frac{4}{(2 + F)}} \quad (6)$$

O cálculo do fator de forma é dado pela expressão:

$$F = \frac{L}{2 \cdot \left(\frac{A}{\pi}\right)^{1/2}} \quad (7)$$

em que:

L - Comprimento do talvegue do rio, km;

A - Área da bacia de contribuição, km².

b) A declividade média ponderada do talvegue pode ser determinada pela expressão:

$$S = \left[\frac{\sum L}{\frac{L1}{\sqrt{J1}} + \frac{L2}{\sqrt{J2}} + \frac{L3}{\sqrt{J3}} + \dots + \frac{Ln}{\sqrt{Jn}}} \right]^2 \quad (8)$$

em que:

L - comprimento da bacia no sentido do talvegue, e ou curvas de nível, Km;

J - declividade parcial, mKm^{-1} ;

S - declividade equivalente, mKm^{-1} .

c) O cálculo do tempo de concentração é dado pela expressão:

$$t_c = 57 \cdot \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385} \quad (9)$$

em que:

t_c - tempo de concentração, minuto;

L - comprimento do talvegue do rio, Km;

S - declividade equivalente, mKm^{-1} .

d) Cálculo intensidade crítica da chuva

O cálculo da intensidade crítica da chuva (máxima), foi obtido pela fórmula definida por José Eloir Denardin e Pedro Luiz de Freitas, publicada pela Pesquisa Agropecuária Brasileira de Brasília em 1982, levando em consideração a localidade, suas coordenadas, altitude, histórico de chuvas de anos anteriores e a intensidade (mmh^{-1}), o tempo de duração (minutos), e o tempo de retorno (anos). Por possuir uma estação meteorológica localizado no Campus da ESALQ/USP, no município de Piracicaba, nas proximidades da microbacia do Monte Olimpo, ou seja a aproximadamente a 2,0 Km da sua foz, foram utilizados os dados meteorológicos e aplicados na expressão:

$$i = \frac{2.017,05 \cdot T^{0,16}}{(t + 21)^{0,91}} \quad (10)$$

em que:

- i - intensidade da chuva, mmh⁻¹;
- T - tempo de retorno, anos;
- t - tempo de duração da chuva, minutos;

e) Grau de impermeabilidade da superfície

A parcela da chuva crítica que se infiltra no solo depende do grau de impermeabilidade da superfície, sendo que a impermeabilidade do solo é classificada a partir do conhecimento do uso do solo, do grau de urbanização, da cobertura vegetal e do tipo de solo, conforme a Tabela 10.

Tabela 10 - Grau de impermeabilidade do solo em função do seu uso

Impermeabilidade do solo	Cobertura ou tipo de solo	Uso do solo ou grau de urbanização
Baixo	com vegetação rala e/ou esparsa; solo arenoso seco; terrenos cultivado	zona verdes; não urbanizadas
Médio	terrenos com manto fino de material poroso; solos com pouca vegetação; gramados amplos; declividade médias;	zona residencial com lotes (maior que 1000m ²); zona residencial rarefeita
Alto	terrenos pavimentados; solos argilosos; terrenos rochosos estéreis ondulados; vegetação quase inexistente	zona residencial com lotes pequenos (100 a 1000m ²)

Fonte: Manual de Cálculo das vazões máximas, médias e mínimas nas bacias hidrográficas do Estado de São Paulo – DAEE (em 1994)

f) Coeficientes de ponderação do grau de impermeabilidade da superfície

Para obter o coeficiente volumétrico de escoamento há a necessidade de uma ponderação das áreas parciais, coeficientes esses que são classificados pelo grau de impermeabilidade e que são especificados conforme a Tabela 11.

Tabela 11 - Coeficiente volumétrico de escoamento

Grau de impermeabilidade da superfície	Coeficiente volumétrico de escoamento
Baixo	0,30
Médio	0,50
Alto	0,80

Fonte: Manual de Cálculo das vazões máximas, médias e mínimas nas bacias hidrográficas do Estado de São Paulo – DAEE (em 1994)

g) O cálculo do coeficiente de distribuição espacial de chuva (K)

Para a determinação da desigualdade da distribuição da chuva na micro bacia do Monte Olimpo, foi efetuada a correção pelo ábaco do coeficiente de distribuição espacial da chuva (**K**), que leva em consideração a área de drenagem (em Km²) e o tempo de concentração (em horas), ou pelo coeficiente de distribuição espacial da chuva, conforme o DAEE (SÃO PAULO, 1994)

Pode ser adequada a utilização da seguinte expressão de Paulhus (Linsley et al,1975), considerando-se, por exemplo, a área de drenagem da bacia do rio Piracicaba em torno de 11.313,31 km², concluiu-se que:

$$P_{\text{área}} = P_{\text{ponto}} \cdot k \quad (11)$$

em que:

$P_{\text{área}}$ - precipitação na área, mm;

P_{ponto} - precipitação no ponto, mm.

$$K = 1,0 - \left[0,1 \cdot \log \left(\frac{A}{A_0} \right) \right] \quad (12)$$

A - A drenagem piracicaba = 11.313,31 km²

A₀ - A_{Monte Olimpo} = 2,47 Km²

k = 0,63391

em que:

K - Coeficiente de distribuição espacial da chuva, adimensional;

A - Área de drenagem da bacia, Km²;

A₀ - Área de drenagem da microbacia, Km².

h) O calculo do volume total do hidrograma (V)

O cálculo do volume total do hidrograma (**V**), determinado pela expressão:

$$V = (0,278 \cdot C_2 \cdot i \cdot t_c \cdot 3600 \cdot A^{0,9} \cdot K) \cdot 1.5 \quad (13)$$

em que:

V - Volume total do hidrograma, m³;

i - Intensidade da chuva, mmh⁻¹;

t_c - Tempo de concentração, horas;

A - Área da bacia de contribuição, Km²;

C₂ - Coeficiente volumétrico de escoamento, adimensional;

K - Coeficiente de distribuição espacial da chuva, adimensional;

i) Cálculo da vazão máxima:

A determinação da vazão máxima (**Q_m**) é obtida acrescentando uma vazão de base (**Q_b** = vazão subterrânea) de 10% da vazão de cheia, portanto:

$$Q_b = Q \cdot 0,10 \quad (14)$$

$$Q_m = Q_b + Q \quad (15)$$

j) Cálculo da vazão mínima

O valor da vazão mínima foi fornecido pelo sistema Regionalização Hidrológica do Estado de São Paulo, com o fornecimento de dados da área da bacia (Km²), da Longitude e Latitude da microbacia.

3.8.11 Cenário atual

A Lagoa do Aeroporto, está em níveis melhores, conforme relatório de qualidade das Tabelas 25, 26, 27 e 28. Nela há uma menor concentração de sólidos dissolvidos, coliformes termotolerantes, fenóis, ferro solúveis, manganês total, Bário, Cloreto Total, Nitratos e Nitrito e possui em maior concentração de oxigênio dissolvido. Outro fator é a faixa de mata ciliar com aproximadamente 30 metros de extensão ao redor dessa lagoa, que embora pequena retêm os assoreamentos e a percolação dos produtos agroquímicos das áreas adjacentes. A principal preocupação nessa área é a contaminação de produtos químicos que provenientes da rodovia “Luiz de Queiroz” SP 304, que intercepta a área da Lagoa do Aeroporto, por meio de uma galeria pluvial.

Na figura 18 observa-se a área de proteção com a mata ciliar e o seu armazenamento sem concentrações de sólidos em suspensão e onde já existe assoreamento de margens devido algumas deficiências de conservação.



Figura 18 - Nascente da microbacia da lagoa do aeroporto

O fluxo de água que percorre a jusante da Lagoa do Aeroporto até a barragem, distante a 1.200 metros e próximo à estrada que liga ao Bairro de Monte Alegre é bastante irregular, e está sem conservação, conforme observa-se na figura 19.



Figura 19 - Córrego entre a lagoa de captação e a barragem

A barragem também apresenta em níveis elevados de assoreamento devido à má conservação, e da ausência de uma mata ciliar que retenha os deslocamento de partículas de solos, conforme observa-se na figura 20.



Figura 20 - Barragem e canal

Na foz do riacho do Monte Olimpo encontra-se uma lagoa, conhecida por Lagoa de Captação onde a água é armazenada. Dessa lagoa é extraída a água para o

abastecimento parcial do Campus, para dessedentação animais, para a agricultura e a conservação e limpeza do parque, conforme Figura 21.

A inexistência de práticas conservacionistas nos últimos anos com base de uma política interna de uso racional do solo e da água, permitiu que o nível de degradação fosse tão elevado, que inviabilizasse a utilização da água desse manancial desde 2002.



Figura 21 - Lagoa de captação anterior a seca de 2003



Figura 22 - Lagoa de captação após a seca de 2003

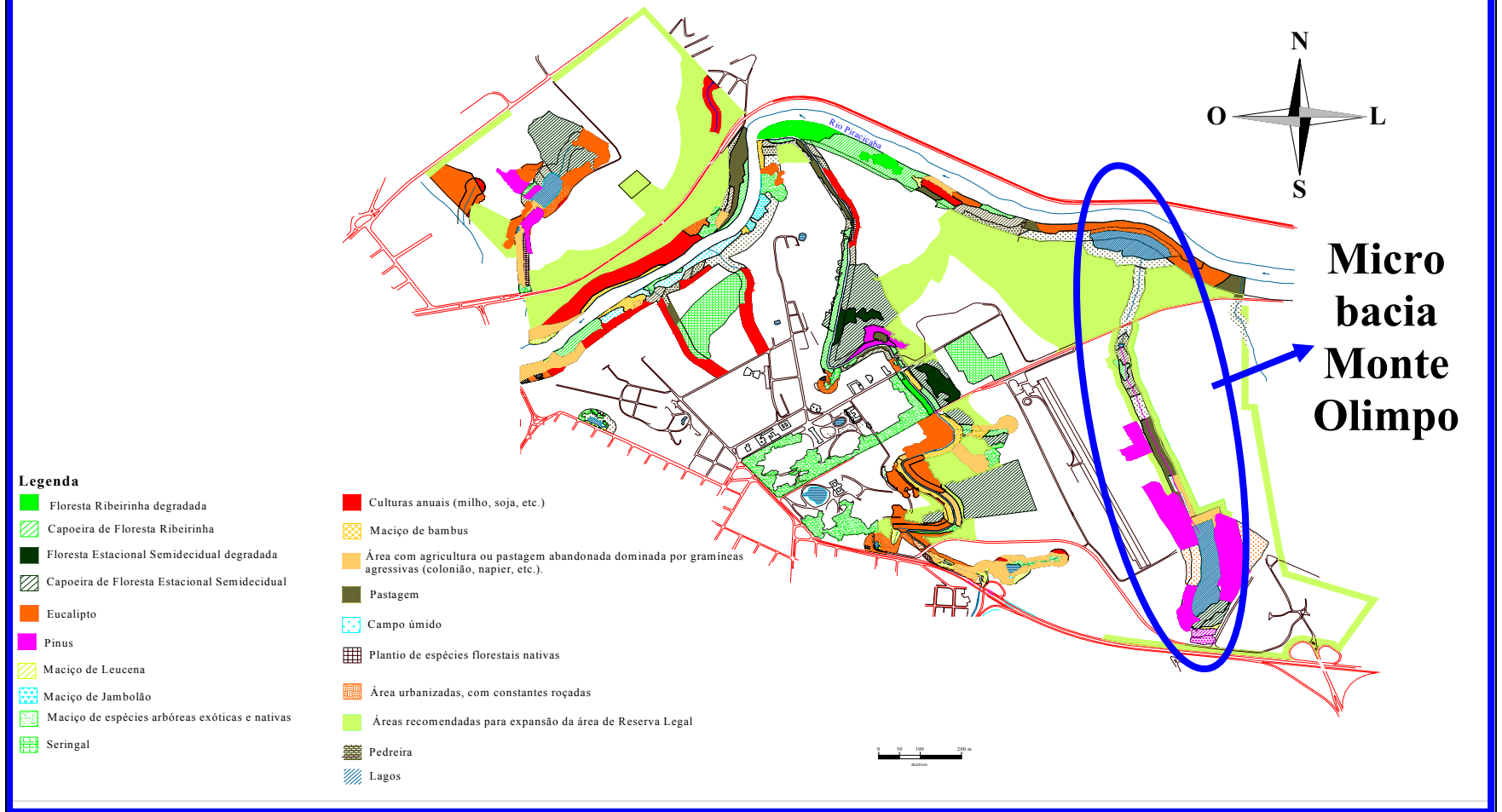
A Prefeitura do Campus “Luiz de Queiroz” - PCLQ, na gestão de 1999 a 2005, do Prof. Dr. Marcos Vinicius Folegatti, juntamente com os órgãos ambientais, iniciou em 2003 a implementação de um plano diretor ambiental, onde foram levantadas as situações existente para adequá-las às normas vigentes, conforme Figura 23.

O plano ambiental é composto de atuações de pequeno, médio e longo prazo, onde prevalecem as questões ambientais mais urgentes, sendo considerada atividade prioritária a recuperação das matas ciliares no Campus. Foi constituído então o Grupo de Adequação Ambiental da ESALQ - GADE o qual vem coordenando a implantação do Plano de Adequação Ambiental do Campus “Luiz de Queiroz”, visando à recuperação de áreas degradadas por meio de projetos idealizados e desenvolvidos no contexto ambiental.

O grupo busca o restabelecimento da dinâmica de maciços florestais para promover um ecossistema ecologicamente saudável e estimular a conscientização da comunidade do Campus para a importância do uso sustentável dos recursos naturais.

Associados a este projeto, encontram-se estudos inéditos de pesquisa sobre recuperação de áreas degradadas com o objetivo de gerar novas tecnologias na área, e capacitar alunos, funcionários do Campus, profissionais do setor público e iniciativa privada e cidadãos que atuam na área de preservação ambiental.

Mapa Ilustrativo das Situações Ambientais Encontradas no Campus "Luiz de Queiroz" (original no Anexo 1)



Fonte: Plano Ambiental – Prefeitura do Campus “Luiz de Queiroz” – PCLQ (em 2007)

Figura 23 - Mapa das coberturas vegetais existente no Campus em destaque para microbacia do córrego Monte Olimpo

O projeto de adequação ambiental do Campus, contou com a participação da ONG “Mata Atlântica”, a qual está investindo na recuperação das matas ciliares com plantações de espécies nativas, conforme observa na Figura 24.



Figura 24 - Recuperação das áreas degradadas pela ONG “Mata Atlântica” (em 2007)



Figura 25 - Vertedor triangular 90°

Os dados do vertedor triangular, Figuras 25, estão apresentados nas Tabelas de 13 a 17 com um resumo na Tabela 18. O vertedor foi instalado próximo ao rio Piracicaba, a aproximadamente 18 metros e foi considerado o ponto de descarga do deflúvio excedente.

3.8.12 Mata ciliar e o Código Florestal

O novo Código Florestal Lei n.º 4.771/65, de 15 de setembro de 1965, atualizado em 06 de janeiro de 2001, desde 1965 inclui as matas ciliares na categoria de áreas de preservação permanente. Assim toda a vegetação natural (arbórea ou não) presente ao longo das margens dos rios e ao redor de nascentes e de reservatórios deve ser preservada.

Art. 1º - As florestas existentes no território nacional e as demais formas de vegetação, reconhecidas de utilidade às terras que revestem, são bens de interesse comum a todos os habitantes do País, exercendo-se os direitos de propriedade, com as limitações que a legislação em geral e especialmente esta Lei estabelecem. Parágrafo único. As ações ou omissões contrárias às disposições deste Código na utilização e exploração das florestas são consideradas uso nocivo da propriedade (Art. 302, XI, "b", do Código de Processo Civil).

§ 1º As ações ou omissões contrárias às disposições deste Código na utilização e exploração das florestas e demais formas de vegetação são consideradas uso nocivo da propriedade, aplicando-se, para o caso, o procedimento sumário previsto no art. 275, inciso II, do Código de Processo Civil.

§ 2º Para os efeitos deste Código, entende-se por:

I - Pequena propriedade rural ou posse rural familiar: aquela explorada mediante o trabalho pessoal do proprietário ou posseiro e de sua família, admitida a ajuda eventual de terceiro e cuja renda bruta seja proveniente, no mínimo, em oitenta por cento, de atividade agroflorestal ou do extrativismo, cuja área não supere:

- a) cento e cinquenta hectares se localizada nos Estados do Acre, Pará, Amazonas, Roraima, Rondônia, Amapá e Mato Grosso e nas regiões situadas ao norte do paralelo 13º S, dos Estados de Tocantins e Goiás, e ao oeste do meridiano de 44º W, do Estado do Maranhão ou no Pantanal mato-grossense ou sul-mato-grossense;
- b) cinquenta hectares, se localizada no polígono das secas ou a leste do Meridiano de 44º W, do Estado do Maranhão; e
- c) trinta hectares, se localizada em qualquer outra região do País;

II - Área de preservação permanente: área protegida nos termos dos arts. 2º e 3º desta Lei, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;

III - Reserva Legal: área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, excetuada a de preservação permanente, necessária ao uso sustentável dos recursos naturais, à conservação e reabilitação dos processos ecológicos, à conservação da biodiversidade e ao abrigo e proteção de fauna e flora nativas;

IV - Utilidade pública:

a) as atividades de segurança nacional e proteção sanitária;

b) as obras essenciais de infra-estrutura destinadas aos serviços públicos de transporte, saneamento e energia; e

c) demais obras, planos, atividades ou projetos previstos em resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA;

V - Interesse social:

a) as atividades imprescindíveis à proteção da integridade da vegetação nativa, tais como: prevenção, combate e controle do fogo, controle da erosão, erradicação de invasoras e proteção de plantios com espécies nativas, conforme resolução do CONAMA;

b) as atividades de manejo agroflorestral sustentável praticadas na pequena propriedade ou posse rural familiar, que não descaracterizem a cobertura vegetal e não prejudiquem a função ambiental da área; e

c) demais obras, planos, atividades ou projetos definidos em resolução do CONAMA;

VI - Amazônia Legal: os Estados do Acre, Pará, Amazonas, Roraima, Rondônia, Amapá e Mato Grosso e as regiões situadas ao norte do paralelo 13º S, dos Estados de Tocantins e Goiás, e ao oeste do meridiano de 44º W, do Estado do Maranhão.

Art. 2º - Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

- a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja:
- b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;
- c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 m (cinquenta metros) de largura;
- d) no topo de morros, montes, montanhas e serras;
- e) nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45 , equivalente a 100% na linha de maior declive;
- f) nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;
- g) nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 m (cem metros) em projeções horizontais;
- h) em altitude superior a 1.800 m (mil e oitocentos metros), qualquer que seja a vegetação.

Parágrafo único. No caso de áreas urbanas, assim entendidas as compreendidas nos perímetros urbanos definidos por lei municipal e nas regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, em todo o território abrangido, observar-se-á o disposto nos respectivos planos diretores e leis de uso do solo, respeitados os princípios e limites a que se refere este artigo.

Art. 3º - Consideram-se, ainda, de preservação permanentes, quando assim declaradas por ato do Poder Público, as florestas e demais formas de vegetação natural destinadas:

- a) a atenuar a erosão das terras;
- b) a fixar as dunas;
- c) a formar faixas de proteção ao longo de rodovias e ferrovias;
- d) a auxiliar a defesa do território nacional a critério das autoridades militares;
- e) a proteger sítios de excepcional beleza ou de valor científico ou histórico;
- f) a asilar exemplares da fauna ou flora ameaçados de extinção;
- g) a manter o ambiente necessário à vida das populações silvícolas;
- h) a assegurar condições de bem-estar público.

§ 1º - A supressão total ou parcial de florestas de preservação permanente só será admitida com prévia autorização do Poder Executivo Federal, quando for necessária à execução de obras, planos, atividades ou projetos de utilidade pública ou interesse social.

§ 2º - As florestas que integram o Patrimônio Indígena ficam sujeitas ao regime de preservação permanente (letra "g") pelo só efeito desta Lei.

Tabela 12 – Largura mínima da faixa para matas ciliares

Largura Mínima da Faixa	Situação
30 m em cada margem	Rios com menos de 10 m de largura
50 m em cada margem	Rios com 10 a 50 m de largura
100 m em cada margem	Rios com 50 a 200 m de largura
200 m em cada margem	Rios com 200 a 600 m de largura
500 m em cada margem	Rios com largura superior a 600 m
Raio de 50 m	Nascentes
30 m ao redor do espelho d'água	Lagos ou reservatórios em áreas urbanas
50 m ao redor do espelho d'água	Lagos ou reservatórios em zona rural, com área menor que 20 ha
100 m ao redor do espelho d'água	Lagos ou reservatórios em zona rural, com área igual ou superior a 20 ha
100 m ao redor do espelho	d'água Represas de hidrelétricas

Fonte: <http://www.ibamapr.hpg.ig.com.br/4771leiF.htm> - (em 2008)

3.8.13 Procedimentos para contagens de bactérias na água

a) A contagem total de bactérias heterotróficas

Foram realizadas diluições seriadas até 10^4 da amostra de água, utilizando-se volumes de 90ml de tampão fosfato com cloreto de magnésio como diluente. Foram plaqueados em duplicata 1ml de cada diluição, seguido da adição do meio de cultivo Plate Count Agar (PCA). Após a solidificação do meio, as placas foram invertidas e incubadas a 35 °C por 24 - 48h, após o que procedeu-se a contagem das colônias. Com a média obtida das contagens das placas da diluição ideal (entre 30 a 300 UFC), multiplicou-se o valor pelo inverso da diluição contada e expressou-se o resultado como UFC de bactérias heterotróficas totais ml^{-1} de água, (SILVA et al. cap.3, 2005).

b) Determinação do número mais provável (NMP) de coliformes totais e de coliformes termotolerantes (fecais) pela técnica dos tubos múltiplos:

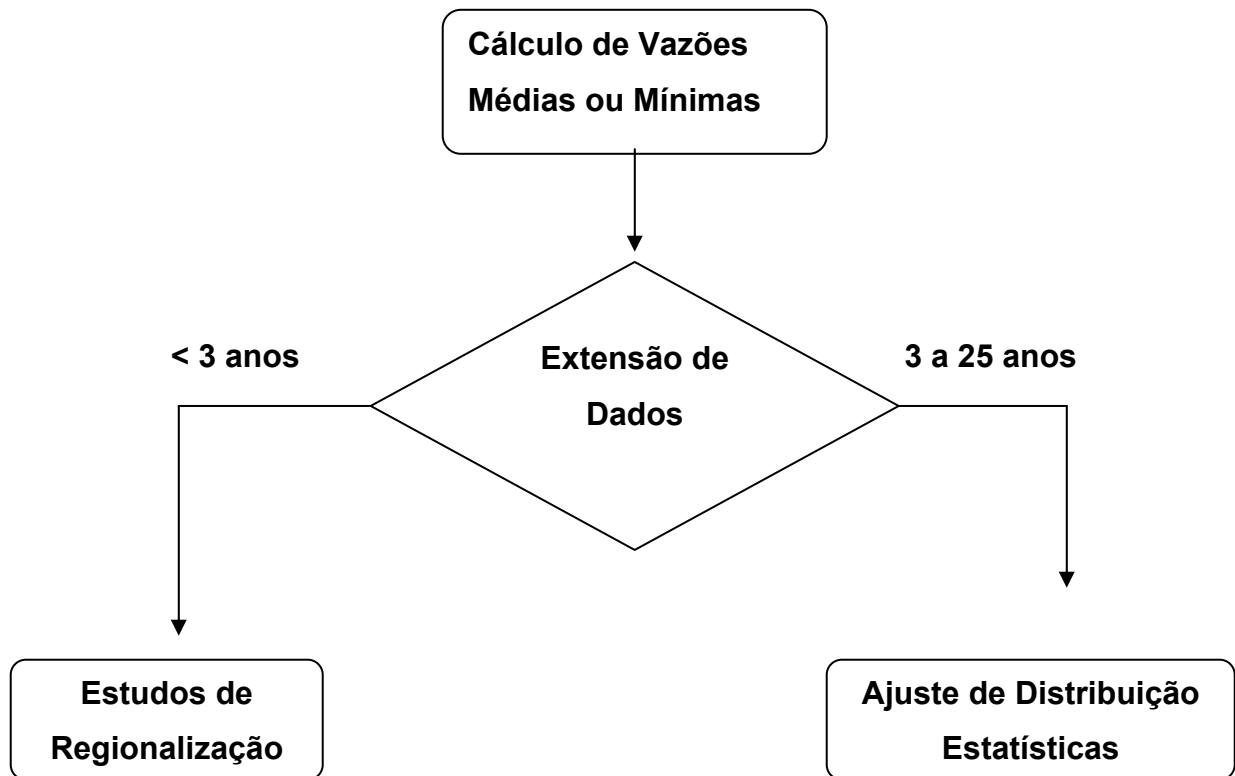
Foram realizadas diluições seriadas até 10^4 da amostra de água, utilizando-se volumes de 90ml de tampão fosfato com cloreto de magnésio como diluente. A partir da amostra de água pura foram inoculados 10ml em cada um dos 5 tubos com 10ml de Caldo Lauril Sulfato Triptose (LST) em concentração dupla. As séries de tubos seguintes (10^1 , 10^2 , 10^3 e 10^4) foram inoculadas com 1ml de cada diluição da água em 5 tubos com 10ml de Caldo Lauril Sulfato Triptose (LST) em concentração normal. Todos os tubos foram incubados a 35 °C e a 24 - 48h, após o que procedeu-se a leitura dos resultados, considerando-se como tubos positivos do teste presuntivo, aqueles que apresentavam produção de gás no tubo de Durham, em função da fermentação da lactose. A partir de cada tubo positivo do LST, foi transferida uma alçada bem carregada para tubos de Caldo Verde Brilhante Lactose Bile (CVBLB) e para tubos com Caldo EC. Os tubos CVBLB foram incubados a 35 °C /24-48h, após o que se procedeu a leitura dos tubos positivos (gás no tubo de Durham) e com os resultados obtidos determinou-se o NMP de coliformes totais/100ml de água, mediante consulta a tabela própria (teste confirmativo para coliformes totais). Os tubos EC foram incubados em

banho-maria a 45 °C /24h, sendo então feita a leitura dos tubos positivos (gás no tubo de Durham) e com os resultados obtidos determinou-se o NMP de coliformes termotolerantes (fecais)/100ml de água, mediante consulta a tabela própria (teste confirmativo para coliformes termotolerantes), (SILVA et al. cap.4, 2005).

Fonte: Prof. Dr. Cláudio Rosa Gallo. (em 2007)

3.9 ESTRUTURA PARA DETERMINAÇÃO DE VAZÕES MÉDIAS E MÍNIMAS

Estrutura que foi aplicada ao método como determinações das vazões mínimas, conforme orientação do Plano Estadual de Recursos Hídricos



Fonte: Plano Estadual de Recursos Hídricos (em 2008)

Figura 26 - Determinação das vazões médias e mínimas

Na inexistência de valores de vazão com um tempo superior a 3 (três) anos para a microbacia hidrográfica do córrego Monte Olimpo, optou-se pela determinação da vazão de referência a vazão da regionalização.

4 RESULTADOS

4.1 Vazões

As vazões foram coletadas no vertedor triangular, a aproximadamente 18 metros de sua foz, obtendo-se as seguintes médias mensais:

a) Vazão do mês de Março de 2007	17,17 l s ⁻¹
b) Vazão do mês de Abril de 2007	5,73 l s ⁻¹
c) Vazão do mês de Maio de 2007	3,61 l s ⁻¹
d) Vazão do mês de Junho de 2007.....	2,49 l s ⁻¹
e) Vazão do mês de Julho de 2007	10,73 l s ⁻¹
f) Vazão Média	7,95 l s ⁻¹

4.2 Vazão diária pelo vertedor triangular

Os valores médios das vazões, estão relacionados com os períodos de estiagem da microbacia do córrego Monte Olimpo e fornecem uma vazão diária de 7,95 l s⁻¹, ou seja, 686.880 l dia⁻¹, o qual corresponde a 68,7% do consumo diário de água tratada do Campus. A água é tratada pela seção de águas e esgoto da PCLQ durante o dia, portanto sendo necessário reservar a água. Desde 2003 a água tratada pela seção é retirada do Rio Piracicaba.

4.3 Dados coletados no vertedor triangular

Tabela 13 - Dados mês de março no vertedor triangular

VERTEDOR TRIANGULAR - Mês março 2007								
Data	H	h - cm	Q - l.s ⁻¹	P mm	Turbidez	pH	Cor	Temp.°C
11/mar	15,45	14,5	13,53	8,5				
12/mar	7,36	14,5	13,53	0,9				
	15,41	14,25	12,98	0,9	19,53	6,78	20	
13/mar	7,37	14,3	13,08	0				
	15,59	13,7	11,82					
14/mar	7,35	14	12,44	0,4	24,6	6,8	20	
	15,35	13,95	12,34					
15/mar	7,29	14	12,44	5,2				
	15,52	14,35	13,19					
16/mar	7,22	14,5	13,53	13,3	67,8	7,21	30	21
17/mar	-	-	-	25,9				
18/mar	-	-	-	12,1				
19/mar	14,35	22,9	40,13	1,7	53,4	7,05	30	25
20/mar	7,37	21,18	33,31	0				
21/mar	8	18,58	24,39	0	9,59	6,52	30	24
22/mar	11,12	16,55	18,53	1,0	12,25	6,99	30	25
23/mar	-	-	-	2,6				
24/mar	-	-	-	8,9				
25/mar	-	-	-	0				
26/mar	10,5	15,92	16,91	0	13,7	6,72	20	25
27/mar	7,38	14,85	14,32	0				
28/mar	8,38	18,02	16,94	0	9,99	6,76	10	26
29/mar	10,52	16,35	18	0				
30/mar	7,59	15,05	14,78	0	8,41	6,9	10	25
Média do mês de Março			17,17	81,4	24,36	6,86	22	24
Vazão Média diária = 17,17 x 86.400 = 1.483.488,00 l.dia⁻¹								

Notas: **Data**- dia da coleta dos dados; **H** – horário da coleta de dados; **h** – altura da coluna de água no vertedor em centímetros; **Q** – vazão calculado pela fórmula (1) do item 1.7.11 em litros por segundo; **P** – precipitação ocorrida na região, dados da estação meteorológica da ESALQ/USP; **Turbidez, pH, Cor e Temperatura** – valores coletados no local do vertedor, - valores não coletados.

Tabela 14 - Dados mês de abril no vertedor triangular

VERTEDOR TRIANGULAR - Mês de abril 2007								
Data	H	h - cm	Q - l.s⁻¹	P.mm	Turbidez	pH	Cor	Temp.°C
1/abr	-	-	-	0				
2/abr	14,28	12,5	9,5	0				
3/abr	8,15	12,5	9,5	0	9,99	6,9	20	26
4/abr	7,41	12	8,62	0	9,99	6,96	20	26
5/abr	12,54	10,9	6,86	0				26
6/abr	-	-	-	0				
7/abr	-	-	-	1,2				
8/abr	-	-	-	6,4				
9/abr	7,46	10,98	5,2	0	9,99	6,82	30	24
10/abr	15,57	9,95	5,52	0				25
11/abr	7,55	9,95	5,52	0				24
12/abr	7,54	9,72	5,23	0	31,9	6,63	20	24
13/abr	8,12	9,12	4,49	0	28,8	6,62	20	24
14/abr	-	-	-	0				
15/abr	-	-	-	0				
16/abr	15,56	8,08	3,36	0	9,99	6,67	30	25
17/abr	7,5	8,08	3,36	0				24
18/abr	-	-	-	0				
19/abr	7,58	7,88	3,17	0				24
20/abr	7,5	7,7	3	11,7	9,99	6,67	30	24
21/abr	-	-	-	4				
22/abr	-	-	-	0				
23/abr	8	11,02	7,04	0	8,59	6,77	30	24
24/abr	7,52	10,15	5,61	0				
25/abr	8,08	9,62	5,09	0	9,99	6,75	20	24
26/abr	7,57	9,82	5,35	13				24
27/abr	8,02	10,8	6,71	0,2	9,99	6,74	40	25
28/abr	-	-	-	0,3				
29/abr	-	-	-	0				
30/abr	-	-	-	0				
Média do mês de Abril			5,73	36,8	13,92	6,75	26	25
Vazão Média diária = 5,73 x 86.400 = 495.072,00 l.dia⁻¹								

Notas: **Data**- dia da coleta dos dados; **H** – horário da coleta de dados; **h** – altura da coluna de água no vertedor em centímetros; **Q** – vazão calculado pela fórmula (1) do item 1.7.11 em litros por segundo; **P** – precipitação ocorrida na região, dados da estação meteorológica da ESALQ/USP; **Turbidez, pH, Cor e Temperatura** – valores coletados no local do vertedor, - valores não coletados. .

Tabela 15 - Dados mês de maio no vertedor triangular

VERTEDOR TRIANGULAR - Mês de maio 2007								
Data	H	h - cm	Q - l.s ⁻¹	P.mm	Turbidez	pH	Cor	Temp.°C
1/mai	-	-	-	0				
2/mai	8,06	8,6	3,9	0	9,99	6,68	40	21
3/mai	7,59	9,05	4,94	0				21
4/mai	10,46	8,5	3,79	0	16,07	6,89	30	22
5/mai	-	-	-	0				
6/mai	-	-	-	0				
7/mai	11,06	7,15	2,51	0	50,5	6,79	40	22
8/mai	8,02	6,5	2	6,8				
9/mai	7,26	7	2,39	0,4	71,3	6,87	40	20
10/mai	7,46	7	2,39	0				20
11/mai	7,42	6	1,66	0	66,1	6,84	40	20
12/mai	-	-	-	0				
13/mai	-	-	-	0,2				
14/mai	7,31	6,3	1,86	0	100	6,86	30	20
15/mai	7,42	8,05	3,33	0				19
16/mai	7,46	6,1	1,72	0	72,6	6,69	30	18
17/mai	9,16	6,05	1,69	0	76,4	6,74	30	21
18/mai	9,37	4	0,63	0				19
19/mai	-	-	-	0				
20/mai	-	-	-	0				
21/mai	10,22	5,2	1,18	5,9	80	6,81	40	20
22/mai	8,27	5,82	1,54	29,3	250	6,74	40	20
23/mai	9,56	10,43	6,17	12	67,1	6,71	30	21
24/mai	8,49	12,8	10,05	0	48,7	6,83	30	18
25/mai	10,54	12,5	9,5	0				21
26/mai	-	-	-	0				
27/mai	-	-	-	1,6				
28/mai	7,46	10	5,59	2,2	60,3	6,78	30	19
29/mai	7,45	9,05	4,4	0				19
30/mai	10,22	9	4,35	0	49,6	6,67	40	18
31/mai	7,32	8,05	3,79	0				18
Média do mês de Maio			3,61	58,4	72,76	6,78	35	20
Vazão Média diária = 3,61 x 86.400 = 311.904,00 l.dia⁻¹								

Notas: **Data**- dia da coleta dos dados; **H**- horário da coleta de dados; **h** – altura da coluna de água no vertedor em centímetros; **Q** – vazão calculado pela fórmula (1) do item 1.7.11 em litros por segundo; **P** – precipitação ocorrida na região, dados da estação meteorológica da ESALQ/USP; **Turbidez, pH, Cor e Temperatura** – valores coletados no local do vertedor, - valores não coletados.

Tabela 16 - Dados mês de junho no vertedor triangular

VERTEDOR TRIANGULAR - Mês de junho 2007								
Data	H	h - cm	Q - l.s ⁻¹	P.mm	Turbidez	pH	Cor	Temp.°C
1/jun	7,27	8,2	3,48	3,3	72,3	6,59	40	17
2/jun	-	-	-	14,3				
3/jun	-	-	-	2,7				
4/jun	11,02	11	7,01	0	55,7	6,8	40	17
5/jun	10,31	10	5,59	0				18
6/jun	10,52	10	5,59	0	9,99	6,86	40	17
7/jun	-	-	-	0				
8/jun	-	-	-	0				
9/jun	-	-	-	0				
10/jun	-	-	-	0				
11/jun	10,56	7,8	3,09	0	9,99	6,83	30	19
12/jun	11,12	7,5	2,82	0				18
13/jun	-	-	-	0				
14/jun	7,32	5,8	1,53	0				17
15/jun	11,17	5,4	1,29	0	9,99	6,8	30	18
16/jun	-	-	-	0				
17/jun	-	-	-	0				
18/jun	10,46	5,2	1,18	0	9,99	7,12	30	19
19/jun	10,46	4,55	0,86	0				19
20/jun	10,57	4,2	0,71	0	11,06	7,14	30	18
21/jun	10,4	4,2	0,71	0				18
22/jun	11,11	4	0,63	0	10,99	6,91	30	19
23/jun	-	-	-	0				
24/jun	-	-	-	0				
25/jun	10,51	3,3	0,4	0	10,97	6,98	30	19
26/jun	10,39	3,2	0,37	0				18
27/jun	7,47	3	0,32	2,3	145	7,11	40	19
28/jun	-	-	-	0				
29/jun	7,41	4	0,63	-	114	7,64	30	18
30/jun	-	-	-	0				
Média do mês de Junho			2,49	22,6	41,82	6,98	34	18
Vazão Média diária = 2,49 x 86.400 = 215.136,00 l.dia⁻¹								

Notas: **Data**- dia da coleta dos dados; **H** – horário da coleta de dados; **h** – altura da coluna de água no vertedor em centímetros; **Q** – vazão calculado pela fórmula (1) do item 1.7.11 em litros por segundo; **P** – precipitação ocorrida na região, dados da estação meteorológica da ESALQ/USP; **Turbidez**, **pH**, **Cor** e **Temperatura** – valores coletados no local do vertedor, - valores não coletados.

Tabela 17 - Dados mês de julho no vertedor triangular

VERTEDOR TRIANGULAR - Mês de julho 2007								
Data	H	h - cm	Q - l.s⁻¹	P.mm	Turbidez	pH	Cor	Temp.°C
1/jul	-	-	-	0				
2/jul	7,33	4	0,63	0	103	7,06	30	18
3/jul	7,25	4	0,63	0	143	6,96	20	18
4/jul	7,34	4	0,63	0	166	6,94	20	18
5/jul	7,25	3,5	0,46	0	110	6,97	20	18
6/jul	10,53	3,5	0,46	0	301	6,67	30	19
7/jul	-	-	-	0				
8/jul	-	-	-	0				
9/jul	-	-	-	0				
10/jul	7,33	4	0,63	0	144	7,03	30	18
11/jul	7,34	4	0,63	0	146	6,67	30	18
12/jul	7,46	3,5	0,46	0				18
13/jul	8,22	3,5	0,46	0	145	6,59	30	18
14/jul	-	-	-	0				
15/jul	-	-	-	7,7				
16/jul	7,38	4	0,63	38	289	6,66	40	19
17/jul	7,27	4	0,63	35,9	156	6,21	20	19
18/jul	10,48	11	7,01	0,5	10,92	6,92	30	18
19/jul	7,53	11	7,01	0	10,6	6,91	30	18
20/jul	10,46	10,5	6,27	0	9,99	6,99	20	18
21/jul	-	-	-	0				
22/jul	-	-	-	0				
23/jul	7,52	8,5	3,79	36	10,65	6,98	30	19
24/jul	8,23	16	17,1	47,7	9,99	6,87	20	18
25/jul	7,54	28	64,76	3,5	9,99	7,21	30	19
26/jul	7,36	27	59,4	0	9,99	6,91	20	19
27/jul	11,02	21	32,66	0	9,99	6,98	30	18
28/jul	-	-	-					
29/jul	-	-	-					
30/jul	7,52	14	12,44		11,36	7,01	30	17
31/jul	10,3	12	8,62		10,57	6,95	20	17
Média do mês de Julho			10,73	169,3	90,35	6,87	27	18
Vazão diária = 10,73 x 86.400 = 927.072,00 l.dia⁻¹								

Notas: **Data**- dia da coleta dos dados; **H** – horário da coleta de dados; **h** – altura da coluna de água no vertedor em centímetros; **Q** – vazão calculado pela fórmula (1) do item 1.7.11 em litros por segundo; **P** – precipitação ocorrida na região, dados da estação meteorológica da ESALQ/USP; **Turbidez**, **pH**, **Cor** e **Temperatura** – valores coletados no local do vertedor, - valores não coletados.

Tabela 18 - Valores médios mensais do vertedor triangular

Mês	Q(L.s ⁻¹)	P(mm)	Turbidez	pH	Cor	Temp.°C
Média do mês de Março	17,17	81,4	24,36	6,86	22	24
Média do mês de Abril	5,73	36,8	13,92	6,75	26	25
Média do mês de Maio	3,61	58,4	72,76	6,78	35	20
Média do mês de Junho	2,49	22,6	41,82	6,98	34	18
Média do mês de Julho	10,73	169,3	90,35	6,87	27	18
Média	7,95	73,7	48,64	6,85	29	21

Notas: Q – vazão calculado pela expressão 1, em litros por segundo; P – precipitação ocorrida na região, dados da estação meteorológica da ESALQ/USP; Turbidez, pH, Cor e Temperatura – valores coletados no local do vertedor.

4.4 Disponibilidade hídrica

Utilizando o site do Sistema Integrado para o Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo - SIGRH de 27 de janeiro de 2008, através de dados hidrológicos do sistema é possível, com a sua localização (longitude e latitude), e a área da bacia, calcular a precipitação média, a região hidrográfica, a curva de permanência e o volume de regularização para um período de retorno e a vazão mínima anual.

4.5 Cálculo pela regionalização hidrológica do Estado de São Paulo

Os dados enviados ao sistema para o cálculos são, a área da bacia é de 2,47 Km²; a latitude de 22° 41' 58", e sua longitude de 47° 38' 42". Com esses dados o sistema calculou e forneceu as seguintes informações:

A precipitação anual média é de 1.327,40 mm; a região hidrológica "G" e a região hidrológica (parâmetro C) é "Y"; A vazão para P% de permanência conforme a Tabela 19; A vazão mínima anual de (d) meses consecutivos com tempo de retorno (T) anos (m³s⁻¹) conforme Tabela 20 e a vazão mínima anual – (Q_{7,T}), conforme a tabela 21.

Tabela 19 - Vazão para "P (%)" de permanência (m^3s^{-1})

P (%)	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	75	80	85	90	95	100
Q (m^3 s^{-1})	0,063	0,052	0,044	0,038	0,033	0,03	0,024	0,021	0,018	0,016	0,014	0,013	0,012	0,011	0,01	0,006

Tabela 20 - Vazão mínima anual de "d" meses consecutivos com "T" anos de período de retorno (m^3s^{-1})

T (anos)	d = 1 mês	d = 2 meses	d = 3 meses	d = 4 meses	d = 5 meses	d = 6 meses
10	0,007	0,008	0,008	0,009	0,01	0,01
15	0,007	0,007	0,008	0,008	0,009	0,009
20	0,007	0,007	0,008	0,008	0,009	0,009
25	0,006	0,007	0,007	0,008	0,008	0,009
50	0,006	0,006	0,007	0,007	0,008	0,008
100	0,005	0,006	0,006	0,007	0,007	0,007

Tabela 21 - Vazão mínima anual de 7 dias consecutivos com "T" anos de período de retorno: $Q_{7,T}$ (m^3s^{-1})

T (anos)	10	15	20	25	50	100
Q (m^3s^{-1})	0,006	0,005	0,005	0,005	0,005	0,004

A orientação do departamento de águas e energia elétrica - DAEE e da Agência Nacional de Águas - ANA, sobre a disponibilidade hídrica de uma bacia refere-se a dados diferentes ou seja:

A consideração da ANA é em referência ao tempo de permanência da vazão para uma probabilidade de 95%, onde o sistema fornece os valores de $Q_{95\%}$ igual a $0,01 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, ou seja, $10,0 \text{ l s}^{-1}$, conforme Tabela 19. A projeção da ANA é que se pode retirar 70% dessa vazão, ou seja $7,0 \text{ l s}^{-1}$.

O DAEE considera que a disponibilidade hídrica de uma bacia deve ser 50% de sua vazão mínima anual para um tempo de retorno de 10 anos, ou seja, 50% do $Q_{7,10}$, conforme Tabela 21, que no caso da bacia do Monte Olimpo é de $6,0 \text{ ls}^{-1}$, portanto, a vazão máxima a ser utilizada é de $3,0 \text{ ls}^{-1}$.

Em consulta ao DAEE Piracicaba, foi informado que em função do prioritário ser o abastecimento público e o ponto de captação no rio Piracicaba estar no mesmo lado da Lagoa de Captação e não existir nenhum usuário ou outra captação entre os pontos da Lagoa e a o Rio Piracicaba e a pequena distância entre os pontos (aproximadamente 397 m) e a existência de um plano de conservação e manutenção do manancial, onde as justificativas técnicas possam ser comprovadas, como é o caso desse trabalho, existe a possibilidade de utilizar-se até 80% da vazão $Q_{7,10}$, portanto, obter uma vazão de até $4,8 \text{ ls}^{-1}$.

A Seção de Águas e Esgotos da PCLQ trabalha das 7h30' às 16h30', com 1,0 hora de intervalo (almoço), portanto, 8,0 horas diárias. Como o DAEE considera que o cálculo da vazão retirada da bacia é constante para as 24 horas. Portanto se extrairmos desse manancial uma vazão de $4,8 \text{ ls}^{-1}$ durante as 24 horas, haverá um volume de $414.720 \text{ l dia}^{-1}$, o qual corresponde a 41,47% do volume atual tratado na Unidade. Esse volume poderá ser retirado com uma vazão superior desde que seja armazenado, portanto pode-se retirar até uma vazão de $14,4 \text{ ls}^{-1}$ nas 8,0 horas de trabalho.

Essa consideração é com base anual e em um monitoramento mensal existe a possibilidade desse valor ser ampliado, ou seja, ao analisar o período de 5 meses a vazão média foi de $7,95 \text{ ls}^{-1}$, e que poderia elevar a disponibilidade hídrica para $6,36 \text{ ls}^{-1}$, (80% de $7,95 \text{ ls}^{-1}$), em um volume mensal de $549.504 \text{ l dia}^{-1}$, portanto, 54,95% das águas tratadas na seção.

No controle mensal, poder-se-ia demonstrar e justificar o aumento das vazões em tempo úmido (setembro a março), com precipitações médias superiores a 50 mm, conforme Figura 13, como é o caso do monitoramento de março, o qual teve uma vazão média de $17,17 \text{ ls}^{-1}$. Com esse valor, e considerando 80% da vazão média, teríamos $13,74 \text{ ls}^{-1}$, o que forneceria um volume de $1.187.136 \text{ l dia}^{-1}$, ou seja 18,71% superior as necessidades atuais do Campus.

4.6 Resultados das vazões calculadas

Tabela 22 - Resultados das vazões e os métodos aplicados

Item	Método	Vazão (ls ⁻¹)	Observações Vazões
1	Vazão no vertedor (5 meses)	7,95	Média “in loco”
2	Vazão pela ANA 70% Q ₉₅	7,00	Estimativa
3	Vazão pelo DAEE – 50% Q _{7,10}	3,00	Estimativa
4	Vazão pelo DAEE 80% - Q _{7,10}	4,80	Estimativa
5	Regionalização hidrológica Q _{7,10}	6,00	Estimativa

Os resultado na Tabela 22 são relativos à vazão aferida em cada método, ou seja:

O método do vertedor apresenta uma vazão instantânea e nos cinco meses de avaliações apresenta um valor, em tempo de estiagem, de 7,95 ls⁻¹. Pode-se concluir que a vazão nos meses úmidos serão mais elevadas e fornecerão uma maior disponibilidade hidrológica devido ao seu monitoramento serem reais.

O método de avaliação da ANA, obtido por meio da utilização do sistema de regionalização hidrológica, com referencia de 95%, com os valores da Tabela 19, a microbacia consegue fornecer a vazão de 7,00 ls⁻¹ e permanecendo com a estabilidade hídrica.

O método de vazão pelo DAEE, a qual a bacia está sobre legislação, obtido por meio da utilização o sistema de regionalização hidrológica e leva em consideração a disponibilidade de toda a bacia, que já é critica, com um tempo de retorno de 10 anos e a utilização de 50% da vazão mínima anual (Q_{7,10}). Fornecendo uma metodologia com avaliações mensais e utilizando o método de 80% do Q_{7,10} da bacia, existe a possibilidade de uma captação que atenda as necessidades de abastecimento do Campus.

O método da regionalização hidrológica, que leva em consideração a precipitação média de longo período, a área da bacia, a longitude e latitude, fornecendo o valor de vazão plurianual média de longo termo da disponibilidade hídrica, a vazão para “P % de permanência a vazão mínima anual e o $Q_{7,10}$, os quais são utilizados para a avaliação desse projeto.

Na Tabela 23 se obtém os volumes em comparação às condições de viabilidade hídricas, em análise da $Q_{7,10}$ e suas possíveis demonstrações técnicas de uso para abastecimento público.

Tabela 23 – Capacidade hídrica comparada com o método de avaliação da $Q_{7,10}$

Item	Vazão DAEE $l s^{-1}$	Vazão DAEE $l dia^{-1}$
1	3,0	259.200
2	4,8	414.729
3	6,36	549.504

Nota: O item 1 – corresponde a vazão de 50% da $Q_{7,10}$;
 O item 2 – corresponde a vazão de 80% da $Q_{7,10}$;
 O item 3 – corresponde a vazão de 80% do vertedor triangular;

4.7 Cálculo da vazão máxima pelo método de I – PA I – WU

Utilizando e aplicando o método de I - PAI – WU, para vazões de máximas, encontram-se os valores da Tabela 24 para a microbacia do córrego Monte Olimpo.

Tabela 24 - Valores da microbacia do córrego Monte Olimpo pelo método I – PAI WU

Características Físicas da bacia	Unidade	Monte Olimpo
Área (A)	Km ²	2,47
Comprimento da Bacia - (L)	Km	2,62
Largura média da Bacia - (L)	Km	0,858
Comprimento do Talvegue - (L)	Km	1,62
Declividade do talvegue - (L)	%	5,05
Declividade média da bacia - (%)	%	3,89
Fator de Forma - (F)	-	1,367
Tempo de concentração - (tc)	minutos	43,66
Declividade equivalente bacia	m.m ⁻¹	0,0133
Coeficiente de forma C1	-	1,1827
Coeficiente volumétrico de escoamento C2	-	0,8396
Coeficiente de distribuição da chuva - (K)	-	0,6339
Intensidade da chuva (i) p/ T = 10 anos	mm.h ⁻¹	67,55
Volume total do Hidrograma da chuva - (V)	m ³	54.000,07
Vazão de cheia - (Q)	m ³ .s ⁻¹	9,06
Vazão estimada de base - (Qb)	m ³ .s ⁻¹	0,91
Vazão máxima - (Qm)	m³.s⁻¹	9,97

Fonte: Manual de vazões, máximas, médias e mínimas do DAEE- (em 1994).

O método teórico de I – PAI - WU leva em considerações as características da bacia, uma porcentagem para a drenagem subterrânea e a sua precipitação intensa, apresentando a vazão máxima com que a bacia poderia contribuir.

4.8 Coletas de dados do microbacia do córrego Monte Olimpo

As Tabelas de 25 a 28 apresentam os índices de qualidade da água das Lagoas do Aeroporto, de Captação e do rio Piracicaba, onde se observa as divergências com os índices da portaria 357 do CONAMA. Através desses índices é possível efetuar a comparação e elaborar um plano de atuação na conservação hidrológica, uma vez que sobre a microbacia do córrego Monte Olimpo existe a possibilidade de controle, visto que ela está somente em território do Campus.

Tabela 25 - Águas superficiais coletadas em março e em junho de 2007

Parâmetros	Unidade	CONAMA 357	Lagoa I Aeroporto		Lagoa II Captação		Montante Rio Piracicaba	
			27/03/07	19/06/07	27/03/07	19/06/07	27/03/07	19/06/07
Coletas	data		27/03/07	19/06/07	27/03/07	19/06/07	27/03/07	19/06/07
Cianobactérias	org.ml ⁻¹	50.000	Ausente		Ausente		Ausente	
Cor Verdadeira	mgPt.L ⁻¹	75,00	108	56	58	39	57	31
Cromo total	mg.L ⁻¹	0,05	< 0,05	< 0,005	< 0,05	< 0,005	<0,05	< 0,005
DBO	mg.L ⁻¹	5,00	< 2,00	9	< 2,00	< 2,00	< 2,00	< 2,00
DQO	mg/L		41		6		7	
Escherichia Coli	NMP.100 ⁻¹ ml	1.000	11	3	86	50	200	720
Fenóis	mg.L ⁻¹	0,003	0,27	< 0,001	0,13	0,005	0,13	< 0,001
Ferro Solúvel	mg.L ⁻¹	0,3	0,19	0,18	0,64	0,20	0,56	0,17
Manganês Total	mg.L ⁻¹	0,1	0,06	0,042	0,64	0,42	0,11	0,1
Níquel Total	mg.L ⁻¹	0,025	< 0,05	< 0,005	< 0,05	< 0,005	< 0,05	< 0,005
Óleo e Graxas	mg.L ⁻¹	V. Ausentes	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Oxigênio Dissolvido	mg.L ⁻¹	> 5	8,9	6,2	1	2,9	2	2,3
pH		6,0 a 9,0	7,28	6,79	6,36	6,62	6,88	6,79
Turbidez	NTU	100	40	82	30	23	14	10

Fonte: Campus da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”(ESALQ/PCLQ).

Tabela 26 - Águas superficiais coletadas em junho de 2007

PADRÕES ÁGUAS SUPERFICIAIS - CONAMA 357 – em 19/06/07					
PARÂMETROS VALOR MÁXIMO	UNIDADE	VMP CLASSE1	VALORES DA LAGOA I Aeroporto	VALORES DA LAGOA II Captação	VALORES DO RIO PIRACICABA
Clorofila a	mg.m ⁻³	30	ND	0,4	ND
Coliformes Termotolerantes	NMP.100 ⁻¹ ml	1000	3	50	720
Turbidez	UTN	100	82	23	10
Surfactantes	mg.L ⁻¹ LAS	0,5	< 0,05	0,09	0,1
Óleos e Graxas	mg.L ⁻¹	Virtualmente Ausente	< 10	< 10	< 10
DBO	mg.L O ₂ ⁻¹	5	9	< 2,0	< 2,0
Cor Verdadeira	mg Pt.L ⁻¹	75	56	39	31
Materiais Flutuantes		Virtualmente Ausente	Ausente	Presente	Ausente
Odor		Virtualmente Ausente	Inodora	Inodora	Inodora
pH		6,0 a 9,0	6,79	6,62	6,79
O ₂ dissolvido	mg.L ⁻¹	5	6,2	2,9	2,3
Sólidos dissolvidos totais	mg.L ⁻¹	500	20	22	160

Fonte: Campus da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”(ESALQ/PCLQ)

Na Tabela 26, as divergências na concentração de coliformes termotolerantes, o pH e os sólidos dissolvidos totais, do rio Piracicaba para a lagoa de captação é mais acentuada, embora esteja dentro dos padrões aceitáveis pela ANVISA, compromete a qualidade da água. Os materiais flutuantes presentes na lagoa de captação são relativos à algas que se proliferam desde o período de seca de 2003.

Tabela 27 - Parâmetros inorgânicos – coletados em junho 2007

PARÂMETROS INORGÂNICOS CONAMA 357 - em 19/06/07					
PARÂMETROS VALOR MÁXIMO	UNIDADE	VMP CONAMA 357	VALORES LAGOA I Aeroporto	VALORES LAGOA II Captação	VALORES DO RIO PIRACICABA CAPTAÇÃO
Alumínio dissolvido 0,1 mg/L Al	mg/l AL	0,1	0,16	0,1	<0,1
Bário total 0,7 mg/L Ba	mg/L Ba	0,7	0,016	0,044	0,05
Berílio total 0,04 mg/L Be	mg/L Be	0,04	<0,01	<0,01	<0,01
Boro total 0,5 mg/L B	mg/L B	0,5			<0,5
Cádmio total 0,001 mg/L Cd	mg/L Cd	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Chumbo total 0,01mg/L Pb	mg/L Pb	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Cianeto livre 0,005 mg/L CN	mg/L CN	0,005	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Cloreto total 250 mg/L Cl	mg/L CL	250	5,5	6	30
Cloro residual total (combinado + livre) 0,01 mg/L Cl	mg/L CL	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Cobalto total 0,05 mg/L Co	mg/L Co	0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Cobre dissolvido 0,009 mg/L Cu	mg/L Cu	0,009	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cromo total 0,05 mg/L Cr	mg/L Cr	0,05	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Ferro dissolvido 0,3 mg/L Fe	mg/L Fe	0,3	0,18	0,2	0,17
Fluoreto total 1,4 mg/L F	mg/L F	1,4	0,14	0,26	0,27
Fósforo total mg/L P	mg/L P	0,030	0,06	< 0,025	0,05
Manganês total 0,1 mg/L Mn	mg/L Mn	0,1	0,042	0,42	0,1
Mercúrio total 0,0002 mg/L Hg	mg/L Hg	0,0002			< 0,0002
Níquel total 0,025 mg/L Ni	mg/L Ni	0,025	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Nitrato 10,0 mg/L N	mg/L N	10,0	< 0,10	< 0,10	0,20
Nitrito 1,0 mg/L N	mg/L N	1,0	< 0,01	< 0,01	0,12
Nitrogênio amoniacal total 3,7mg/L N, para pH ≤ 7,5	mg/L N	3,7	2,9	< 0,07	2,6
Prata total 0,01 mg/L Ag	mg/L Ag	0,01	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Sulfato total 250 mg/L SO4	mg/L SO4	250	< 5	< 1	
Sulfeto(H2S não dissociado) 0,002 mg/L S	mg/L S	0,002	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Urânio total 0,02 mg/L U	mg/L U	0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Vanádio total 0,1 mg/L V	mg/L V	0,1	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Zinco total 0,18 mg/L Zn	mg/L Zn	0,18	0,006	0,024	0,032

Fonte: Campus da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”(ESALQ/PCLQ em 2007)

Na Tabela 27, os parâmetros inorgânicos na Lagoa de Captação, a favor da qualidade d'água, estão nos índices de cloreto total, fósforo total, nitrato, nitrito, nitrogênio total e zinco total.

Tabela 28 - Parâmetros orgânicos – CONAMA 357

PARÂMETROS ORGÂNICOS CONAMA 357 - em 19/06/07					
PARÂMETROS VALOR MÁXIMO	UNIDADE	VMP CONAMA 357	VALORES LAGOA I Aeroporto	VALORES LAGOA II Captação	VALORES DO RIO PIRACICABA CAPTAÇÃO
Benzeno	µg/L	5	< 2,00	< 2,00	< 2,00
1,2-Dicloroetano	µg/L	10	< 2,00	< 2,00	< 2,00
1,1-Dicloroetano	µg/L	3	< 2,00	< 2,00	< 2,00
Diclorometano	µg/L	20	< 2,00	< 2,00	< 2,00
Estireno	µg/L	20	< 2,00	< 2,00	< 2,00
Etilbenzeno 90,0 µg/L	µg/L	90,0	< 2,00	< 2,00	< 2,00
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4 - aminoantipirina 0,003 mg/L C ₆ H ₅ OH)	mg/L C ₆ H ₅ OH	0,003	< 0,001	0,005	< 0,001
Tetracloroeto de carbono	µg/L	2	< 2,00	< 2,00	< 2,00
Tetracloroetano 0,01 mg/L	µg/L	10	< 2,00	< 2,00	< 2,00
Tolueno 2,0 µg/L	µg/L	2,0	< 2,00	< 2,00	< 2,00
Tributilestanho 0,063 µg/L TBT	µg/L	0,063	< 0,01		< 0,01
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4 TCB) 0,02 mg/L	µg/L	20	< 4,0	< 4,0	< 4,0
Tricloroetano	µg/L	30	< 2,00	< 2,00	< 2,00
Xileno 300 µg/L	µg/L	300	< 4,0	< 4,0	< 4,0

Fonte: Campus da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”(ESALQ/PCLQ em 2007)

Na Tabela 28 foram avaliados os parâmetros orgânicos, sendo que apresentam valores insatisfatórios para a Lagoa de Captação os índices de fenóis totais. Esses fenóis são passíveis de verificação da fonte e a utilização de estratégias para a sua eliminação ou minimização em níveis aceitáveis.

Na Tabela 29 observa-se em sedimentos encontrados, que o poder de sedimentação da Lagoa II (Captação) é superior ao da Lagoa I (Aeroporto – nascente), isso devido à somatória coletada ao longo do percurso do curso d'água. Portanto, para uma qualidade mais favorável à potabilidade da água se faz necessário um monitoramento desses elementos e execução de um plano de ação onde sejam indicados as fontes e os meios de sua redução ou eliminação.

Tabela 29 - Sedimentos encontrados nas lagoas II e I

(continua)

Parâmetros	Unidade	Lagoa II	Lagoa I	CONAMA 344 (*1)		SMA nº39 (*2)		
		Captação	Aeroporto	Água Doce		Referência	Alerta	Intervenção
		135427	135428	Nível 01	Nível 02			
Alumínio Total	mg/Kg	15.000,00	2.860,00	-	-	-	-	-
Arsênio Total	mg/Kg	<0,5	<0,5	5,9	1,7	3,5	15	50
Bário Total	mg/Kg	95,5	15	-	-	75	150	400
Cádmio Total	mg/Kg	0,61	<0,5	0,6	3,5	0,5	3	15
Chumbo Total	mg/Kg	17,4	4,81	3,5	91,3	17	100	350
Cianeto Livre	mg/Kg	<1,5	<1,5	-	-	-	-	-
Cloreto	mg/Kg	<50	<50	-	-	-	-	-
Cobalto Total	mg/Kg	6,14	1,56	-	-	13	25	80
Cobre Total	mg/Kg	3,9	1	35,7	197	35	60	500
Cromo Total	mg/Kg	15,9	9,4	37,3	90	40	75	700
Detergentes	mg/Kg	<2,0	<2,0	-	-	-	-	-
Fenóis	mg/Kg	<2,0	<2,0	-	-	0,3	-	10
Ferro Total	mg/Kg	2.380	3.180	-	-	-	-	-
Fluoreto	mg/Kg	3	3,6	-	-	-	-	-
Fósforo Total	mg/Kg	285	<2,5	2.000	-	-	-	-
Lítio Total	µg/Kg	7,1	1,7	-	-	-	-	-
Manganês Total	mg/Kg	135	101	-	-	-	-	-
Mercurio Total	mg/Kg	0,08	<0,05	0,17	0,486	0,05	0,5	5
Nitrogênio Amoniacal	mg/Kg	113	28	-	-	-	-	-
Níquel Total	mg/Kg	8,67	2,89	18	35,9	13	30	200
Nitrogênio Nitrato	mg/Kg	<5,0	<5,0	-	-	-	-	-
Nitrogênio Nitrito	mg/Kg	<0,5	<0,5	-	-	-	-	-
Prata Total	mg/Kg	2,36	1,72	-	-	0,25	2	50
Selênio Total	mg/Kg	<0,5	<0,5	-	-	0,25	5	-
Sulfato	µg/Kg	<50	<50	-	-	-	-	-

Tabela 29 - Sedimentos encontrados nas lagoas II e I

(continuação)

Parâmetros	Unidade	Lagoa II	Lagoa I	CONAMA 344 (*1)		SMA nº39		
		Captação	Aeroporto	Água Doce		Referência	Alerta	Intervenção
		135427	135428	Nível 01	Nível 02			
Urânio	mg/Kg	(*)	(*)	-	-	-	-	-
Vanádio Total	mg/Kg	250	123	-	-	275	-	-
Zinco Total	mg/Kg	52,2	4,38	123	315	60	300	1000
1,1-Dicloroetano	µg/Kg	<8,3	<5,6	-	-	-	-	-
1,2-Dicloroetano	µg/Kg	<3,3	<2,3	-	-	500	-	1.000
2,4 D	µg/Kg	<50	<50	-	-	-	-	-
2,4,5 T	µg/Kg	<50	<50	-	-	-	-	-
2,4,5 TP	µg/Kg	<50	<50	-	-	-	-	-
2,4,6-Triclorofenol	µg/Kg	<50	<50	-	-	200	-	5.000
2,4-Diclorofenol	µg/Kg	<50	<50	-	-	-	-	-
2-Clorofenol(o)	µg/Kg	<50	<50	-	-	-	-	-
Acrilamida	µg/Kg	<50	<50	-	-	-	-	-
Alacloro	µg/Kg	<5	<5	-	-	-	-	-
Aldrin	µg/Kg	<5	<5	-	-	1,25	-	1.000
Dieldrin	µg/Kg	<5	<5	2,85	6,67	-	-	-
Atrazina	µg/Kg	<10	<10	-	-	-	-	-
Benzeno	µg/Kg	<3,3	<2,3	-	-	250	-	1.500
Benzidina	µg/Kg	<50	<50	-	-	-	-	-
Benzo(a)antraceno	µg/Kg	<10	<10	31,7	385	-	-	-
Benzo(a)pireno	µg/Kg	<10	<10	31,9	782	-	-	-
Benzo[b]fluoranteno	µg/Kg	10	<10	-	-	-	-	-
Benzo[k]fluorantheno	µg/Kg	<10	<10	-	-	-	-	-
Bifenilas Policloradas - PCB's	µg/Kg	<1	<1	34,1	277	-	-	-
Carbaril	µg/Kg	<5	<5	-	-	-	-	-
Clordano	µg/Kg	<5	<5	-	-	-	-	-
Criseno	µg/Kg	20	<10	57,1	862	-	-	-
DDT (Isômeros)	µg/Kg	<5	<5	1,19	4,77	2,5	-	1.000
Demeton	µg/Kg	<5	<5	-	-	-	-	-
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/Kg	<10	<10	622	135	-	-	-
Diclorometano	µg/Kg	<3,3	3	-	-	-	-	-
Dodecacloro Pentaciclodecano	µg/Kg	<5	<5	-	-	-	-	-
Endossulfan	µg/Kg	<5	<50	-	-	-	-	-
Endrin	µg/Kg	<5	<5	2,67	62,4	375	-	1.000
Estireno	µg/Kg	<3,3	<2,3	-	-	50	-	35.000
Etilbenzeno	µg/Kg	<3,3	<2,3	-	-	-	-	-
Glifosato	µg/Kg	<10	<10	-	-	-	-	-
Gution	µg/Kg	<5	<5	-	-	-	-	-
Heptacloro	µg/Kg	<5	<5	-	-	-	-	-
Heptacloro-Epoxi	µg/Kg	<5	<5	-	-	-	-	-
Hexaclorobenzeno	µg/Kg	<5	<5	-	-	0,5	-	1.000

Tabela 29 - Sedimentos encontrados nas lagoas II e I

(conclusão)

Parâmetros	Unidade	Lagoa II	Lagoa I	CONAMA 344 (*1)		SMA nº39		
		Captação	Aeroporto	Água Doce		Referência	Alerta	Intervenção
		135427	135428	Nível 01	Nível 02			
Indeno(1,2,3-c,d)pireno	µg/Kg	<10	<10	-	-	-	-	-
Lindano	µg/Kg	<5	<5	0,94	1,38	1,25	-	1.000
Malathion	µg/Kg	<5	<5	-	-	-	-	-
Metolacoloro	µg/Kg	<10	<10	-	-	-	-	-
Metoxicloro	µg/Kg	<5	<5	-	-	-	-	-
Paration	µg/Kg	<5	<5	-	-	-	-	-
Pentaclorofenol	µg/Kg	<50	<50	-	-	-	-	-
Simazina	µg/Kg	<10	<10	-	-	-	-	-
Sulfeto de Hidrogênio	µg/Kg	<5,0	<5,0	-	-	-	-	-
Tetracloroeto de Carbono	µg/Kg	<3,3	<2,3	-	-	-	-	-
Tetracloroeteno	µg/Kg	<3,3	<2,3	-	-	100	-	1.000
Tolueno	µg/Kg	<3,3	4,6	-	-	250	-	40.000
Toxafeno	µg/Kg	<5	<5	-	-	-	-	-
Tributilestanho	µg/Kg	<5	<5	-	-	-	-	-
Triclorobenzeno	µg/Kg	<6,6	8,9	-	-	-	-	-
Tricloroeteno	µg/Kg	<3,3	<2,3	-	-	100	-	1.000
Trifluralina	µg/Kg	<5	<5	-	-	-	-	-
Xilenos	µg/Kg	<6,6	<4,5	-	-	250	-	6.000

Fonte: Universidade de São Paulo - Prefeitura do Campus "LUIZ DE QUEIROZ"

Nota:

(*1) = Resolução CONAMA nº 344, 25 de março de 2004 – Material dragado para disposição em águas;

(*2) = Resolução SMA nº 39 de 21 de julho de 2004 - Material dragado para disposição em solos.

4.9 Análise da qualidade da água

4.9.1 Análise bacteriológica de águas dos mananciais

a) Amostra: Água da Lagoa de Captação da ESALQ/USP

I – Número mais Prováveis de Coliformes Termotolerantes/45°C

06/03/07 – $4,0 \times 10^2$ NMP/100ml

19/03/07 – $7,0 \times 10^2$ NMP/100ml

09/04/07 – $3,3 \times 10^2$ NMP/100ml

23/04/07 – $3,3 \times 10^2$ NMP/100ml

Média = 738,33 NMP/100ml

14/05/07 – $1,3 \times 10^3$ NMP/100ml

22/05/07 – $1,7 \times 10^3$ NMP/100ml

II – Número mais Prováveis de Coliformes Totais

06/03/07 – $2,2 \times 10^2$ NMP/100ml

19/03/07 – $7,0 \times 10^2$ NMP/100ml

09/04/07 – $3,3 \times 10^2$ NMP/100ml

23/04/07 – $1,7 \times 10^2$ NMP/100ml Média = 2.336,67 NMP/100ml

14/05/07 – $3,4 \times 10^3$ NMP/100ml

22/05/07 – $9,2 \times 10^3$ NMP/100ml

III – Contagem Total de Bactérias Heterotróficas

06/03/07 – $8,2 \times 10^3$ NMP/100ml

19/03/07 – $2,7 \times 10^3$ NMP/100ml

09/04/07 – $3,8 \times 10^3$ NMP/100ml

23/04/07 – $1,3 \times 10^3$ NMP/100ml Média = 4.450,00 NMP/100ml

14/05/07 – $1,2 \times 10^3$ NMP/100ml

22/05/07 – $9,5 \times 10^3$ NMP/100ml

As amostras analisadas não atendem aos padrões microbiológicos para Potabilidade (água para consumo humano) da Portaria nº. 518 de 25/03/04 do Ministério da Saúde. Tal Portaria estipula como padrões para Potabilidade Humana:

Água para Consumo Humano: Escherichia coli ou Coliformes Termotolerantes: ausência em 100 ml. A referida Portaria nº 518 (artigo 11) cita também em 2 parágrafos o seguinte:

Parágrafo 7º, da Portaria nº. 518 de 25/03/04, estabelece, em 20% das amostras mensais para análise de coliformes totais nos sistemas de distribuição, deve ser efetuada a contagem de bactérias heterotróficas e, uma vez excedidas 500 unidades formadoras de colônias (UFC) por 100 ml, devem ser providenciadas imediata coleta, inspeção local e, se constatada irregularidade, outras providências cabíveis.

Parágrafo 9º, da Portaria nº 518 de 25/03/04, estabelece, em amostras individuais procedentes de poços, fontes, nascentes e outras formas de abastecimento sem distribuição canalizada, tolera-se a presença de coliformes totais, na ausência de E. coli e, ou, coliformes termotolerantes, nesta situação devendo ser investigada a origem da ocorrência, tomadas providências imediatas de caráter corretivo e preventivo e realizada nova análise de coliformes.

De acordo com a Resolução CONAMA nº. 357 de 2005, as amostras analisadas não atendem aos padrões microbiológicos para a classe 2:

Águas doces enquadradas na classe 2, podem ser destinadas:

- Ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- À proteção das comunidades aquáticas;
- À recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho;
- À irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto;
- À aquicultura e à atividade de pesca.

Os padrões microbiológicos para águas dessa categoria estipulam:

E. coli ou coliformes termotolerantes não devem exceder um limite de 1000/100 ml em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de 1 ano, com frequência bimestral.

b) Amostra de Água do Rio Piracicaba (próximo ao local de Captação)

I – Coliformes Totais

14/05/07 – $5,40 \times 10^3$ NMP/100ml

22/05/07 – $16,0 \times 10^3$ NMP/100ml

Média = 10.700 NMP/100ml

II – Coliformes Termotolerantes

14/05/07 – $3,50 \times 10^3$ NMP/100ml

22/05/07 – $16,0 \times 10^3$ NMP/100ml Média = 9750 NMP/ml

III – Contagem Total de Bactérias Heterotróficas

14/05/07 – $39,0 \times 10^3$ UFC/100ml

22/05/07 – $57,0 \times 10^3$ UFC/100ml Média = 48.000 NMP/ml

As amostras de água do Rio Piracicaba analisadas, não atendem aos padrões microbiológicos para potabilidade humana da portaria nº. 518 de 25/03/04, do Ministério da Saúde.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 357 de 2005, as amostras de água do rio Piracicaba analisadas, se enquadram parcialmente na classe 3 de águas doces. Não atendem ao uso de recreação de contato secundário, cujo padrão microbiológico é de no máximo 2500 coliformes termotolerantes/100ml e também não atendem à dessedentação de animais criados confinados, onde não deve ser ultrapassado o limite de 1000 coliformes termotolerantes/100mL.

Para os demais usos citados para a classe 3, a amostra do dia 14/05/07, atende aos padrões microbiológicos que estipulam não ultrapassar 4000 coliformes termotolerantes/100mL.

Já a amostra do dia 22/05/07, não atende aos padrões microbiológicos para a classe 3, devendo ser enquadrada na classe 4 de águas doces, para a qual não há menção de padrões microbiológicas, ou seja, a água doce da classe 3, segundo o CONAMA nº 357/2005, se destina à:

- Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; pesca amadora; recreação de contato secundário; dessedentação de animais;

A água doce da classe 4, segundo o CONAMA nº. 357/2005, se destina á:

- Navegação; harmonia paisagística;

Comparando-se as análises de qualidade da água apresentadas das amostras da Lagoa de Captação e do Rio Piracicaba observa-se que a água da Lagoa de

Captação apresentam valores de Coliformes Totais, Bactérias Termotolerantes/45°C, Bactérias Heterotróficas mais satisfatórios.

Análises foram realizadas no Laboratório de Microbiologia de Alimentos do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição – ESALQ/USP.

4.10 Custo para o tratamento de água

Na Tabela 30, encontram-se os dados colhidos na Seção de Águas e Esgoto da PCLQ, onde foram considerados a mão-de-obra, energia, produtos químicos e a manutenção para o tratamento de água para abastecimento público dos últimos meses.

Tabela 30 - Custo do tratamento de água pela PCLQ

Custos do tratamento de água na PCLQ		
Referência com mão de obra, produtos químicos e manutenção.	Custos Mensais Obtidos	Custos Anuais estimativos
Janeiro	45.885,92	448.575,09
Fevereiro	42.611,60	436.620,80
Março	42.445,96	482.648,65
Abril	61.247,12	489.021,36
Mai	33.176,29	398.115,63
Junho	32.895,05	394.740,62
Julho	34.238,24	410.858,90
MÉDIA	41.785,74	437.225,86

Fonte: Seção Águas e Esgoto da PCLQ (em 2007)

O volume médio de água tratada é de 1,0 milhão de litros/dia⁻¹ portanto se o Campus “ Luiz de Queiroz” não tivesse condições de tratar a água consumida, os custos seriam maior que 6 vezes, conforme Tabela 31.

Tabela 31 - Cálculo do custo de água tratada pelo SEMAE para órgão público

Cálculo do Custo de Água Tratada pelo SEMAE para órgão público				
Consumo de água (m³)	Categoria II (R\$)	Volume acumulado (m³)	Volume Parcial (m³)	Custo do item
0 a 10	14,14	10,00	10,00	14,14
11 a 15	1,35	15,00	5,00	6,75
16 a 20	2,09	20,00	5,00	10,45
21 a 25	3,47	25,00	5,00	17,35
26 a 30	3,70	30,00	5,00	18,50
31 a 40	3,90	40,00	10,00	39,00
41 a 50	3,98	50,00	10,00	39,80
51 a 80	4,36	80,00	30,00	130,80
acima de 80	4,53	1000,00	920,00	4.167,60
Total para consumo de 1.000 m³ de água				4.444,39
Tarifa conforme Decreto Municipal nº. 11.506/2006 - 100% para o sistema de coleta de esgoto				4.444,39
Total Geral diário (se tarifado)				8.888,78
Total Geral Mensal (se tarifado)				266.663,40

Tabela 32 - Economia devido ao tratamento realizado pela PCLQ

Economia devido ao tratamento próprio			
Período	Gastos USP (R\$)	Tarifa – SEMAE (R\$)	Diferença (R\$)
Mensal	41.785,74	266.663,40	224.877,66
Anual	437.225,86	3.199.960,80	2.762.734,94

Portanto, fica evidente a importância do serviço de tratamento e distribuição de água da PCLQ, conforme Tabela 32. Investir neste setor implica economizar o item de utilidade públicas da USP.

4.11 Assoreamento

O levantamento batimétrico, em 2001, apresenta um assoreamento com um volume de 99.082,30 m³, conforme Tabela 33, correspondendo a um volume de 33,0% da capacidade de armazenamento da Lagoa de Captação.

O levantamento de alguns pontos mais recentes apresentou um adicional de 25,0% do assoreamento existente em 2001, esse valor eleva o percentual de desassoreamento para 58,0%, ou seja 123.852,88m³.

Este desassoreamento aliado às práticas conservacionistas, tais como recomposição da mata ciliar, conservação do solo, reserva legal, plantio direto, bem como diminuição do carreamento de material sólido proveniente da erosão, como também dos insumos utilizados nas práticas agrícolas das culturas cultivadas nas encostas e podem permitir maior reservação de água para os meses de estiagem.

Foi elaborado em 2005 uma estimativa de preços para o desassoreamento da lagoa de captação, através de vistorias de empresas especializadas, e o valor para a sua execução seria de aproximadamente R\$ 1.500.000,00, (um milhão e quinhentos mil reais), sem incluir os gastos com a aprovação do projeto executivos e das diretivas de estocagem.

Tabela 33 – Volume de assoreamento da lagoa de captação

Seção m2	faixa (m)	Volume (m3)	Seção m2	faixa (m)	Volume (m3)	Seção m2	faixa (m)	Volume (m3)
28,13	5	140,65	20,48	10	204,8	35,95	10	359,5
33,56	10	335,6	63,14	10	631,4	88,87	10	888,7
80,18	10	801,8	86,82	10	868,2	76,49	10	764,9
76,1	10	761,0	74,34	10	743,4	68,92	10	689,2
231,3	10	2313,0	235,8	10	2358	235,26	10	2352,6
235,41	10	2354,1	244,68	10	2446,8	168,19	10	1681,9
167,07	10	1670,7	148,18	10	1481,8	197,99	10	1979,9
197,99	10	1979,9	136,72	10	1367,2	308,87	10	3088,7
292,19	10	2921,9	162,07	10	1620,7	82,63	10	826,3
175,88	10	1758,8	175,1	10	1751	162,95	10	1629,5
140,62	10	1406,2	143,81	10	1438,1	151,3	10	1513
149,89	10	1498,9	113,38	10	1133,8	55,62	10	556,2
340,07	10	3400,7	347,23	10	3472,3	336,81	10	3368,1
317,58	10	3175,8	239,42	10	2394,2	126,82	10	1268,2
126,82	10	1268,2	200,78	10	2007,8	150,89	10	1508,9
125,18	10	1251,8	71,19	10	711,9	343,51	10	3435,1
290,3	10	2903	266,95	10	2669,5	227,5	10	2275
136,42	10	1364,2	148,11	10	1481,1	168,91	10	1689,1
204,78	10	2047,8	181,22	10	1812,2	177,95	10	1779,5
117,69	10	1176,9	82,33	10	823,3	65,5	10	655
165,07	5	825,35						
		35.356,30			31.417,50			32.309,30
								99.082,30

Fonte: Universidade de São Paulo (em 2001)

4.12 Matas Ciliares

A mata ciliar ao redor da Lagoa do Aeroporto é composta de árvores de pinus com uma faixa de aproximadamente 30 metros; é necessário uma faixa de 50 metros segundo o código Florestal uma vez que nela encontram-se as nascentes presentes.

O córrego da Lagoa do Aeroporto até a sua foz encontra-se com vegetações rasteiras e com locais de pastagens sem uma conservação adequada e deveria ter uma faixa de mata ciliar de 30 metros de cada lado.

Na Lagoa de Captação deveria em todo o seu entorno uma faixa de no mínimo de 30 metros de extensão. Próximo ao rio Piracicaba a faixa é de 100 metros, portanto, no encontro da Lagoa com o canal existem somente vegetação rasteiras o que não atende à legislação e propícia o carreamento de produtos minerais colaborando para o seu assoreamento.

Na margem do rio Piracicaba com a Lagoa existe uma faixa de aproximadamente 25 metros de Mata Nativa a qual deveria ser de 100 metros por influência do rio Piracicaba. Os outros lados da Lagoa de Captação possuem vegetação rasteiras locais de pastagens, não atendendo à legislação, mas estão sendo reflorestados conforme projeto de adequação ambiental iniciada em 2003 e com a colaboração da ONG “Mata Atlântica”.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que a potenciabilidade hídrica conforme exigência do DAEE, ou seja uma vazão de 50% da $Q_{7,10}$, correspondente a uma vazão de $3,0 \text{ ls}^{-1}$, ou seja, 25,92% da demanda atual do campus, podendo chegar a 80% do $Q_{7,10}$, fornecendo uma vazão de $4,8 \text{ ls}^{-1}$, ou seja, 41,47% da demanda atual do campus.

Entretanto, destaca-se que a precipitação no ano de 2007 foi inferior a média dos últimos anos, de maneira que parte do déficit hídrico poderia ser compensado com o desassoreamento da Lagoa de Captação, aumentando a sua capacidade de reservação. Aliado a este fato, o reestabelecimento das matas ciliares, juntamente com as práticas de conservação do solo, diminuiriam sensivelmente a erosão do solo e aumentaria a infiltração da água no solo.

Um melhor monitoramento da vazão do córrego, poderá demonstrar um maior potencial de utilização de água, principalmente nos meses de outubro a março, quando foi observada vazão superior a de $6,0 \text{ ls}^{-1}$.

Observa-se que a vazão instantânea medida no mês de março foi de $17,1 \text{ ls}^{-1}$, o que corresponde a 148% da $Q_{7,10}$ diária necessária, vazão que atende a necessidade do Campus.

Analisando-se a qualidade da água, de acordo com as portarias 357 do CONAMA e 518 da ANVISA, observa-se índices melhores na Lagoa de Captação do que no rio Piracicaba, principalmente de materiais pesados.

O custo de tratamento da água da Lagoa de Captação é bem menor, no mínimo de 20%, do que o tratamento da água do rio Piracicaba.

A ausência de praticas de conservação do solo na micro bacia hidrográfica do córrego Monte Olimpo, aliadas a intensa atividade pecuária com pastagens e criação de bovinos, tem favorecido o processo de erosão do solo, bem como o carreamento de fertilizantes e materiais orgânico para a Lagoa de Captação. Estas atividades devem ser modificadas, através de um programa institucional que envolva conscientização ambiental, implantando-se práticas conservacionistas que resultem em melhorias quantitativas e qualitativas da água armazenada na Lagoa.

A seca de 2003 provocou uma redução drástica do volume de água armazenada na Lagoa de Captação, que foi infestada por plantas aquáticas. A limpeza desta Lagoa passa a ser uma questão estratégica, para que se possa armazenar água com boa qualidade para o abastecimento do Campus. Destaca-se ainda que na região de Piracicaba encontra-se o aquífero Tubarão, que armazena água com baixa qualidade e quantidade.

Um controle qualitativo e quantitativo do uso da água no Campus, que hoje é inexistente, seria o primeiro passo para difundir práticas conservacionistas, e o uso racional da água.

A microbacia hidrográfica do córrego Monte Olimpo, é uma área de grande importância estratégica para os usuários do Campus. Sendo portanto a sua futura recuperação uma demonstração do que tudo que se ensina nas atividades acadêmicas do Campus (ESALQ/CENA) pode ser aplicado no planejamento e gestão das Bacias Hidrográficas.

6 CONCLUSÃO

A avaliação das vazões medidas “in loco” na microbacia hidrográfica do córrego Monte Olimpo, de acordo com as exigências do DAEE, permite concluir que as potencialidades hidrológicas desta bacia não são suficientes para suprir as necessidades do Campus. Entretanto sua recuperação e preservação permitirão um suprimento parcial de água de boa qualidade.

A continuidade do monitoramento da vazão e da qualidade da água da microbacia hidrográfica do córrego Monte Olimpo, iniciado há três anos, permitirão uma maior confiabilidade do volume possível de ser retirado de acordo com as normas do DAEE.

A microbacia hidrográfica do córrego Monte Olimpo encontra-se altamente degradada, e a sua recuperação através de um programa institucional de educação ambiental de todos os usuários da microbacia, que resultem em ações de curto, médio e longo prazo é necessário, tendo em vista a importância desta microbacia para o Campus.

O controle dos desperdícios, manutenções e as substituições das tubulações existentes devem ser executados, uma vez que representam um alto índice de economia e proteção á dinâmica de preservação da microbacia do Monte Olimpo.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional da Água. **Água - Manual de Uso**. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/AguasDeMarco2007/programaseparceiros.htm>. Acesso em jun. 2007.

Agência Nacional de Águas. **Gestão das Águas**. Disponível em: <http://www.ana.gov.br>. Acesso em mar. 2007.

ASSOCIAÇÃO DOS ENGENHEIROS E ARQUITETOS DE PIRACICABA. Divisão de Meio Ambiente. **Campanha Ano 2000 – Redenção Ecológica da Bacia do Piracicaba**. Disponível em: <http://www.agua.org.br/Malucos/Malucos%20para%20Leitura.htm>. Acesso em: 10 out 2007.

BARRETO, A.N.; GAMA DA SILVA, A.A; BOLFE, E.L. **Irrigação e Drenagem na Empresa Agrícola – Impacto ambiental versus sustentabilidade**. Aracaju: Embrapa, 2006. p 471.

CAPRILES, Revista ECO 21. **Meio Século de Lutas: Uma Visão Histórica da Água**. Disponível em: <http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./agua/doce/index.html&conteudo=./agua/doce/artigos/historico.html> . Acesso em 30 mar 2008

CBH – PCJ – **Planos de Bacias 2000/2003**. A experiência do CBH-PCJ com a elaboração de Metas de Curto Prazo: V Relatório de Situação dos Recursos Hídrico das Bacias Hidrográficas dos Rios. Disponível em: www.rededasaguas.org.br/forum/moretti. Acesso em: 22 jul. 2007.

CETESB. **O problema da escassez de água no mundo**. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/gesta_escassez.asp. Acesso em 22 jul. 2008.

Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá – CBJ-PCJ. **Relatório Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá - Situação dos Recursos Hídricos 2002/2003**. Disponível em: http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/RS/RS-02-03_Relatorio-Sintese.pdf. Acesso em: 25 Jan. 2008.

Conselho Nacional de Recursos Hídricos. **Relatório de Atividades 2005 e 2006** Disponível em: <http://www.cnrh-srh.gov.br>. Acesso em: 12 fev. 2007.

DAEE – GOVERNO DE SÃO PAULO. **Manual de cálculo das vazões máximas, médias e mínimas nas bacias hidrográficas do Estado de São Paulo**. São Paulo: DAEE, 1994. p 62.

DAEE – **MAPAS – Disponibilidade Hídrica**. Disponível em <http://www.daee.sp.gov.br/cgi-bin/Carrega.exe?arq=/agualimpa/disponibilidade.htm>. Acesso em 14 ago. 2007.

DAEE - **RELATÓRIO DE SITUAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO – SÍNTESE**. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/basecon/r0estadual/sintese/capitulo02.htm>. Acesso em 12 ago. 2008.

Estação meteorológica da ESALQ/USP. Disponível em www.esalq.usp.br, 2007 – 2008. Acesso em : 20 mar. 2008.

Histórico do CBH-PCJ - **Comitês das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí**. Disponível em: www.comitepcj.sp.gov.br. Acesso em: 18 maio 2008.

Instituto Brasileiro Geográfico e Estatístico – IBGE – Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/> . Acesso em:14 jan. 2008.

LIMA, W.P.;ZAKIA, M.J.B. **As Florestas Plantadas e a Água – Implementando o conceito da microbacia hidrográfica como unidade de planejamento**. São Carlos: Rima, 2006. p 226.

LIMA,W.P.;ZAKIA, M.J.B. **Indicadores Hidrológicos em Áreas Florestais**. Disponível em: www.ipef.br. Acesso em: 18 abril 2007.

LIMA,W.P.;ZAKIA, M.J.B. **Monitoramento de Bacias Hidrográficas em Áreas Florestadas**. Disponível em: www.ipef.br. Acesso em: 25 jun. 2007.

Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acesso em: 10 mar. 2007.

O novo **Código Florestal**. Disponível em: www.ibamapr.hpg.ig.com.br/4771leiF.htm. Acesso em 28 maio 2008.

Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. **Síntese do Relatório Final - 2004 – 2007**. São Paulo: Suprema, 2004. p 47.

Plano Estadual de Recursos Hídricos 2004-2007 (SP). **Situação dos recursos hídricos das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí – UGRHI- 05**. Disponível em: <http://www.comitepcj.sp.gov.br/Paginas.php?CodPagina=521>. Acesso em 14 ago. 2007.

Projeto de Proteção Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do Sistema Aquífero Guarani. Disponível em: <http://www.sg-guarani.org>. Acesso em: 24 Nov. 2007.

Relatório de situação dos recursos Hídricos do Estado de São Paulo – DAEE – Disponível em: www.dae.sp.gov.br. Acesso em: 27 jan. 2008.

SALASSIER, B.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E.C. – **Manual de Irrigação**. 7 ed. Viçosa : UFV, 2005. cap.1,2,10 e 11.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. **Programa de Investimentos para proteção dos recursos hídricos das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí**. São Paulo: Coplasa, 1999. 76 p.

SIGRH - Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos de São Paulo - **Cálculo pela regionalização hidrológica do Estado de São Paulo** – Disponível em www.sigrh.sp.gov.br. Acesso em: 20 mar. 2008.

SILVA,N.da; NETO,R.C.; JUNQUEIRA,V.C.A.; SILVEIRA,N.F. de A. **Manual de métodos de análise microbiológica da água**. São Paulo: Livraria Varela, 2005. cap.3, p. 27-35.

SILVA,N.da; NETO,R.C.; JUNQUEIRA,V.C.A.; SILVEIRA,N.F. de A. **Manual de métodos de análise microbiológica da água**. São Paulo: Livraria Varela, 2005. cap.4 p. 55-58.

UGRHI 05 - PIRACICABA/CAPIVARI JUNDIAÍ - **Relatório de Situação dos Recursos Hídricos do Estado De São Paulo – Síntese – 2000**. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/basecon/r0estadual/sintese/sumario.htm>. Acesso em: 12 ago. 2007.

WWF-Brasil. **Água para a Vida**. Disponível em: http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/meio_ambiente_brasil/agua/agua_pub/index.cfm. Acesso em: 15 set. 2007.

Zampieron, S.L.M.; Vieira, J.L.A. **Poluição da água**. Disponível em: http://educar.sc.usp.br/biologia/textos/m_a_txt5.html#bacias. Acesso em: 15 dez. 2008.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)