

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
**ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS**

**CONFLITOS DE USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA NA BACIA HIDROGRAFICA DO  
PIRACICABA - SP**

Aluno: **Fábio Lucas Vieira Degrecci**  
Orientador: **Prof. Dr. Frederico Fábio Mauad**

Monografia Apresentada ao curso de  
Graduação em Engenharia Ambiental da  
Escola de Engenharia de São Carlos da  
Universidade de São Paulo como  
Trabalho de Conclusão de Curso

São Carlos , SP.

2009

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento  
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

D321c      Degrecci, Fábio Lucas Vieira  
                Conflitos de usos múltiplos da água na bacia hidrográfica do Piracicaba - SP / Fábio Lucas Vieira Degrecci ; orientador Frederico Fábio Mauad. -- São Carlos, 2009.

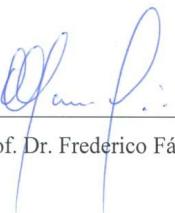
Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2009.

1. Recursos hídricos. 2. Usos múltiplos. 3. Simulação computacional. I. Título.

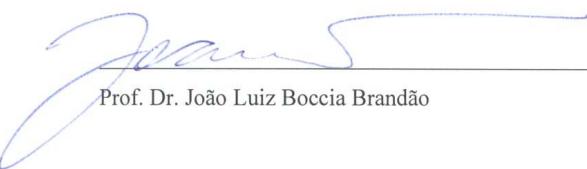
## **FOLHA DE APROVACÃO**

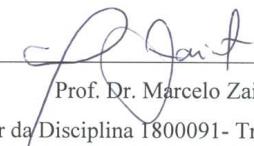
Candidato: Fábio Lucas Vieira Degrecci

Monografia defendida e aprovada em: 17 de novembro de 2009 pela Comissão Julgadora:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Frederico Fábio Mauad

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Luisa Fernanda Ribeiro Reis

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. João Luiz Boccia Brandão

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Marcelo Zaiat  
Coordenador da Disciplina 1800091 - Trabalho de Graduação

*"Não há caminho para a paz, a paz é o caminho."*

Mahatma Gandhi

## **AGRADECIMENTOS**

A todos os professores que me passaram conhecimento, aos meus colegas, que com quem compartilhei minhas alegrias, meus pais e irmãos que me nutriram de amor e paz e a Jesus pela luz.

## **RESUMO**

A água, por possuir múltiplos usos, como abastecimento urbano - industrial, irrigação, produção de energia elétrica e também preservação da vida aquática, é de fundamental importância para a vida.

Como consequência de um grande número de atividades obtém - se um conflito na utilização da água, gerando preocupações no planejamento dos recursos hídricos.

O objetivo desse estudo é analisar este conflito na bacia do rio Piracicaba no estado de São Paulo, buscando assim formas de racionalizar o volume de água a ser utilizado para cada atividade. Através deste planejamento, serão utilizadas simulações computacionais para diversos cenários, com o objetivo de integrar os conflitos gerados pelos diversos usos da água.

Palavras-chave: recursos hídricos; usos múltiplos; simulação computacional.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Exemplo de rede existente. Fonte: dhisoftware.com .....	03
<b>Figura 2</b> - Modelo de usos múltiplos dos recursos hídricos .....	04
<b>Figura 3</b> - Gerenciamento dos Recursos Hídricos na Bacia de Zambezi .....	07
<b>Figura 4</b> - Sub-bacias em estudo.....	11
<b>Figura 5</b> - Mapa geológico das bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí – trecho paulista, com base em IPT (1981a).....	16
<b>Figura 6</b> - Mapa geomorfológico das bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí - IPT (1981b). .....	18
<b>Figura 7</b> - Mapa pedológico das bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, OLIVEIRA et at.(1999).....	19
<b>Figura 8</b> - Distribuição das classes de uso/ocupação das terras nas bacias hidrográficas dos Rios PCJ – 2003.....	31
<b>Figura 9</b> - Distribuição das classes de uso/ocupação das terras na bacia hidrográfica do Rio Piracicaba – 2003.....	32
<b>Figura 10</b> - Distribuição das classes de uso/ocupação das terras na bacia hidrográfica do Rio Jaguari – 2003.....	32
<b>Figura 11</b> - Distribuição das classes de uso/ocupação das terras na bacia hidrográfica do Rio Atibaia – 2003.....	33
<b>Figura 12</b> - Distribuição das classes de uso/ocupação das terras na bacia hidrográfica do Rio Camanducaia – 2003.....	33
<b>Figura 13</b> - Distribuição das classes de uso/ocupação das terras na bacia hidrográfica do Rio Corumbataí – 2003.....	34
<b>Figura 14</b> - Distribuição das classes de uso/ocupação das terras na bacia hidrográfica do Rio Capivari – 2003.....	34

<b>Figura 15</b> - Distribuição das classes de uso/ocupação das terras na bacia hidrográfica do Rio Jundiaí – 2003.....	35
<b>Figura 16</b> - Precipitações médias mensais em mm (global).....	40
<b>Figura 17</b> - Precipitações médias mensais em mm da sub-bacia do Piracicaba.....	40
<b>Figura 18</b> - Precipitações médias mensais em mm da sub-bacia do Atibaia.....	41
<b>Figura 19</b> - Precipitações médias mensais em mm da sub-bacia do Camanducaia.....	41
<b>Figura 20</b> - Precipitações médias mensais em mm da sub-bacia do Jaguari.....	42
<b>Figura 21</b> - Precipitações médias mensais em mm da sub-bacia do Corumbataí.....	42
<b>Figura 22</b> - Precipitações médias mensais em mm da sub-bacia do Capivari.....	43
<b>Figura 23</b> - Precipitações médias mensais em mm da sub-bacia do Jundiaí.....	43
<b>Figura 24</b> - Fluviograma das descargas médias e mínimas mensais (Posto 3D-002).....	46
<b>Figura 25</b> - Fluviograma das descargas médias e mínimas mensais (Posto 3D-003).....	46
<b>Figura 26</b> - Fluviograma das descargas médias e mínimas mensais (Posto 3D-006).....	47
<b>Figura 27</b> - Fluviograma das descargas médias e mínimas mensais (Posto 4D-001).....	47
<b>Figura 28</b> - Fluviograma das descargas médias e mínimas mensais (Posto 4D-007) .....	48

<b>Figura 29</b> - Fluviograma das descargas médias e mínimas mensais (Posto 4D-021).....	48
<b>Figura 30</b> - Fluviograma das descargas médias e mínimas mensais (Posto 4D-023).....	49
<b>Figura 31</b> - Exemplo de pontos de lançamento e captação de água localizados em mesmo corpo hídrico.....	54
<b>Figura 32</b> - “network” da UGRHI – PCJ gerado no software MIKE BASIN.....	56
<b>Figura 33</b> - “Network” da sub-bacia do Corumbataí.....	69
<b>Figura 34</b> - “Network” da sub-bacia 2 – Atibaia.....	72
<b>Figura 35</b> - “Network” da sub-bacia do jaguari.....	75
<b>Figura 36</b> - “Network” da sub-bacia do Camanducaia.....	78
<b>Figura 37</b> - “Network” da sub-bacia do Piracicaba.....	81
<b>Figura 38</b> - “Network” da do Capivari.....	84
<b>Figura 39</b> - “Network” da sub-bacia do Jundiaí.....	87

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Áreas das sub-bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí - trechos SP e MG.....	12
<b>Tabela 2</b> - Relação dos municípios, sua localização em função das UGRHIs e suas respectivas áreas.....	12
<b>Tabela 3</b> - Localização dos municípios em função das sub-bacias hidrográficas..	14
<b>Tabela 4</b> - Dados de população dos municípios pertencentes ao CBH-PCJ.....	28
<b>Tabela 5</b> - Distribuição das classes de uso e ocupação da terra nas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí.....	31
<b>Tabela 6</b> - Sub-bacias hidrográficas do rio Piracicaba.....	36
<b>Tabela 7</b> - Bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí.....	36
<b>Tabela 8</b> - Parâmetros fisiográficos e hidrológicos das bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí.....	37
<b>Tabela 9</b> - Postos pluviométricos selecionados no estudo.....	38
<b>Tabela 10</b> - Precipitações em mm.....	39
<b>Tabela 11</b> - Estações fluviométricas selecionadas no estudo.....	44
<b>Tabela 12</b> - Valores de vazões médias e mínimas mensais para cada posto estudado:.....	45
<b>Tabela 13</b> - Distribuição e vazão outorgada dos pontos de captação e lançamento por sub-bacias.....	52
<b>Tabela 14</b> - Dados de outorgas da sub-bacia do Corumbataí.....	57
<b>Tabela 15</b> - Dados de área e precipitação da sub-bacia do Corumbataí.....	58
<b>Tabela 16</b> - Dados de outorgas da sub-bacia do Atibaia.....	59
<b>Tabela 17</b> - Dados de área e precipitação da sub-bacia do Atibaia.....	60
<b>Tabela 18</b> - Dados de outorgas da sub-bacia do jaguari.....	60

<b>Tabela 19</b> - Dados de área e precipitação da sub-bacia do jaguari.....	61
<b>Tabela 20</b> - Dados de outorgas da sub-bacia do Camanducaia.....	61
<b>Tabela 21</b> - Dados de área e precipitação da sub-bacia do Camanducaia.....	62
<b>Tabela 22</b> - Dados de outorgas da sub-bacia do Piracicaba.....	62
<b>Tabela 23</b> - Dados de área e precipitação da sub-bacia do Piracicaba.....	63
<b>Tabela 24</b> - Dados de outorgas da sub-bacia do Capivari.....	63
<b>Tabela 25</b> - Dados de área e precipitação da sub-bacia do Capivari.....	64
<b>Tabela 26</b> - Dados de outorgas da sub-bacia do Jundiaí.....	64
<b>Tabela 27</b> - Dados de área e precipitação da sub-bacia do Jundiaí.....	65
<b>Tabela 28</b> - Resultados obtidos pela simulação dos pontos adotados na Sub-bacia do Corumbataí.....	66
<b>Tabela 29</b> - Resultados obtidos pela simulação dos pontos adotados na Sub-bacia do Atibaia.....	69
<b>Tabela 30</b> - Resultados obtidos na simulação dos pontos adotados na Sub-bacia do Jaguari.....	73
<b>Tabela 31</b> - Resultados calculada pela simulação dos pontos adotados Sub-bacia do Camanducaia.....	76
<b>Tabela 32</b> - Resultados obtidos pela simulação dos pontos adotados na Sub-bacia do Piracicaba.....	79
<b>Tabela 33</b> - Resultados obtidos pela simulação dos pontos adotados na Sub-bacia do Capivari.....	82
<b>Tabela 34</b> - Resultados obtidos pela simulação dos pontos adotados na Sub-bacia do Jundiaí.....	85

# SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS .....	iv
RESUMO .....	v
LISTA DE FIGURAS .....	vi
LISTA DE TABELAS .....	ix
1    Introdução: .....	1
1.1    Usos múltiplos dos recursos hídricos .....	1
1.2    Bacia do Rio Piracicaba, Capivari e Jundiaí.....	2
1.3    Descrição do Software MIKE BASIN 2000.....	3
1.3.1    – Potencialidades do Modelo .....	4
1.3.2    Simulação/Otimização .....	4
1.3.3    Qualidade de água.....	5
1.3.4    Pequenas bacias e Água subterrânea.....	5
1.3.5    Rios .....	6
1.3.6    Reservatórios.....	6
1.3.7    Irrigação .....	7
1.3.8    Apresentação dos Resultados.....	8
1.3.9    Método Proposto:.....	8
2    Objetivos .....	9
3    Caracterização das Bacias .....	10
3.1    Caracterização geral .....	10
3.2    Caracterização física.....	14
3.2.1    Geologia .....	15
3.2.2    Geomorfologia .....	17
3.2.3    Pedologia.....	18
3.2.4    Potencial agrícola .....	24
3.3    Demografia .....	27
3.4    Uso e ocupação do solo .....	30
3.5    Caracterização dos Recursos Hídricos .....	36
3.5.1    Disponibilidade hídrica .....	36
4    Materiais e Métodos .....	50
4.1    Considerações para Levantamento de Dados para utilização do Softwear Mike Basin.	50
4.2    Obtenção e Tratamento dos Dados .....	51
4.3    Metodologia .....	52
4.4    Regionalização.....	53
5    Simulação Computacional .....	55
5.1    "Network" UGRHI – PCJ.....	56
5.2    Inserção de Dados .....	57
6    Resultados .....	66
6.1    Sub-bacia do Corumbataí.....	66
6.2    Sub-bacia do Atibaia .....	69
6.3    Sub-bacia do jaguari .....	74
6.4    Sub-bacia do Camanducaia .....	77
6.5    Sub-bacia do Piracicaba.....	80
6.6    Sub-bacia do Capivari .....	83
6.7    Sub-bacia do Jundiaí.....	86
7    Discussão.....	90
8    Conclusões.....	93
9    Referências Bibliográficas Consultadas para Realização do Trabalho:.....	94

## **1 Introdução:**

Atualmente há uma grande preocupação com o uso da água. Devido à sua má distribuição, desperdício, gasto de energia desnecessário, o crescimento populacional e industrial a água está cada dia mais restrita tanto em rios, lagos e reservatórios. E essa escassez de água gera conflitos tornando-se necessário o estudo para criar medidas para evitar esta escassez, como a racionalização desse uso.

### **1.1 Usos múltiplos dos recursos hídricos**

A lei no. 9433, de 8 de Janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos é baseada em fundamentos que determinam que a água é um bem de domínio público, além de um recurso natural limitado, dotado de valor econômico.

Em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais. A gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas, sendo a bacia hidrográfica a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada contando com a participação do poder público, dos usuários e das comunidades.

Devido ao desenvolvimento econômico e ao crescimento populacional, o uso dos recursos hídricos têm aumentado de forma desordenada e sem planejamento, gerando assim conflitos, e esses estão presentes praticamente em todo o Brasil.

Por exemplo, no rio Piracicaba, onde a disponibilidade de água é preocupante, pois além da irrigação, abastecimento urbano-industrial e geração de energia, a bacia do rio Piracicaba supre demanda de outras bacias hidrográficas. E a solução para esses conflitos deve e ser buscada de forma disciplinar, planejando, integrando e compartilhando os usos.

## **1.2 Bacia do Rio Piracicaba, Capivari e Jundiaí.**

A bacia do rio Piracicaba abastece a maior parte do Estado de São Paulo, sendo este considerado o Estado mais desenvolvido e com maior número populacional e industrial. Devido a essa grande demanda, a escassez de água e degradação ambiental tornaram-se preocupante.

Através da Lei Estadual n. 7.663 de dezembro de 1991, o Estado de São Paulo foi dividido em 22 Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (UGRHIs). A bacia hidrográfica do rio Piracicaba pertence à Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos número cinco (UGRHI-5) que compreende as bacias dos rios Piracicaba ( $11.313\text{ Km}^2$ ), Capivari ( $1.655\text{ Km}^2$ ) e Jundiaí ( $1.150\text{ Km}^2$ ).

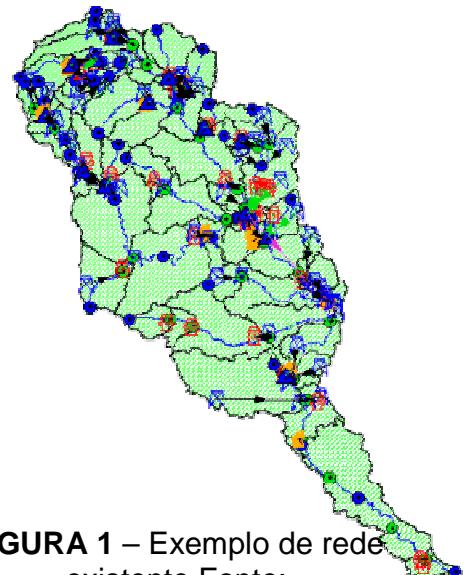
Na UGRHI-5 se encontram 102 estações pluviométricas, das quais 73 estão em operação, e as demais extintas, conforme Inventário das Estações Pluviométricas do Departamento Nacional de Água e Energia Elétrica (DNAEE), hoje Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Ministério das Minas e Energia (MME) de 1996, Banco de Dados Pluviométricos do Estado de São Paulo (atualizados até 1997) do Departamento de Água e Energia Elétrica (DAEE) e Secretaria dos Recursos Hídricos Saneamento e Obras do Estado de São Paulo (SRHSO/SP). Em relação às estações fluviométricas, a UGRHI – 5 engloba um total de 60 estações, das quais 46 estão em operação e o restante extintas, conforme Inventário das Estações Fluviométricas do DNAEE(ANEEL)/MME e o Banco de Dados Fluviométricos do Estado de São Paulo (atualizados até 1997) do DAEE/SRHSO/SP. De acordo com os inventários supracitados, a UGRHI – 5 em estudo apresenta densidades médias das redes Pluviométrica e Fluviométricas, consideradas adequadas segundo critérios internacionais.

### 1.3 Descrição do Software MIKE BASIN 2000

Para o trabalho, foi utilizado um programa computacional pouco conhecido e estudado. Para melhor entendimento, suas características são apresentadas na seqüência.

Em termos gerais, o software MIKE BASIN é uma representação matemática de bacias hidrográficas incluindo os rios principais e seus afluentes, a hidrologia da bacia no espaço e tempo, apresentando potencial para esquemas maiores com várias demandas de água.

O MIKE BASIN é um modelo segundo o qual os rios e os afluentes principais são representados por uma rede de arcos e nós. Os arcos representam seções de fluxo individuais enquanto os nós representam confluências, derivações, ou locais importantes onde são necessários resultados do modelo.



**FIGURA 1** – Exemplo de rede existente  
Fonte:  
[www.dhisoftware.com/mikebasin](http://www.dhisoftware.com/mikebasin)

O modelo opera sobre uma rede fluvial digitalizada, gerada diretamente através do computador no ArcView GIS. Toda a informação relativa à configuração da rede de simulação de fluxo, local dos usuários de água, reservatórios e entradas e saídas de fluxo de retorno também é definida na tela, como pode ser observada na Figura 2.

A entrada básica para o modelo consiste de dados tais como séries históricas de vazões e de escoamento superficial da bacia. Arquivos de entradas adicionais definem as características do reservatório, operação em rede de cada reservatório, séries temporais meteorológicas e dados para abastecimento de água ou irrigação, bem como derivações de água e vazões de retorno.

### 1.3.1 – Potencialidades do Modelo

O MIKE BASIN pode realizar entre outras as seguintes Funções:

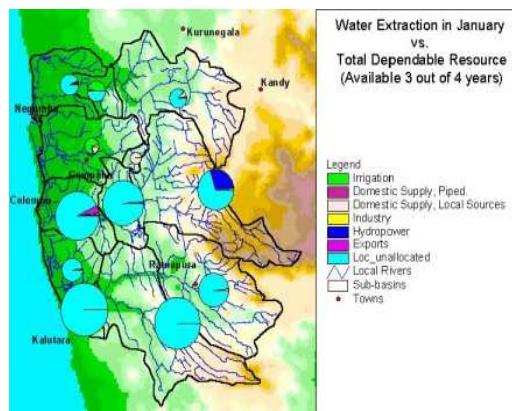
**Análise de disponibilidade de água:** uso integrado de águas superficiais e subterrâneas com otimização.

**Planejamento de infra-estrutura:** potencial de irrigação, desempenho de reservatórios, capacidade de abastecimento de água, exigências para o tratamento de águas residuais.

**Análises de usos múltiplos:** uso doméstico, industrial, agricultura, geração de energia hidroelétrica, navegação, recreação, ecologia, encontrando soluções de compromisso.

**Estudos de ecossistema:** qualidade da água, exigências de descarga mínimas, desenvolvimento sustentável, efeitos das mudanças globais. Análise de possíveis outorgas de usos de água, buscando prioridades.

Na Figura 3 podemos observar a quantidade de água destinada aos diversos usos.



**FIGURA 2 –** Modelo de usos múltiplos dos recursos hídricos

Fonte: [www.dhisoftware.com/mikebasin](http://www.dhisoftware.com/mikebasin)

### 1.3.2 Simulação/Otimização

O modelo simula o desempenho do sistema global aplicando o balanço de massa em toda rede de nós e arcos. A simulação leva em conta as prioridades definidas pelo usuário para derivações e usos da água do rio. A otimização no MIKE BASIN é realizada com a integração do modelo com a função Solver do

Excel. O Solver do Excel é usado para achar o “ótimo”, possibilitando: análise de sensibilidade, otimização, avaliação de múltiplos cenários e comparação gráfica.

### **1.3.3 Qualidade de água**

Com o módulo WQ, o MIKE BASIN pode simular transporte e degradação das substâncias significativas que afetam a qualidade de água dos rios: amônio, nitrato, oxigênio, fósforo total, nitrogênio total, e matéria orgânica dissolvida. Posteriormente é representado em termos de demanda biológica e química de oxigênio, respectivamente (DBO e DQO). Efeitos da temperatura na concentração de saturação e re-aeração de represas podem ser considerados.

### **1.3.4 Pequenas bacias e Água subterrânea**

No modelo é assumido que os limites para águas sub-superficiais (água subterrânea) e águas superficiais são os mesmos. Uma ferramenta do ArcView para geração automática de limites da bacia é incluída no MIKE BASIN.

O processo de Água Subterrânea simplesmente pode ser acrescentado à simulação de águas superficiais. O MIKE BASIN inclui um modelo físico simples de um aqüífero, considerando:

Infiltração (rio para aqüífero)

Recarga subterrânea (bacia para aqüífero)

Descarga subterrânea (aqüífero para rio)

Enquanto os primeiros dois fluxos devem ser especificados pelo usuário (com a inserção de dados), a descarga de água subterrânea é uma resposta hidráulica e como tal é computada dentro do MIKE BASIN. O modelo hidráulico conceitual usado pelo MIKE BASIN é o modelo de reservatório linear.

### **1.3.5 Rios**

O MIKE BASIN tem uma opção para o uso de estudos de propagação (não necessariamente em todas as seções do rio). Para isso o MIKE BASIN utiliza o método de Muskingum.

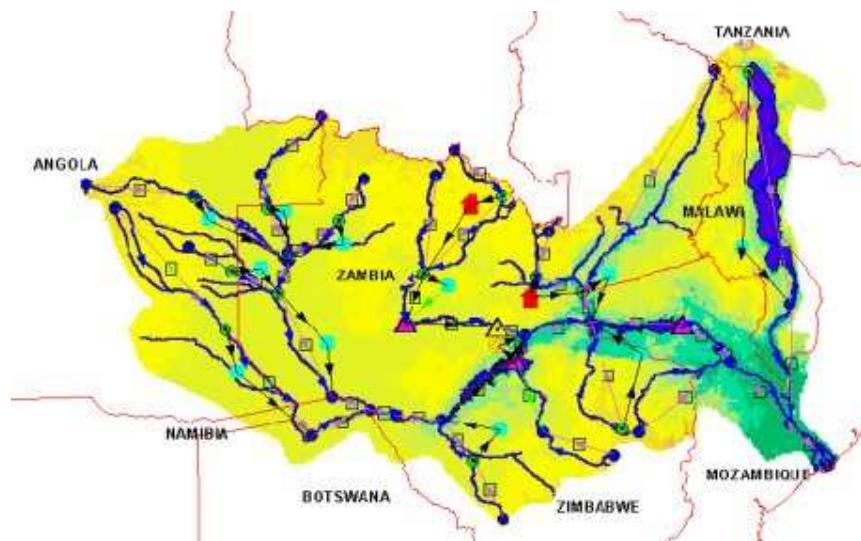
### **1.3.6 Reservatórios**

O MIKE BASIN pode gerenciar sistemas de reservatórios múltiplos com multi-propósitos.

Para reservatórios individuais, pode ser simulado o desempenho de políticas operacionais específicas que usam curvas de regra operacionais associadas.

Curvas de regra operacional definem os volumes de armazenamento desejados, níveis de água e descargas a qualquer hora como uma função do nível de água existente, no tempo, demanda para água e possíveis vazões desejadas. Para períodos de seca, o lançamento dos reservatórios pode ser reduzido com um certo fator para cada nível crítico de água. Os fatores de redução e níveis podem ser especificados para cada usuário de jusante como partes das curvas de regra de operação. Evaporação do reservatório, precipitação e perdas por vazamento são consideradas. Informações de Cota - Volume -Área podem ser introduzidas através de fórmulas ou como tabelas.

Na Figura 5 podemos observar um modelo ilustrativo de gerenciamento de Recursos hídricos integrados para a bacia de Zambesi (África).



**FIGURA 3 – Gerenciamento dos Recursos Hídricos na Bacia de Zambezi (África)**

Fonte: [www.dhisoftware.com/mikebasin](http://www.dhisoftware.com/mikebasin)

### 1.3.7 Irrigação

A série histórica de demanda para irrigação pode ser dada explicitamente ou indiretamente, baseada em informações agrícolas (uso da terra, padrões de colheita, etc.). Se um usuário estiver retirando água de um nó, o modelo de simulação permitirá a derivação de água, contanto que haja água disponível no nó, e consequentemente retorno de água restante para o rio, no nó especificado pelo usuário. Durante períodos de escassez de água, são avaliadas todas as derivações de água, não permitindo que o escoamento a jusante ultrapasse o fluxo mínimo especificado.

Se forem identificados vários pontos de derivação para um usuário particular, será retirada água em ordem de prioridade dos pontos de derivação desde que haja água disponível. Reciprocamente, se um dos pontos de derivação particular tiver vários usuários, estes receberão água em ordem de prioridade.

Ordens de prioridade são definidas pelos usuários para todas as conexões. Esquemas de irrigação incluem perda por transporte e outras perdas.

### **1.3.8 Apresentação dos Resultados**

Os resultados do modelo incluem informação sobre o desempenho individual de cada reservatório (e unidades de geração de energia associadas) e outros esquemas com demandas de água (irrigação, etc.). Para o período de simulação inteiro, a magnitude e freqüência dos aspectos hídricos podem ser ilustradas. Além disso, séries históricas de vazões do rio são simuladas para todos os nós, habilitando o usuário a determinar o impacto desejado de acordo ao sistema utilizado, observando as vazões do rio. Todos os resultados podem ser visualizados em vários formatos, inclusive com animação.

Os resultados podem ser apresentados como tabelas mensais no formato HTML (WWW) para a internet, incluindo automaticamente geração de hyperlinks aos nós da rede.

Podem ser computadas médias mensais e estatísticas descritivas para qualquer etapa de tempo na simulação.

### **1.3.9 Método Proposto:**

Análise multiobjetivo realizando simulações computacionais com o modelo MAKE BASIN 2000 para bacia em estudo, incluindo a construção e avaliação de modelos visando a comparação de desempenho para diferentes demandas de água priorizando a análise de conflitos entre abastecimento urbano industrial geração de energia e irrigação.

## **2 Objetivos**

Considerando a grande importância dos recursos hídricos no mundo, e sabendo da potencialidade do Brasil em relação à água, muito deve ser feito visando um gerenciamento e um uso adequado deste bem precioso.

Este trabalho tem como objetivo aplicar um programa pouco acessível e não muito conhecido em nosso país, realizando assim uma abordagem diferente, de forma que os balanços hídricos realizados pelo programa utilizado no trabalho, possam não apenas auxiliar no manejo adequado da água, mas também facilitar a identificação de pontos problemáticos.

Este estudo não busca traçar diretrizes, mas sim demonstrar a eficiência e as principais características do programa MIKE BASIN, de forma a apresentar as potencialidades de um modelo pouco usado no estudo e na avaliação dos recursos hídricos de nosso país.

### **3 Caracterização das Bacias**

#### **3.1 Caracterização geral**

A área de estudo, apresentada na Figura 1, é de 15.303,67 km<sup>2</sup>, representando as bacias hidrográficas dos rios Piracicaba (incluindo as áreas de contribuição dos rios Camanducaia, Atibaia, Jaguari e Corumbataí), Capivari e Jundiaí. 92,6% dessa área está localizada no Estado de São Paulo e 7,4% no Estado de Minas Gerais.

A região situa-se entre os meridianos 46º e 49º oeste e latitudes 22º e 23,5º sul, apresentando extensão aproximada de 300 km no sentido leste-oeste e 100 km no sentido norte-sul.

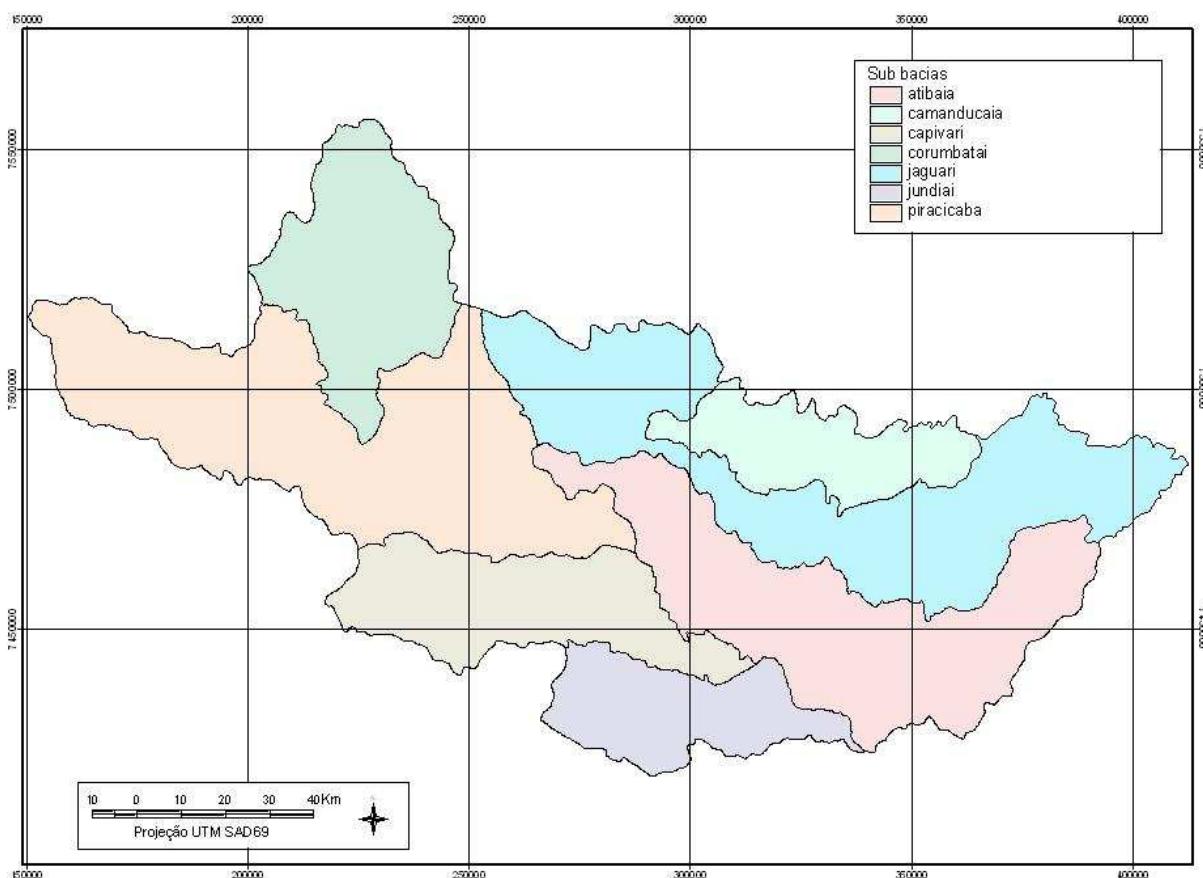
No Estado de São Paulo, a bacia conjunta dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, todos afluentes do Médio Tietê, estende-se por 14.177,77 km<sup>2</sup>, sendo 11.442,82 km<sup>2</sup> correspondentes à bacia do rio Piracicaba, 1.620,92 km<sup>2</sup> à bacia do rio Capivari e 1.114,03 km<sup>2</sup> à bacia do rio Jundiaí.

A bacia do rio Piracicaba apresenta um desnível topográfico de cerca de 1.400 m em uma extensão da ordem de 370 km, desde sua cabeceira na serra da Mantiqueira, em MG, até sua foz no rio Tietê. Na bacia do rio Capivari, o desnível topográfico é pequeno, não ultrapassando 250 m em um percurso de 180 km, desde a sua nascente na serra do Jardim.

O rio Jundiaí, com suas nascentes a 1.000 m de altitude na serra da Pedra Vermelha (Mairiporã), apresenta desnível topográfico total em torno de 500 m, em uma extensão aproximada de 110 km (CETEC, 2000).

A porção da área de projeto localizada no Estado de São Paulo é denominada Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos nº. 5 (UGRHI-5) e corresponde às bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí,

fazendo divisa ao norte com a UGRHI-9 (Mogi-Guaçú), a leste com MG, a sudeste com a UGRHI-2 (Paraíba do Sul), ao sul com a UGRHI-6 (Alto Tietê), a oeste/sudoeste com a UGRHI-10 (Sorocaba – Médio Tietê) e a noroeste com a UGRHI-13 (Tietê - Jacareí). A Figura 4 é de objetivo ilustrativo.



**Figura 4** – Sub-bacias em estudo.

Em termos hidrográficos, há sete unidades de sub-bacias principais, sendo cinco pertencentes ao Piracicaba (Piracicaba, Corumbataí, Jaguari, Camanducaia e Atibaia), além do Capivari e Jundiaí.

As áreas de drenagem destas são apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1** – Áreas das sub-bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí - trechos SP e MG.

Sub-bacias	Área – SP (km <sup>2</sup> )	Área – MG (km <sup>2</sup> )	Área total (km <sup>2</sup> )	Área total (%)
Piracicaba	3.700,79	-	3.700,79	24,2%
Camanducaia	870,68	159,32	1.030,00	6,7%
Jaguari	2.323,42	966,58	3.290,00	21,5%
Atibaia	2.828,76	39,98	2.868,74	18,7%
Corumbataí	1.679,19	-	1.679,19	11,0%
Total Piracicaba	11.402,84	1.165,88	12.568,72	82,1%
Total Capivari	1.620,92	-	1.620,92	10,6%
Total Jundiaí	1.114,03	-	1.114,03	7,3%
<b>PCJ</b>	<b>14.137,79</b>	<b>1.165,88</b>	<b>15.303,67</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: IPT (2004)

A área pertencente ao Estado de Minas Gerais corresponde principalmente a uma parcela da bacia do rio Jaguari, sendo este um dos formadores do rio Piracicaba. A Tabela 2 apresenta os municípios paulistas pertencentes a UGRHI 5, suas respectivas áreas e sua participação em outras UGRHIs. De acordo com o Relatório de Situação de 1999, denominado “Relatório Zero”, os municípios paulistas pertencentes a UGRHI 5 eram 58, entretanto nos novos relatórios foram adicionados os municípios de Mairiporã, e ainda os municípios mineiros Camanducaia, Extrema, Itapeva e Toledo.

**Tabela 2** – Relação dos municípios, sua localização em função das UGRHIs e suas respectivas áreas.

MUNICÍPIO	ÁREA (km <sup>2</sup> )	Localização (UGRHIs)
Águas de São Pedro	3	5
Americana	144	5
Amparo	463	5 e 9
Analândia	312	5, 9 e 13
Artur Nogueira	192	5
Atibaia	478	5
Bom Jesus dos Perdões	120	5
Bragança Paulista	489	5
Cabreúva	267	10
Campinas	887	5
Campo Limpo Paulista	84	5
Capivari	319	5
Charqueada	179	5
Cordeirópolis	123	5

MUNICÍPIO	ÁREA (km <sup>2</sup> )	Localização (UGRHIs)
Corumbataí	264	5 e 9
Cosmópolis	166	5
Elias Fausto	203	5
Holambra	65	5
Hortolândia	62	5
Indaiatuba	299	5
Ipeúna	170	5
Iracemápolis	105	5
Itatiba	325	5
Itupeva	196	5
Jaguariúna	96	5
Jarinu	200	5
Joanópolis	377	5
Jundiaí	450	5
Limeira	579	5 e 9
Louveira	54	5
Mairiporã	321	5 e 6
Mombuca	136	5
Monte Alegre do Sul	117	5
Monte Mor	236	5
Morungaba	143	5
Nazaré Paulista	322	5 e 6
Nova Odessa	62	5
Paulínia	145	5
Pedra Bela	148	5
Pedreira	116	5
Pinhalzinho	161	5
Piracaia	374	5
Piracicaba	1.353	5 e 10
Rafard	140	5 e 10
Rio Claro	521	5 e 9
Rio das Pedras	221	5
Saltinho	99	5
Salto	160	5 e 10
Santa Bárbara D'Oeste	270	5
Santa Gertrudes	100	5
Santa Maria da Serra	266	5
Santo Antônio de Posse	141	5
São Pedro	596	5 e 13
Sumaré	164	5
Tuiuti	128	5
Valinhos	111	5
Vargem	145	5
Várzea Paulista	36	5
Vinhedo	80	5

Fonte : Comitê de Bacias Hidrográficas – PCJ (2002/2003)

Observando a Tabela 2 pode-se concluir que os municípios paulistas mais extensos das bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí são Piracicaba (1.353 km<sup>2</sup>, sendo 90% na sub-bacia do Piracicaba e 10% no Corumbataí) e Campinas (887 km<sup>2</sup>, sendo 48% na sub-bacia do Atibaia, 43% no Capivari e 9% no Piracicaba).

**Tabela 3 – Localização dos municípios em função das sub-bacias hidrográficas.**

Sub-bacia	Municípios
Piracicaba	Águas de São Pedro, Americana, Campinas, Charqueada, Hortolândia, Iracemápolis, Limeira, Monte Mor, Nova Odessa, Paulínia, Piracicaba, Rio das Pedras, Saltinho, Sta. Bárbara d'Oeste, Sta. Maria da Serra, São Pedro e Sumaré.
Corumbataí	Analândia, Charqueada, Cordeirópolis, Corumbataí, Ipeúna, Iracemápolis, Itirapina, Piracicaba, Rio Claro, Sta. Gertrudes, São Pedro
Jaguari	Americana, Amparo, Artur Nogueira, Bragança Paulista, Camanducaia, Campinas, Cordeirópolis, Cosmópolis, Extrema, Holambra, Itapeva, Jaguariúna, Joanópolis, Limeira, Morungaba, Nova Odessa, Paulínia, Pedra Bela, Pedreira, Pinhalzinho, Piracaia, Sto. Antonio de Posse, Tuiuti, Vargem.
Camanducaia	Amparo, Extrema, Holambra, Jaguariúna, Mte. Alegre do Sul, Pedra Bela, Pedreira, Pinhalzinho, Sto. Antonio de Posse, Toledo, Tuiuti.
Atibaia	Americana, Atibaia, Bragança Paulista, Camanducaia, Campinas, Campo Limpo Paulista, Cosmópolis, Extrema, Itatiba, Jaguariúna, Jarinu, Joanópolis, Jundiaí, Louveira, Morungaba, Nazaré Paulista, Nova Odessa, Paulínia, Piracaia, Valinhos, Vinhedo.
Capivari	Campinas, Capivari, Elias Fausto, Hortolândia, Indaiatuba, Itatiba, Itupeva, Jundiaí, Louveira, Mombuca, Monte Mor, Rafard, Rio das Pedras, Sta. Bárbara d'Oeste, Valinhos, Vinhedo.
Jundiaí	Atibaia, Cabreúva, Campo Limpo Paulista, Indaiatuba, Itupeva, Jarinu, Jundiaí, Mairiporã, Salto, Várzea Paulista.

### 3.2 Caracterização física

A caracterização do meio físico das bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí foi realizada com base nos mapas temáticos elaborados no Relatório da Situação dos Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí – 2002/2003, elaborado pelo Comitê de Bacias Hidrográficas desta região. Tais mapas foram baseados em

diversos trabalhos: IPT (1981a), IPT (1981b), LOPES (1994), PIRES NETO (1996), MELO (1995), OLIVEIRA *et al.* (1999), CPRM (1999), FACINCANI (2000), entre outros.

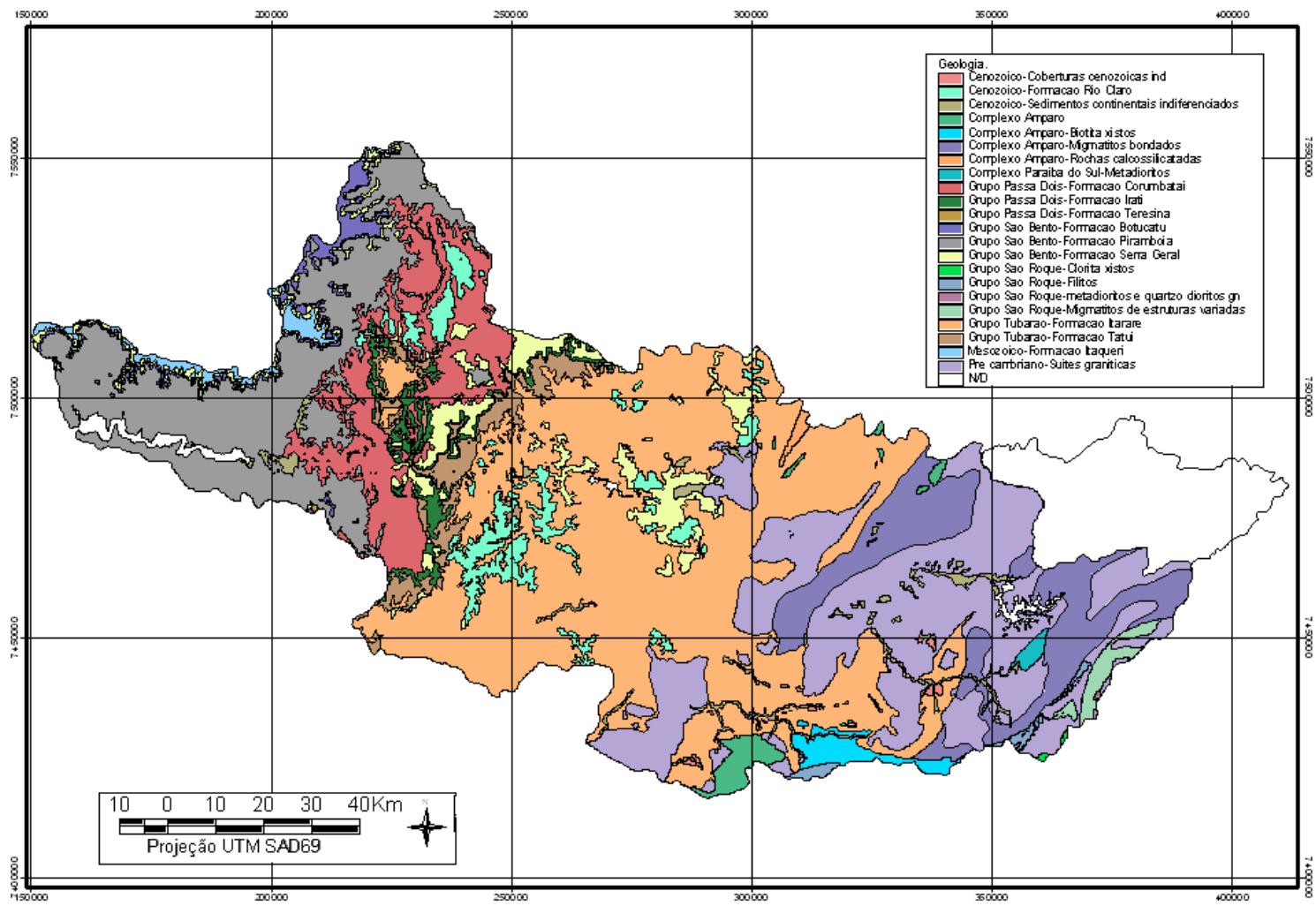
A caracterização da área é importante para se ter o conhecimento da relação entre os recursos naturais existentes nas bacias e suas capacidades de interação e absorção das atividades realizadas pelo homem. Estas atividades terão consequências diretas na qualidade e balanços quantitativos dos recursos hídricos subterrâneos e superficiais das bacias.

### 3.2.1 Geologia

O Mapa Geológico das Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, apresentado na Figura 5 foi elaborado com base no Mapa Geológico do Estado de São Paulo publicado pelo IPT em 1981 (escala 1:500.000) – IPT (1981a).

A formação do rio Piracicaba ocorre na cidade de Americana, no encontro das águas do rio Atibaia com o Jaguari, onde se encontram rochas sedimentares das Formações Itararé e Rio Claro, bem como rochas intrusivas básicas tabulares. Desde as nascentes de seus tributários em Minas Gerais, possui um desnível topográfico acentuado, chegando a 1.400m ao longo de uma extensão de 250 km – ou desde suas cabeceiras na serra da Mantiqueira, quando alcança uma altitude média de 1900 m, até sua foz, no rio Tietê.

Localizadas na borda centro-leste da Bacia Sedimentar do Paraná, as bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, são formadas por grande variedade litológica que pode ser agrupada em quatro grandes domínios geológicos: o embasamento cristalino, as rochas sedimentares, as rochas ígneas básicas (efusivas/intrusivas) e as coberturas sedimentares Cenozóicos.



**Figura 5 –** Mapa geológico das bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí – trecho paulista, com base em IPT (1981a).

O embasamento cristalino, constituído por rochas metamórficas e ígneas, ocorre principalmente na porção leste da bacia. As rochas sedimentares mesozóicas e paleozóicas ocorrem em grandes extensões, principalmente na porção central e oeste das bacias. Apresentam baixas resistências mecânicas, porém quando cimentadas passam a apresentar maior resistência.

As rochas magmáticas efusivas e intrusivas básicas são observadas em grande parte dos municípios, mais frequentemente nas regiões de Paulínia, Sumaré e Hortolândia. Estes corpos magmáticos possuem um melhor comportamento geomecânico, por serem mais homogêneas, maciças e isotrópicas (devido à presença de minerais sem orientações preferenciais), além de apresentarem altas resistências mecânicas e forte coesão dos constituintes minerais.

As coberturas sedimentares cenozóicas são formadas por rochas brandas e por depósitos aluvionares e coluvionares dos cursos de água e os solos residuais resultantes de alteração de rochas.

### 3.2.2 Geomorfologia

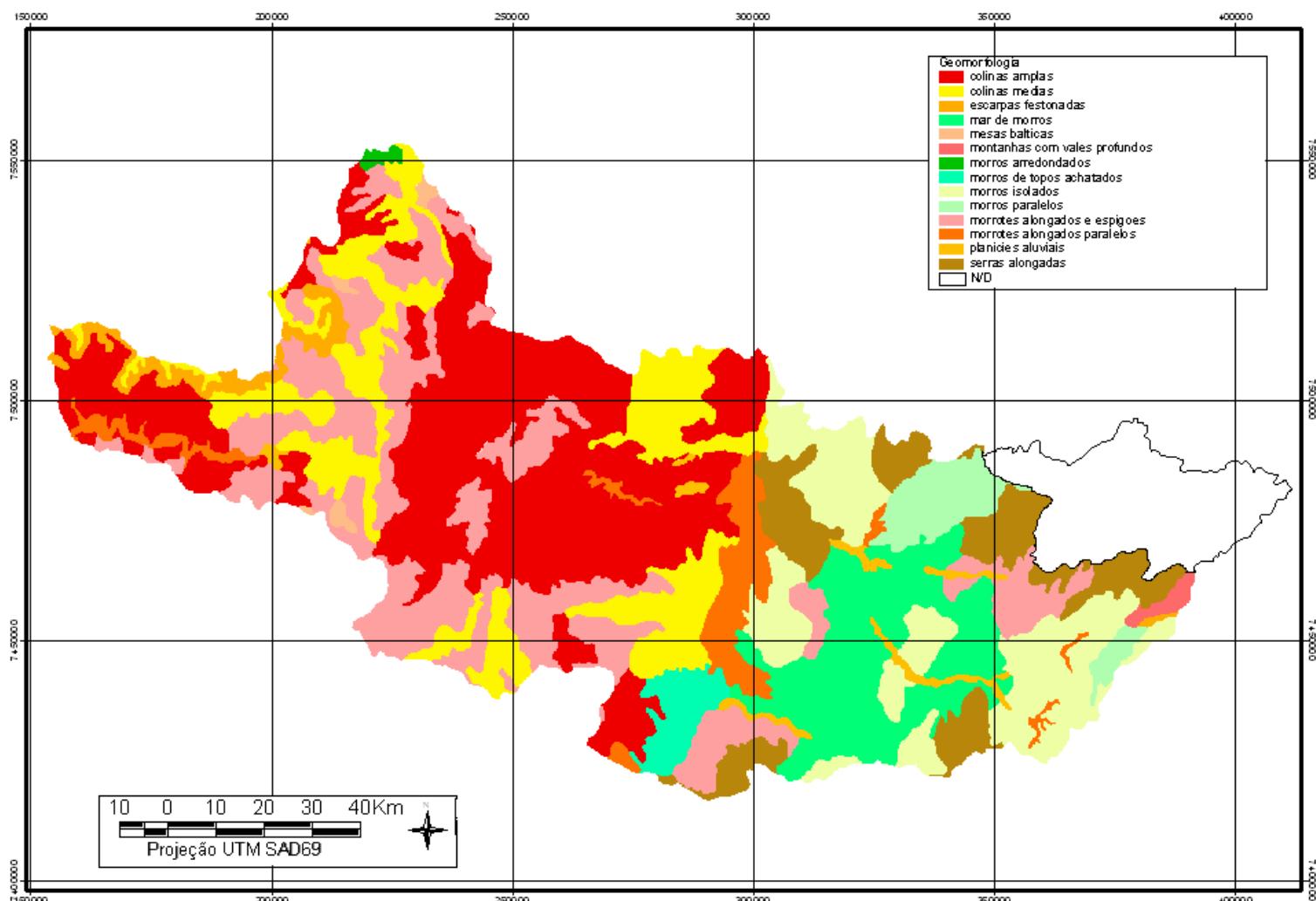
O Mapa Geomorfológico das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, é apresentado em escala 1:250.000 apresentado na Figura 6. Este foi elaborado com base no Mapa Geológico do Estado de São Paulo publicado pelo IPT em 1981 (escala 1:500.000) – IPT (1981b).

Neste mapa são apresentadas as principais formas de relevo das regiões individualizadas em unidades homogêneas, definidas principalmente em função da amplitude topográfica, declividade das encostas e densidade das linhas de drenagem.

A caracterização do relevo fornece elementos para planejamento regional, avaliação de facilidades/dificuldades de urbanização, reconhecimento pedológico, classificação da capacidade de uso da terra e manejo agrícola, bem como as suscetibilidades à erosão e a escorregamentos.

As bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí estão inseridas em três grandes compartimentos geomorfológicos do Estado de São Paulo: o Planalto Atlântico, situado à leste, caracterizado pelo embasamento cristalino; a Depressão Periférica, composta por sedimentos, localizada na porção centro – oeste das bacias; e as Cuestas Basálticas, estas no extremo oeste da

região. Avançando em sentido a NW, tem-se o reverso das cuestas e o Planalto Ocidental.

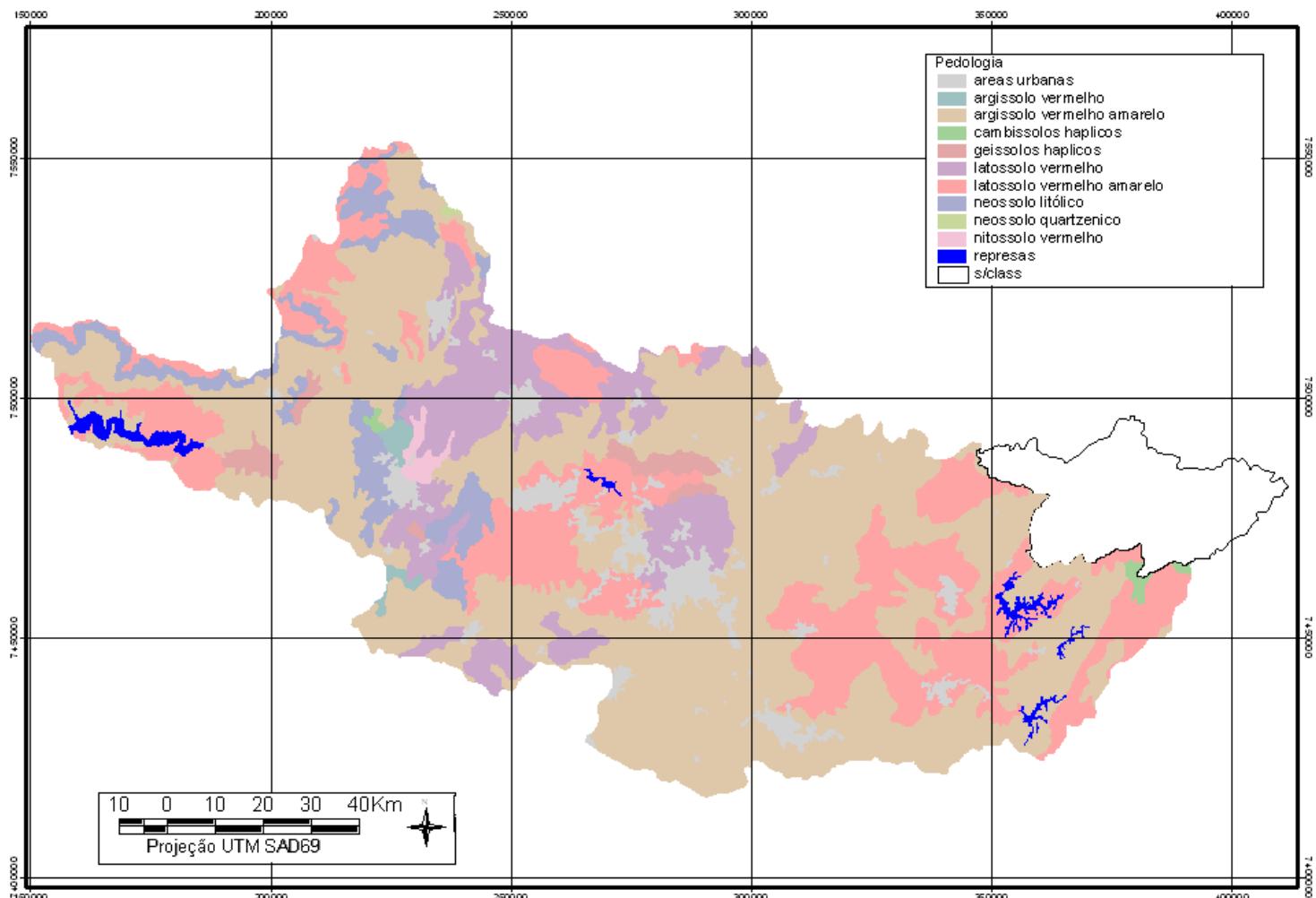


**Figura 6** - Mapa geomorfológico das bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí - trecho paulista com base em IPT (1981b).

### 3.2.3 Pedologia

O Mapa Pedológico das bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, apresentado na figura 7, no segmento paulista foi elaborado a partir do

Mapa Pedológico do Estado de São Paulo em escala 1:500.000 (Oliveira et al., 1999), fomentado pela Embrapa e IAC.



**Figura 7 – Mapa pedológico das bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, elaborado a partir de OLIVEIRA et al.(1999).**

No segmento paulista, há os seguintes tipos principais de solos:

### 3.2.3.1 Latossolo vermelho amarelo

Compreendem solos minerais, com coloração variando do vermelho ao amarelo e gamas intermediárias. São geralmente solos profundos, apresentando avançado estágio de intemperismo, com predominância de argilominerais e baixa quantidade tanto de minerais primários como reserva de elementos nutritivos para as plantas. Tal solo possui uma boa resistência à erosão.

Na área em estudo ocorrem os Latossolos Vermelho-Amarelo do tipo Distrófico, ou seja, que apresentam saturação por bases e saturação por alumínio, inferiores a 50%.

### 3.2.3.2 Latossolo Vermelho

Compreende solos minerais, não hidromórficos teores elevados de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, deixando o solo com cores mais avermelhadas. São solos profundos, acentuadamente drenados, com pouca diferenciação entre os horizontes. Possuem texturas predominantemente argilosas, ocorrendo pequenas áreas de textura média. Apresentam relevos ondulados, suaves ondulados a plano.

Por apresentarem elevado teor em óxido férrico, possuem expressiva capacidade de absorção de fósforo. Tal fato pode ser de importância na planificação de emprego de insumos em áreas porventura ainda não agricultadas. São solos de baixa fertilidade natural e seu aproveitamento racional requer adubação e calagem.

Para a área em estudo são encontrados Latossolos Vermelho-Escuro Distroférricos, Distróficos e Acriférricos.

### 3.2.3.3 Gleissolo háplico

Compreende solos hidromórficos, mal drenados, isto em função do lençol freático permanecer por profundo durante todo o ano. Na área em estudo, ocorrem Gleissolos Háplicos Distróficos e Eutróficos.

São poucos desenvolvidos, originados de sedimentos argilo-siltosos e ocorrem em áreas planas, das várzeas dos rios de maior expressão. O aproveitamento desse solo para fins agrícolas requer drenagem para manter o lençol freático em nível adequado, correção da acidez e adubação.

São solos inadequados para a construção de aterros sanitários e como local para recebimento de efluentes pela inexpressiva zona de aeração e a facilidade de contaminação dos aquíferos.

### 3.2.3.4 Argissolos vermelho-amarelo

Os Argissolos vermelho-amarelo são solos minerais, não hidromórficos, normalmente com argila de atividade baixa e são bem a moderadamente bem drenados. São solos em sua maioria de fertilidade natural baixa/média e usualmente profundos

Estão situados em áreas de relevo ondulado os forte ondulados, ocorrendo também em menor proporção em relevo suave, ondulado e montanhoso.

### 3.2.3.5 Cambissolos háplicos

Compreendem solos minerais não hidromórficos apresentando, muitas vezes, características similares aos solos com horizonte B latossólico, mas se diferenciam por serem menos evoluídos, menos profundos, ainda com minerais primários de fácil intemperização, ou pela atividade de argila, que apesar de variar

de alta a baixa, é normalmente superior à dos Latossolos, ou pelos teores de silte mais elevados.

Os Cambissolos ocorrem em duas situações distintas na paisagem. A área mais extensa é representada por terrenos de relevo accidentado, variando de forte ondulado a escarpado, apresentando severas restrições quanto ao uso agrícola; os localizados em terrenos escarpados apresentam limitações mesmo ao uso pastoril e florestal devido à sua elevada capacidade de degradação. São bastante pobres em nutrientes e ácidos, apresentando altos teores de Al<sup>3+</sup> trocável. A área menos extensa é representada por terrenos planos de planícies aluviais.

Estes não oferecem limitações quanto à erodibilidade. A possibilidade de inundações, o lençol freático relativamente pouco profundo e a baixa fertilidade, são limitações comuns desses solos e se apresentam em variados graus de intensidade.

### 3.2.3.6 Planossolo háplico

Compreende solos com mudança textural abrupta e com horizonte superficial de textura arenosa ou média. São solos situados em planícies aluviais e no terço inferior das vertentes. Apesar do relevo de pouco declive, os situados no terço inferior de vertente requerem atenção quanto à erodibilidade, pois a grande diferença textural, entre o horizonte A e o horizonte B, torna-os bastante sujeitos à erosão hídrica.

Apresentam severas limitações para obras de engenharia sanitária: aterros sanitários e fossas sépticas, por exemplo, principalmente quando o lençol freático se apresenta próximo à superfície.

### 3.2.3.7 Neossolo litólico

Compreende solos minerais, pouco desenvolvidos, que apresentam reduzida profundidade efetiva o que limita seu uso com agricultura devido ao

reduzido volume de terra disponível para o ancoramento das plantas e para a retenção de umidade.

São solos bem providos de nutrientes, especialmente os que derivam de rochas básicas (basaltos e diabásios). A pequena espessura desqualifica-os como locais para aterros sanitários. A presença de reduzida zona de aeração, aliada a presença de acentuado fraturamento em muitos desses solos, torna-os inadequados para recebimento de grandes cargas de efluentes devido ao perigo de contaminação dos aquíferos.

### 3.2.3.8 Neossolos quartzarênicos

Compreendem solos arenosos, essencialmente quartzosos, excessivamente drenados, profundos e de baixa fertilidade natural. Por serem solos essencialmente arenoso-quartzosos, são desprovidos de minerais primários intemperizáveis, apresentando baixa capacidade de retenção de nutrientes e de água. Devido à baixa adesão e coesão, apresentam elevada erodibilidade. Contudo, são solos muito profundos em geral.

Sua pobreza em nutrientes torna imprescindível a aplicação de insumos para que sejam possíveis produções satisfatórias. Estes solos são originados principalmente de arenitos da Formação Botucatu e servem como fonte de areia para construção civil, entre outras aplicações. Estes são presentes na região de Analândia e São Pedro.

### 3.2.3.9 Nitossolos vermelhos

Compreende solos minerais não hidromórficos, profundos, com argila de atividade baixa. Apresentam sempre estrutura em blocos ou prismática bem desenvolvida no horizonte B.

As principais limitações destes solos se relacionam com a erodibilidade relativamente alta, sendo, por isso comum ocorrer erosão acentuada nas áreas inadequadamente utilizadas. São solos com discreto aumento de argila em profundidade, apresentando, mesmo quando argilosos, boa drenagem interna. Localiza-se unicamente na região nordeste de Piracicaba.

Os Nitossolos apresentam espessa zona de aeração, o que os qualifica, quando o declive não é superior a 10%, como adequados para aterros sanitários e outras formas de deposição de resíduos apesar da baixa atividade da fração coloidal. Contudo, apresentam bom potencial agrícola sendo por isso preferível não utilizados para aqueles fins.

### 3.2.4 Potencial agrícola

A região das bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí apresenta, um bom potencial de exploração agrícola, uma vez que não possui, em caráter generalizado, fatores limitantes ao uso agrícola do solo.

Predominam solos medianamente profundos a muito profundos, bem a moderadamente drenados, textura média a muito argilosa. Nestas áreas as limitações relacionadas ao bom desenvolvimento das plantas devem-se predominantemente, a baixa fertilidade natural dos solos, devido à pequena disponibilidade de nutrientes e aos teores elevados de alumínio trocável, ocorrendo também, em algumas áreas, limitações por excesso de água.

Não há restrições climáticas de temperatura acentuadas na região, pois a ocorrência de geadas é esporádica e restrita a algumas microregiões com maiores altitudes ou baixadas. Não há nas bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí regiões com prolongado período de deficiência hídrica, o que explica a relativamente pequena área irrigada (à exceção das hortaliças) na região.

Essa irrigação geralmente apresenta caráter suplementar para a minimização do risco agrícola por um veranico, ou uma estiagem mais prolongada.

Como não há restrição térmica, o uso da irrigação permite ao produtor o cultivo contínuo ao longo do ano.

Nas áreas ditas mais nobres, com solos de maior fertilidade e com relevo suave o que favorece a mecanização, predomina o cultivo da cana-de-açúcar historicamente nas proximidades das cidades de Piracicaba, Capivari, Rafard, Elias Fausto, Tietê e também nas circunvizinhanças da zona metropolitana de Campinas. Nessa região predominam os solos do tipo Latossolo Vermelho-Escuro, Latossolo Roxo, Latossolo Vermelho-Amarelo (veja mapa pedológico) que apresentam boas condições de fertilidade natural exigindo somente pequenas correções facilmente realizáveis pelas modernas técnicas agronômicas como adubação e calagem.

Além da cana-de-açúcar, a região apresenta uma forte produção frutífera, sendo tradicional a produção de uvas e vinhos na região de Jundiaí, e fruteiras diversas na região de Vinhedo e Valinhos.

A cultura do algodão, hoje incipiente, foi bastante expressiva na virada do século XX, sobretudo pela iniciativa de Luiz de Queiroz na região de Piracicaba, tanto que ainda hoje Americana é considerado um pólo têxtil por excelência.

Outra cultura de expressão e tradicional é a citricultura na região de Limeira, onde está situado o centro de pesquisa em citricultura, além de várias indústrias processadoras da fruta.

A presença de solos de mediana a alta fertilidade natural, associados a um relevo na maior parte plano a levemente ondulado, sem restrição térmica ou hídrica, a proximidade de grandes centros consumidores e do mercado internacional pela infra-estrutura existente, faz com que a região de abrangência das bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí possua altíssimo

potencial agropecuário, potencial esse que já vem sendo explorado há várias décadas alavancado também pela presença marcante de pólos de desenvolvimento tecnológico agrário como a Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), a Universidade de Campinas (UNICAMP), o Instituto Agronômico de Campinas (IAC), entre outros.

Quanto aos municípios mineiros pertencentes à bacia, quase a totalidade de sua superfície está inserida na área de proteção ambiental (APA) Fernão Dias por se localizarem às margens do divisor de águas (serra da Mantiqueira), sendo considerada pois como área de preservação de mananciais.

As restrições ao uso agrícola estão fundamentalmente no relevo, bastante acidentado e no clima de altitude em boa parte da área que acaba conferindo restrições térmicas. Em função dessas características predominam nas áreas de relevo mais acidentado o reflorestamento com espécies coníferas e pastagens nativas, enquanto que nas áreas planas de baixada é comum o cultivo de hortaliças tutoradas e leguminosas que tem como mercado consumidor principal às regiões metropolitanas de São Paulo e Belo Horizonte favorecidas pela presença da BR 381 (Rodovia Fernão Dias). Essas áreas estão concentradas nos municípios de Itapeva, Toledo e Extrema - vide FIGURA 2.2.4.1.

A batata é cultura expressiva particularmente no município de Toledo com as consequências ambientais geradas pela mesma como a erosão superficial, a grande quantidade de agroquímicos utilizados por hectare e uma forte demanda hídrica.

Apesar das características supra mencionadas, o nível tecnológico utilizado é baixo, sendo comum observar-se a utilização de cultivo “morro abaixo” mesmo em locais com declividades superiores a 15%, o que potencializa o risco de erosão e as suas consequências já conhecidas, dentre elas o assoreamento dos cursos de água.

### **3.3 Demografia**

De maneira geral, segundo a Secretaria Estadual de desenvolvimento econômico (SEADE - 2004), o ritmo de crescimento da população paulista vem diminuindo. Essa redução advém, dentre outros fatores, da redução dos fluxos migratórios interestaduais, acompanhada por uma nova direção da tendência concentradora da população. Há exemplos da ocorrência de tal fenômeno ocorre na área compreendida pelos municípios que pertencem às bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí.

Se os anos 50 e 60 foram um período de elevado crescimento populacional no Alto Tietê, devido ao acentuado volume migratório, no decorrer dos anos 70 observou-se um processo de distribuição dos fluxos migratórios entre a metrópole e o interior do estado. Esse fato, somado ao esvaziamento de extensas áreas rurais, decorrente do aumento do emprego urbano e da modernização da agricultura e pecuária, resultaram na aceleração da urbanização do interior.

Cidades que antes consideradas de médio porte transformaram-se em importantes pólos regionais de densos aglomerados urbanos. Nos últimos anos a região de Campinas, a mais populosa das áreas em estudo, apresentou queda no seu ritmo de crescimento anual, embora esse crescimento seja superior ao da Região Metropolitana de São Paulo e da média do próprio Estado de São Paulo.

Mesmo que reduzido, o mesmo está aliado à ampliação de suas funções urbanas e conferiram a Campinas as dimensões de metrópole, exercendo influência sobre as vastas áreas do interior. Nota-se, ainda, que os municípios que tangenciam as principais cidades pertencentes às bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí apresentaram crescimento superior em relação a tais cidades. Esse fato denota tendência de crescimento das “cidades-dormitório”, com residentes trabalhadores que são empregados nas cidades pólos, ou, ainda, um incremento nas atividades destes municípios.

No tocante aos municípios mineiros, destaca-se Camanducaia por ser a cidade com maior taxa de crescimento anual (5,98% a.a. no período 1991/2000). Tendo ultrapassado Extrema, se torna o município mineiro mais populoso das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí.

A Tabela 4 apresenta dados da população do censo 2000, por se tratar do principal e mais atual marco demográfico existente e base para as projeções populacionais as quais podem ser utilizadas em projeções futuras de demandas de água para abastecimento público.

Município	População (hab.) – censo demográfico 2000 - IBGE						
	Total	Homens	Mulheres	Urbana	% urbana	Rural	% rural
Águas de São Pedro	1.883	867	1.016	1.883	100,0	0	0,0
Americana	182.593	90.335	92.258	182.159	99,8	434	0,2
Amparo	60.404	30.124	30.280	43.357	71,8	17.047	28,2
Analândia	3.582	1.852	1.730	2.650	74,0	932	26,0
Artur Nogueira	33.124	16.615	16.509	30.464	92,0	2.660	8,0
Atibaia	111.300	55.005	56.295	96.874	87,0	14.426	13,0
Bom Jesus dos Perdões	13.313	6.689	6.624	11.223	84,3	2.090	15,7
Bragança Paulista	125.031	61.902	63.129	111.091	88,9	13.940	11,1
cabreúva	33.100	16.946	16.154	25.760	77,8	7.340	22,2
Campinas	969.396	472.175	497.221	953.218	98,3	16.178	1,7
Campo Limpo Paulista	63.724	31.760	31.964	62.260	97,7	1.464	2,3
Capivari	41.468	20.623	20.845	33.484	80,7	7.984	19,3
Charqueada	13.037	6.561	6.476	11.719	89,9	1.318	10,1
Cordeirópolis	17.591	8.795	8.796	16.068	91,3	1.523	8,7
Corumbataí	3.794	1.985	1.809	1.718	45,3	2.076	54,7
Cosmópolis	44.355	22.215	22.140	42.546	95,9	1.809	4,1
Elias Fausto	13.888	7.144	6.744	10.269	73,9	3.619	26,1
Holambra	7.211	3.689	3.522	3.938	54,6	3.273	45,4
Hortolândia	152.523	76.291	76.232	152.523	100,0	0	0,0
Indaiatuba	147.050	73.436	73.614	144.740	98,4	2.310	1,6
Ipeúna	4.340	2.252	2.088	3.446	79,4	894	20,6
Iracemápolis	15.555	7.851	7.704	14.810	95,2	745	4,8
Itatiba	81.197	40.454	40.743	65.925	81,2	15.272	18,8
Itupeva	26.166	13.410	12.756	19.259	73,6	6.907	26,4
Jaguariúna	29.597	14.938	14.659	25.812	87,2	3.785	12,8
Jarinu	17.041	8.826	8.215	10.984	64,5	6.057	35,5
Joanópolis	10.409	5.306	5.103	10.409	100,0	0	0,0
Jundiaí	323.397	158.591	164.806	300.207	92,8	23.190	7,2
Limeira	249.046	123.609	125.437	238.349	95,7	10.697	4,3
Louveira	23.903	12.118	11.785	21.888	91,6	2.015	8,4

Mairiporã	60.111	30.214	29.897	48.077	80,0	12.034	20,0
Mombuca	3.107	1.588	1.519	2.271	73,1	836	26,9
Monte Alegre do Sul	6.321	3.218	3.103	3.282	51,9	3.039	48,1
Monte Mor	37.340	18.769	18.571	34.173	91,5	3.167	8,5
Morungaba	9.911	5.015	4.896	7.786	78,6	2.125	21,4
Nazaré Paulista	14.410	7.427	6.983	5.830	40,5	8.580	59,5
Nova Odessa	42.071	20.867	21.204	41.110	97,7	961	2,3
Paulínia	51.326	25.688	25.638	50.762	98,9	564	1,1
Pedra Bela	5.609	2.959	2.650	1.205	21,5	4.404	78,5
Pedreira	35.219	17.458	17.761	34.132	96,9	1.087	3,1
Pinhalzinho	10.986	5.691	5.295	5.291	48,2	5.695	51,8
Piracaia	23.347	11.853	11.494	23.347	100,0	0	0,0
Piracicaba	329.158	162.433	166.725	317.374	96,4	11.784	3,6
Rafard	8.360	4.188	4.172	7.169	85,8	1.191	14,2
Rio Claro	168.218	82.232	85.986	163.477	97,2	4.741	2,8
Rio das Pedras	23.494	11.967	11.527	21.954	93,4	1.540	6,6
Saltinho	5.799	2.923	2.876	4.813	83,0	986	17,0
Salto	93.159	46.592	46.567	92.065	98,8	1.094	1,2
Santa Bárbara d`Oeste	170.078	84.943	85.135	167.917	98,7	2.161	1,3
Santa Gertrudes	15.906	8.101	7.805	15.528	97,6	378	2,4
Santa Maria da Serra	4.673	2.440	2.233	3.950	84,5	723	15,5
Santo Antônio de Posse	18.124	9.132	8.992	14.673	81,0	3.451	19,0
São Pedro	27.897	13.749	14.148	22.433	80,4	5.464	19,6
Sumaré	196.723	98.717	98.006	193.937	98,6	2.786	1,4
Tuiuti	4.956	2.554	2.402	2.271	45,8	2.685	54,2
Valinhos	82.973	41.360	41.613	78.506	94,6	4.467	5,4
Vargem	6.975	3.590	3.385	2.610	37,4	4.365	62,6
Várzea Paulista	92.800	46.593	46.207	92.800	100,0	0	0,0
Vinhedo	47.215	23.493	23.722	46.174	97,8	1.041	2,2
<b>SUB-TOTAL PCJ (SP)</b>	<b>4.415.284</b>	<b>2.188.118</b>	<b>2.227.166</b>	<b>4.153.950</b>	<b>94,1</b>	<b>261.334</b>	<b>5,9</b>
Camanducaia	20.537	-	-	14.264	69,5	6.273	30,5
Extrema	19.219	-	-	12.902	67,1	6.317	32,9
Itapeva	7.361	-	-	3.781	51,4	3.580	48,6
Toledo	5.222	-	-	1.952	37,4	3.270	62,6
<b>SUB-TOTAL-PCJ (MG)</b>	<b>52.339</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>32.899</b>	<b>62,86</b>	<b>19.440</b>	<b>37,14</b>
<b>TOTAL - PCJ</b>	<b>4.467.623</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>4.186.849</b>	<b>93,72</b>	<b>280.774</b>	<b>6,28</b>

Segundo dados do censo 2000, a população dos municípios do CBH-PCJ é de 4.467.623 habitantes (63 municípios, incluindo Cabreúva e Mairiporã), sendo 4.415.284 no trecho paulista (98,8%) e 52.339 no trecho mineiro (apenas 1,2%).

Os dez municípios mais populosos são: Campinas (969.396 habitantes), Piracicaba (329.158 hab.), Jundiaí (323.397 hab.), Limeira (249.046 hab.), Sumaré (196.723 hab.), Americana (182.593 hab.), Santa Bárbara D’Oeste (170.078 hab.), Rio Claro (168.218 hab.), Hortolândia (152.523 hab.) e Indaiatuba (147.050 hab.). Perfazem 65,4% da população dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (2.888.182 hab.), ou seja, quase 2/3 do total.

Os dez municípios menos populosos são: Águas de São Pedro (1.883 hab.), Mombuca (3.107 hab.), Analândia (3.582 hab.), Corumbataí (3.794 hab.), Ipeúna (4.340 hab.), Santa Maria da Serra (4.673 hab.), Tuiuti (4.956 hab.), Toledo/MG (5.222 hab.), Pedra Bela (5.609 hab.) e Saltinho (5.799 hab.). Correspondem a apenas 0,97% da população dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (42.965 habitantes).

A taxa de urbanização é de 93,72% nos municípios do CBH-PCJ, sendo 94,08% no trecho paulista e 62,86% (bem menor) no trecho mineiro. Os municípios com maior população rural absoluta são: Jundiaí (23.190), Amparo (17.047), Campinas (16.178), Itatiba (15.272) e Bragança Paulista (13.940). Os municípios com maior população rural relativa são: Pedra Bela (78,5%); Vargem e Toledo/ MG (62,6%); Nazaré Paulista (59,5%) e Corumbataí (54,7%). Os municípios de Águas de São Pedro, Hortolândia, Joanópolis, Piracaia e Várzea Paulista não apresentam população rural.

### **3.4 Uso e ocupação do solo**

Atualmente, o uso do solo é representado em grande parte por culturas de cana-de-açúcar (33,61%) e pastagens (39,06%), sendo que a cana-de-açúcar é cultivada nas áreas de menor declividade.

A agricultura tem apresentado crescimento no território paulista nas últimas décadas, com a intensificação do uso do solo e o aumento da produtividade, ou ainda pela substituição de atividades.

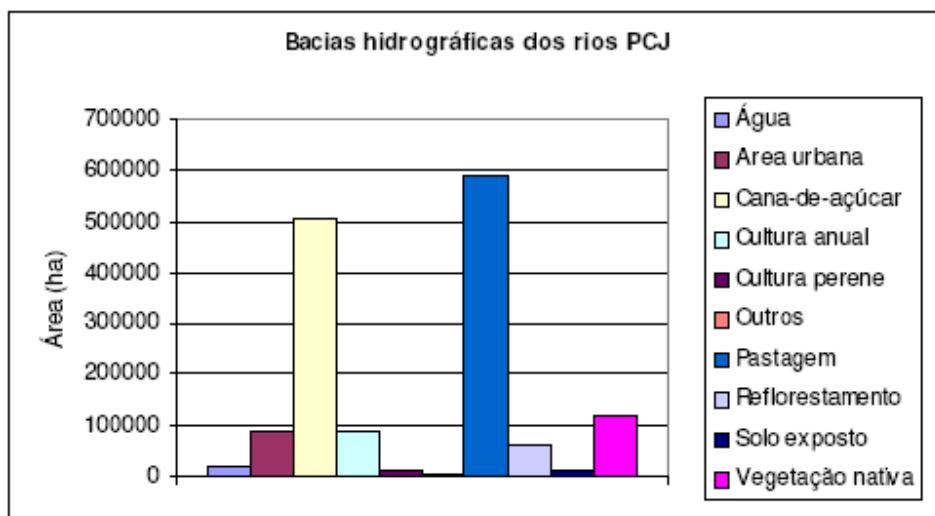
As culturas que tiverem maiores possibilidades de êxito econômico ocuparão as áreas das demais, como tem sido os casos da cana-de-açúcar e da laranja. O reflorestamento também é uma atividade significativa em algumas sub-bacias como a do rio Jundiaí, devido principalmente, à proximidade das indústrias de papel e celulose.

A vegetação original encontra-se apenas em áreas de remanescentes, como nas margens dos cursos d'água e em outras APP e, representa apenas 7,93 % da área das bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí.

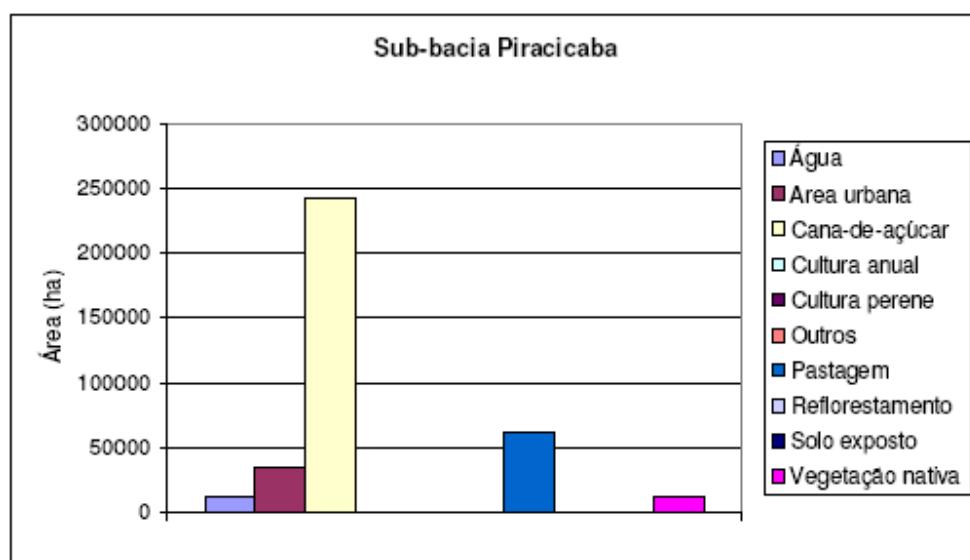
**Tabela 5 -** Distribuição das classes de uso e ocupação da terra nas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí.

Uso e cobertura da terra	Área (há)	%
Água	22098,90	1,47
Área urbana	90378,46	6,00
Cana-de-açúcar	506488,21	33,61
Cultura anual	88962,77	5,90
Cultura perene	14313,07	0,95
Outros	4747,10	0,31
Pastagem	588625,73	39,06
Reflorestamento	60397,68	4,01
Solo exposto	11538,98	0,77
Vegetação nativa	119528,67	7,93
Total	1507079,55	100

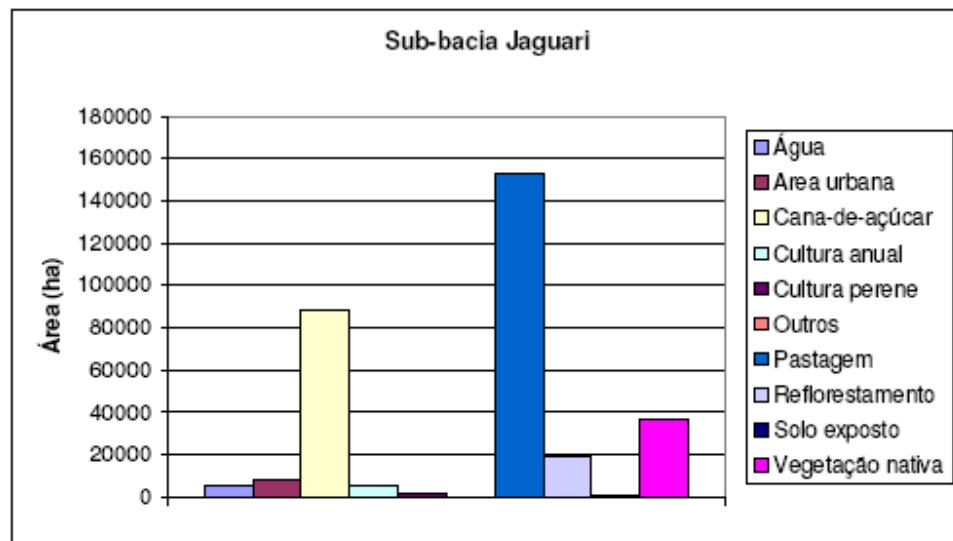
Fonte : IPT (2004)



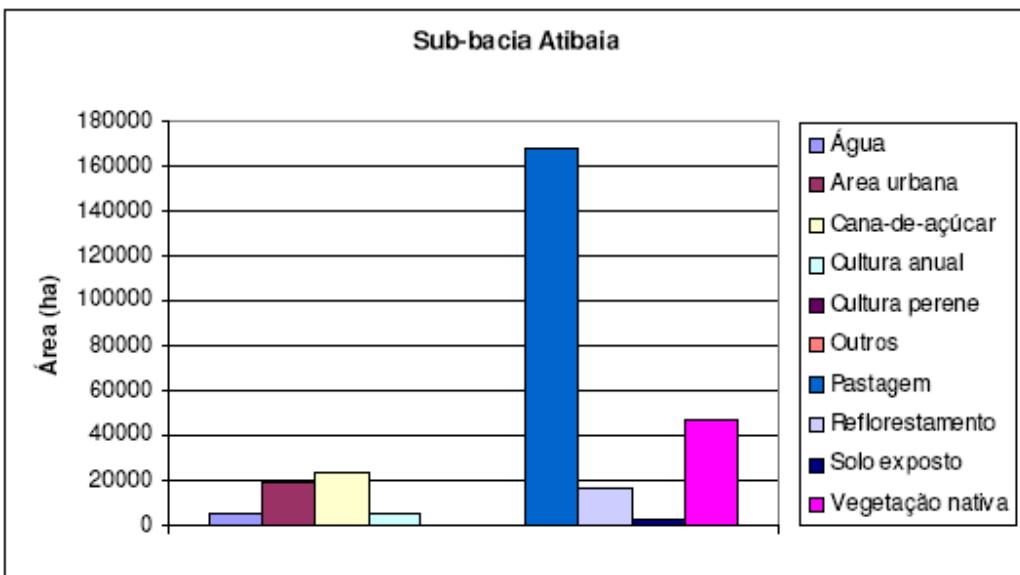
**Figura 8 –** Distribuição das classes de uso/ocupação das terras nas bacias hidrográficas dos Rios PCJ e nas sub-bacias – sub-bacias – 2003.



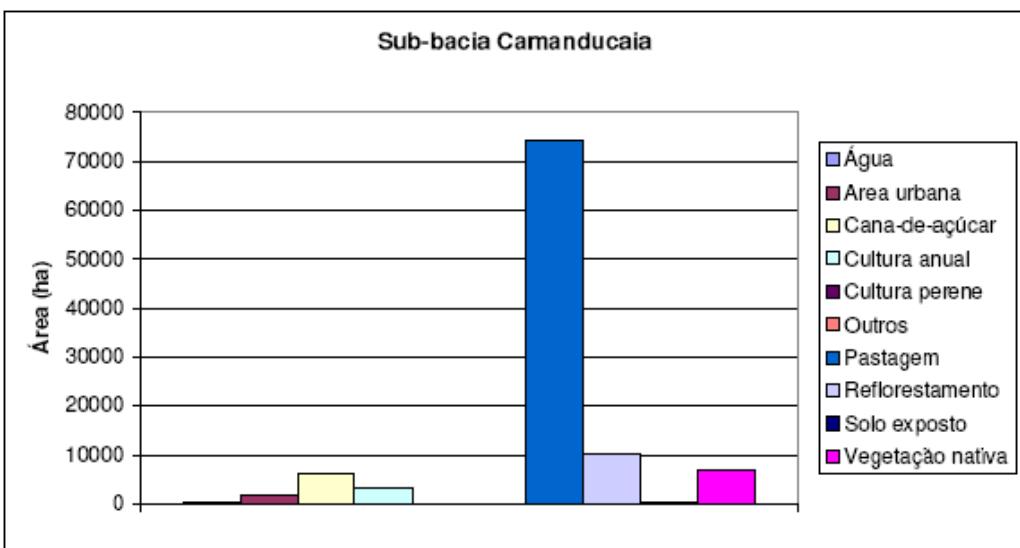
**Figura 9** – Distribuição das classes de uso/ocupação das terras na bacia hidrográfica do Rio Piracicaba – 2003.



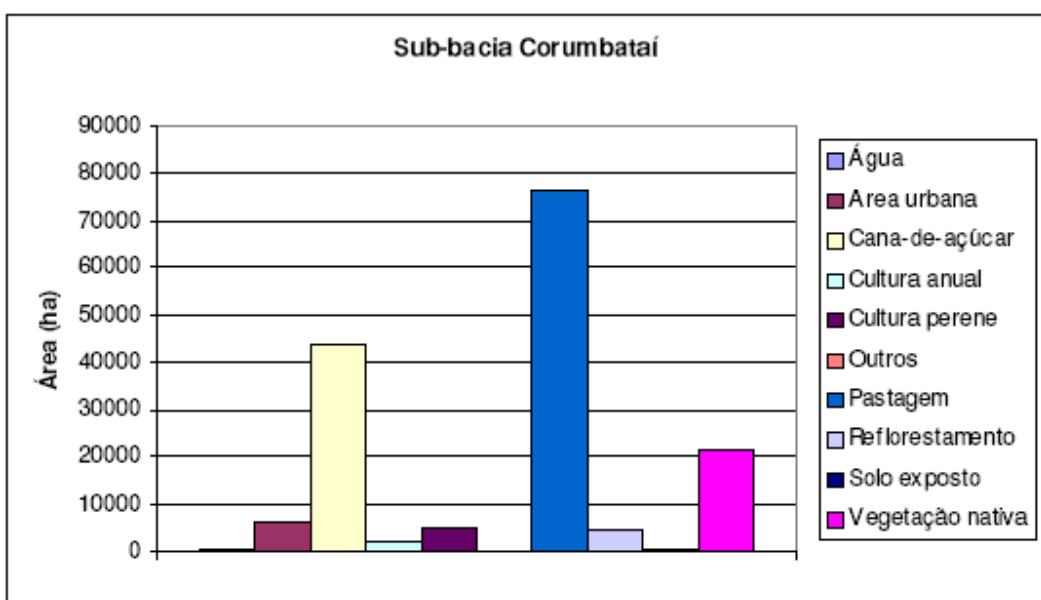
**Figura 10** – Distribuição das classes de uso/ocupação das terras na bacia hidrográfica do Rio Jaguari – 2003.



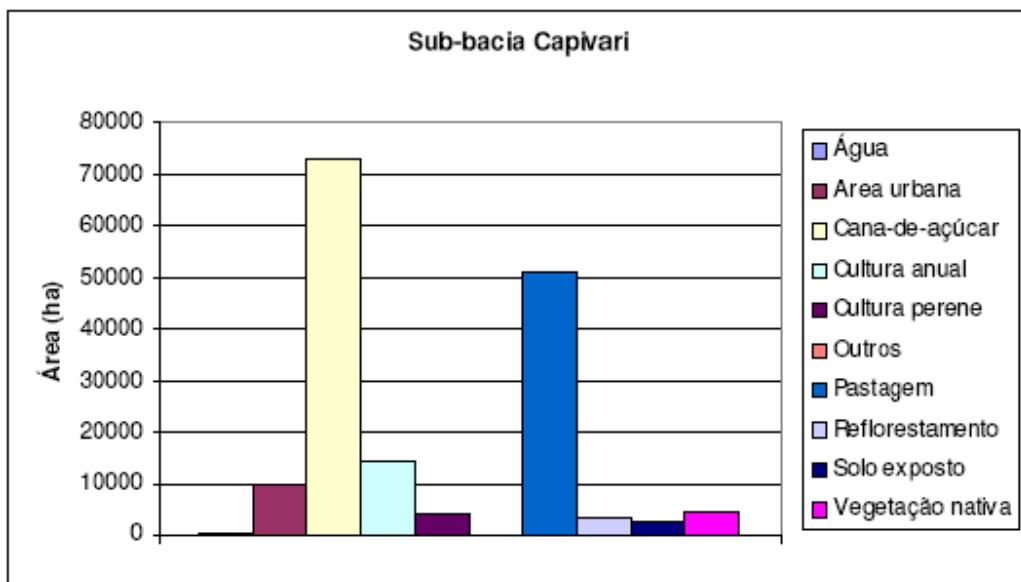
**Figura 11** – Distribuição das classes de uso/ocupação das terras na bacia hidrográfica do Rio Atibaia – 2003.



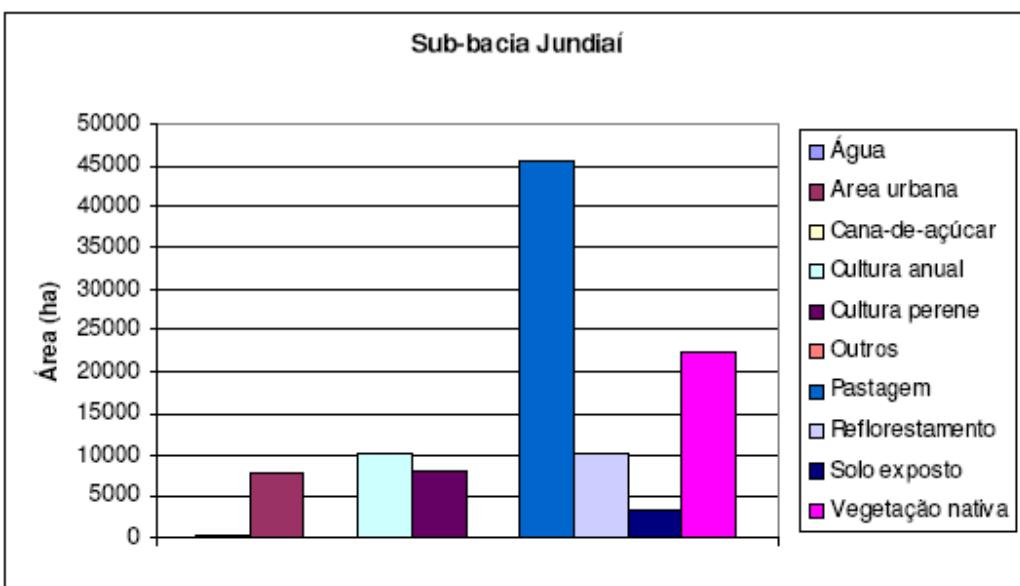
**Figura 12** – Distribuição das classes de uso/ocupação das terras na bacia hidrográfica do Camanducaia – 2003.



**Figura 13 – Distribuição das classes de uso/ocupação das terras na bacia hidrográfica do Rio Corumbataí – 2003.**



**Figura 14 – Distribuição das classes de uso/ocupação das terras na bacia hidrográfica do Rio Capivari – 2003.**



**Figura 15** – Distribuição das classes de uso/ocupação das terras na bacia hidrográfica do Rio Jundiaí – 2003.

## 3.5 Caracterização dos Recursos Hídricos

### 3.5.1 Disponibilidade hídrica

#### 3.5.1.1 Superficial

Como linha geral, os trabalhos de hidrologia superficial para a elaboração de diagnósticos da situação de recursos hídricos devem conduzir à avaliação das disponibilidades hídricas superficiais e das demandas nas bacias hidrográficas. Isto envolve o estudo da variação sazonal da disponibilidade hídrica, baseando-se principalmente, na análise mensal das precipitações e das vazões médias.

As tabelas 6, 7 e 8 apresentam valores correspondentes à área de drenagem das sub-bacias em estudo. Estes são dados importantes para a seqüência do trabalho.

**Tabela 6** - Sub-bacias hidrográficas do rio Piracicaba.

Sub-bacia	Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	Área de drenagem (%)
Piracicaba	3.700,79	29,4
Corumbataí	1.679,19	13,4
Jaguari	3.290,00	26,2
Atibaia	2.868,74	22,8
Camanducaia	1.030,00	8,2
<b>Total</b>	<b>12.568,72</b>	<b>100</b>

Fonte : Comitê de Bacias Hidrográficas – PCJ (2002/2003)

**Tabela 7** - Bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí.

Sub-bacias	Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	Área de drenagem (%)
Piracicaba	12.568,72	82,1
Jundiaí	1.114,03	7,3
Capivari	1.620,92	10,6
<b>Total</b>	<b>15.303,67</b>	<b>100</b>

Fonte : Comitê de Bacias Hidrográficas – PCJ (2002/2003)

Na Tabela 8 estão relacionados os índices fisiográficos: Área de drenagem; extensão do rio principal, ou seja, comprimento axial da bacia; índice de forma, que é a relação entre a largura média da bacia e o seu comprimento axial e coeficiente de compacidade, que é a relação entre o perímetro real da bacia e o perímetro de um círculo com área equivalente a da bacia.

**Tabela 8** - Parâmetros fisiográficos e hidrológicos das bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí.

Bacia	Área (km <sup>2</sup> )	Extensão do rio principal (km)	Perímetro da bacia (km)	Índice de Forma	Coeficiente de Compacidade
Sub-bacia hidrográfica do Rio Piracicaba					
Rio Piracicaba	3.700,79	167,75	430,14	0,132	1,979
Rio Jaguari	3.290,00	238,86	497,3	0,058	2,427
Rio Atibaia	2.868,74	230,18	397,56	0,054	2,078
Rio Corumbataí	1.679,19	108,99	211,92	0,141	1,448
Rio Camanducaia	1.030,00	113,2	225,14	0,08	1,964
Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí					
Piracicaba	12.568,72	406,61	812,63	0,076	2,029
Jundiaí	1.114,03	104,09	198,83	0,103	1,668
Capivari	1.620,92	171,34	259,001	0,055	1,801

Fonte : Comitê de Bacias Hidrográficas – PCJ (2002/2003)

### 3.5.1.2 Pluviometria

Os estudos realizados sobre o comportamento das precipitações pluviais buscaram realizar um levantamento das características relacionadas à pluviometria nas bacias em estudo, visando representar as normais climatológicas

Após a seleção dos postos, os dados foram tabulados e quantificados de tal forma que fosse possível à elaboração de gráficos e tabelas contendo tanto os valores de precipitação, com uma série histórica de 15 anos visando dados consistentes( foi utilizado 30 anos quando existentes os dados), como os valores médios mensais das séries históricas disponíveis que, consequentemente, representassem a normal climatológica de cada posto estudado.

A titularidade das estações, em sua maioria, pertencentes ao DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica

A Tabela 9 apresenta a relação das estações pluviométricas utilizadas neste estudo, bem como sua localização e outras características. Para cada estação pluviométrica foram quantificados, ao longo do horizonte de tempo disponível, os valores mensais de: (i) totais de precipitação; (ii) máximos totais de precipitação observados; (iii) valores totais e máximos diárias nos anos de 2003 e 2004. Os valores de cada estação pluviométrica serão apresentados no final do projeto na forma de anexos

Foi realizado o levantamento dos dados pluviométricos dos postos pluviométricos apresentados na tabela 9. Foram analisados dados pluviométricos dos anos de 1990 a 2004, de modo a apresentar dados confiáveis.

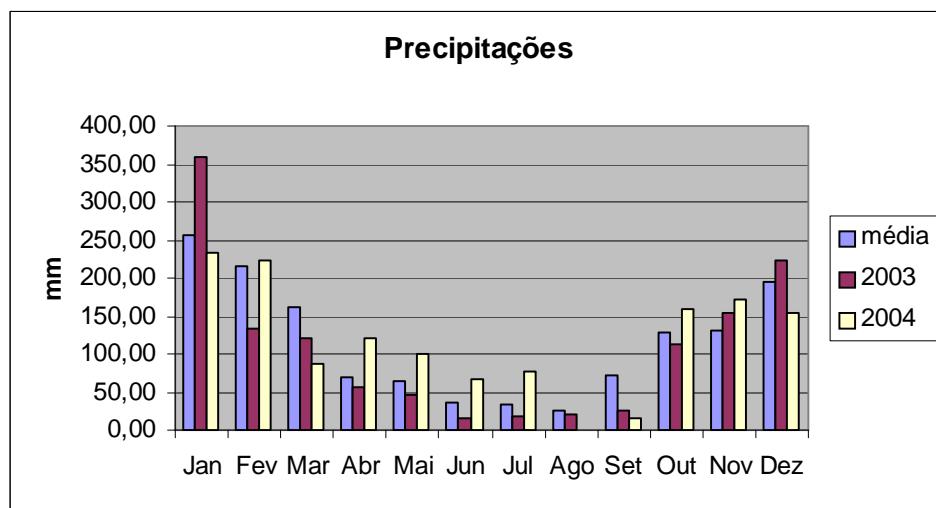
**Tabela 9 – Postos pluviométricos selecionados no estudo.**

Município	Prefixo	Nome	Altitude	Latitude	Longitude	Bacia
Americana	D4-004	Americana	540 m	22°42'	47°17'	Piracicaba
Campinas	D4-044	Campinas	710 m	22°53'	47°05'	Piracicaba
Limeira	D4-064	Limeira	640 m	22°34'	47°22'	Piracicaba
Piracicaba	D4-104	Piracicaba	500 m	22°43'	47°39'	Piracicaba
Anhembi	D5-044	Faz. do Barreiro Rico	560 m	22°41'	48°07'	Piracicaba
Anhembi	D5-086	Faz. Boa Vista	460 m	22°38'	48°12'	Piracicaba
Jundiaí	E3-053	Ermida	730 m	23°12'	46°59'	Jundiaí
Indaiatuba	E4-015	Indaiatuba	630 m	23°05'	47°13'	Jundiaí
Indaiatuba	E4-124	Faz. Santa Rita	700 m	23°10'	47°08'	Jundiaí
Rio das Pedras	D4-068	Rio das Pedras	615 m	22°52'	47°37'	Capivari
Capivari	D4-069	Capivari	500 m	23°00'	47°30'	Capivari
Rancharia	D7-036	Rancharia	550 m	22°13'	50°53'	Capivari
Rio Claro	D4-016	Faz. São Jose	600 m	22°20'	47°29'	Corumbataí
Analândia	D4-035	Analândia	660 m	22°08'	47°40'	Corumbataí
Itirapina	D4-036	Graúna	610 m	22°18'	47°45'	Corumbataí
Corumbataí	D4-043	Corumbataí	600 m	22°13'	47°37'	Corumbataí
Moji Mirim	D3-009	Martim Francisco	590 m	22°31'	46°57'	Jaguari
Vargem	D3-018	Vargem	940 m	22°54'	46°25'	Jaguari
Pedreira	D3-052	Pedreira	590 m	22°45'	46°56'	Jaguari
Bragança Paulista	D3-069	Barreiro	770 m	22°57'	46°42'	Atibaia
Amparo	D3-023	Arcadas	660 m	22°43'	46°50'	Camanducaia
Monte Alegre do Sul	D3-027	Monte Alegre do Sul	750 m	22°42'	46°40'	Camanducaia
Pinhalzinho	D3-036	Pinhalzinho	880 m	22°47'	46°36'	Camanducaia

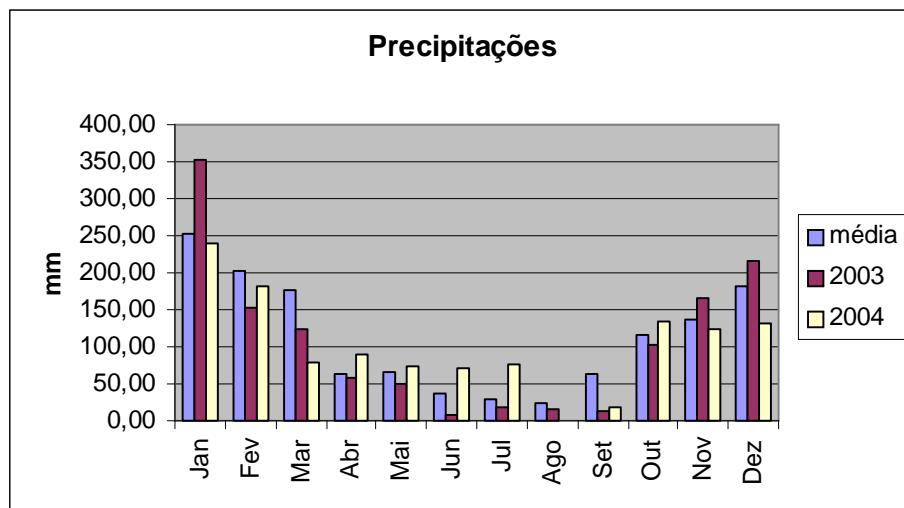
Utilizando dados fornecidos no site do DAEE, sendo os postos pluviométricos relacionados anteriormente, seguem abaixo os valores médios mensais de precipitação no período de 1990 a 2004, e os valores médios mensais dos anos de 2003 e 2004.

**Tabela 10 - Precipitações em mm.**

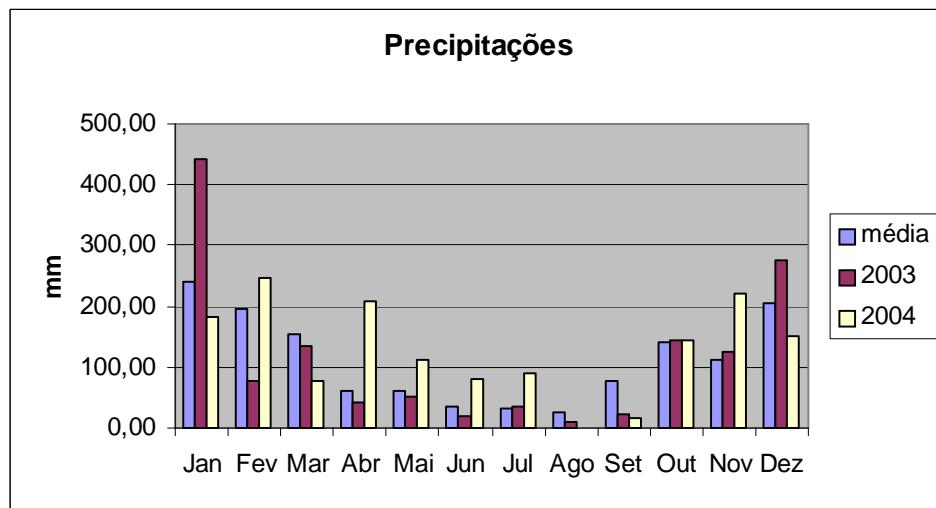
Piracicaba	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
<b>média</b>	253,35	203,51	175,43	63,98	66,60	35,88	30,08	23,50	63,57	115,41	137,71	181,98
<b>2003</b>	351,98	152,92	123,36	59,12	49,76	7,06	17,16	15,74	14,04	103,58	164,60	215,52
<b>2004</b>	239,28	180,50	78,62	89,24	73,40	70,86	76,94	0,22	18,24	134,50	123,30	132,60
Atibaia	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
<b>média</b>	240,31	196,82	152,83	62,49	61,81	34,99	30,93	24,06	75,78	142,03	112,49	205,69
<b>2003</b>	441,80	76,30	136,10	42,90	52,50	18,50	34,70	9,20	22,70	145,10	126,50	276,80
<b>2004</b>	184,00	245,20	76,50	207,40	110,60	79,60	90,70	0,00	15,60	143,40	221,20	149,40
Camanducaia	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
<b>média</b>	268,86	216,03	174,68	79,26	71,77	37,22	31,84	29,69	83,90	164,26	149,60	210,33
<b>2003</b>	389,90	126,33	115,13	63,27	52,77	2,97	6,37	21,40	20,53	139,13	199,37	289,00
<b>2004</b>	237,23	192,77	117,13	146,70	145,07	79,47	88,03	0,50	25,83	189,20	169,00	188,10
Jaguari	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
<b>média</b>	259,94	235,98	164,49	77,55	66,09	37,90	34,76	25,18	78,05	138,86	134,40	215,71
<b>2003</b>	341,67	134,13	120,25	59,43	40,10	11,10	8,30	19,43	36,23	138,63	177,27	239,13
<b>2004</b>	224,37	197,67	93,97	85,40	101,57	81,27	68,90	0,33	21,60	216,20	166,20	172,90
Corumbataí	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
<b>média</b>	279,18	249,10	177,19	73,79	63,74	36,63	25,38	23,89	70,34	125,11	142,44	210,23
<b>2003</b>	372,70	132,40	82,08	43,70	49,70	28,80	3,95	17,48	14,55	104,85	124,13	259,73
<b>2004</b>	329,45	344,20	128,90	150,18	97,98	42,18	69,58	0,00	10,78	-	-	-
Capivari	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
<b>média</b>	242,26	206,98	152,54	72,30	70,81	39,70	35,68	26,35	61,71	107,49	123,35	162,80
<b>2003</b>	340,27	164,85	91,05	93,70	49,90	30,67	30,85	23,13	45,80	94,25	123,55	136,50
<b>2004</b>	204,17	217,73	75,43	101,40	131,87	65,13	79,40	0,23	5,67	136,40	163,10	137,10
Jundiaí	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
<b>média</b>	250,61	205,84	142,16	50,07	55,72	35,25	37,87	26,54	72,12	112,48	114,72	186,04
<b>2003</b>	280,63	139,07	178,43	33,63	36,60	1,13	26,67	32,40	25,73	57,77	154,30	147,63
<b>2004</b>	218,27	180,53	48,67	63,03	42,33	49,47	73,50	2,30	3,60	130,90	190,90	144,30
Global	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
<b>média</b>	256,36	216,32	162,76	68,49	65,22	36,79	32,36	25,60	72,21	129,38	130,67	196,11
<b>2003</b>	359,85	132,29	120,91	56,54	47,33	14,32	18,28	19,83	25,66	111,90	152,82	223,47
<b>2004</b>	233,82	222,66	88,46	120,48	100,40	66,85	78,15	0,51	14,47	158,43	172,28	154,07



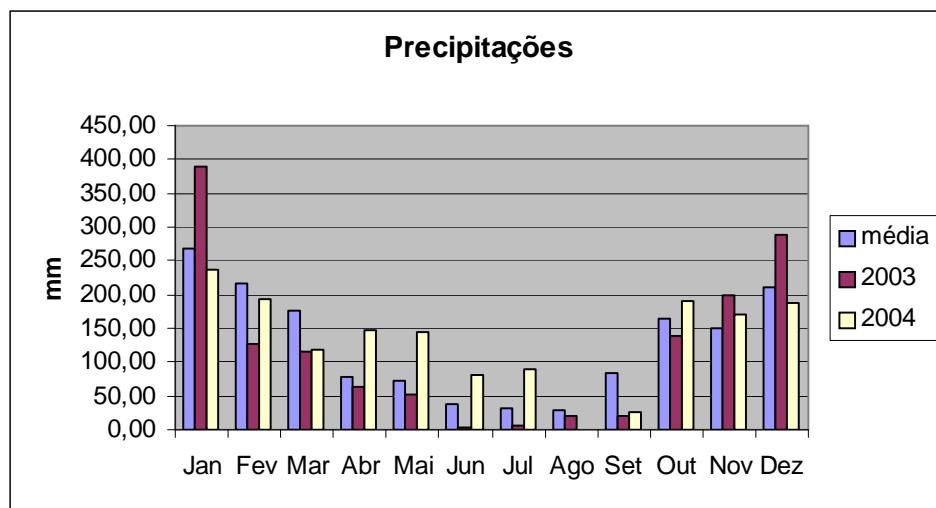
**Figura 16** - Precipitações médias mensais em mm (global).



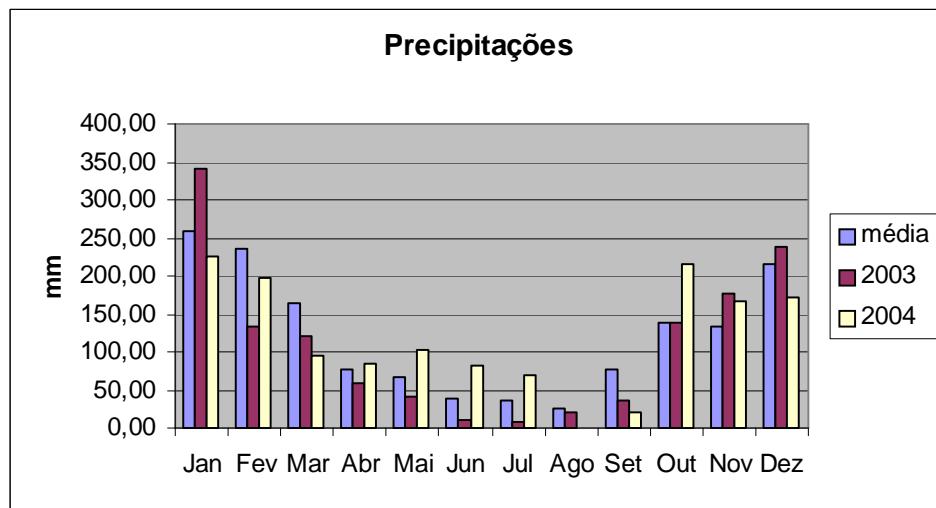
**Figura 17** - Precipitações médias mensais em mm da sub-bacia do Piracicaba.



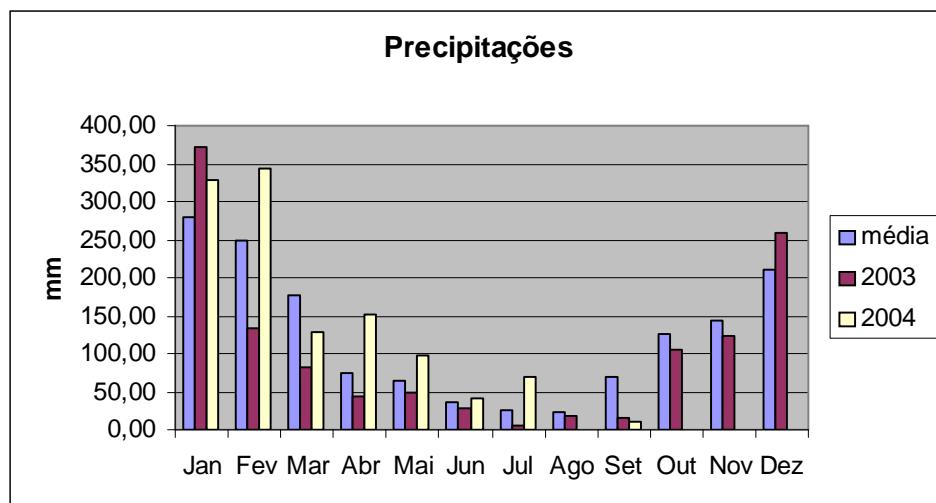
**Figura 18 - Precipitações médias mensais em mm da sub-bacia do Atibaia.**



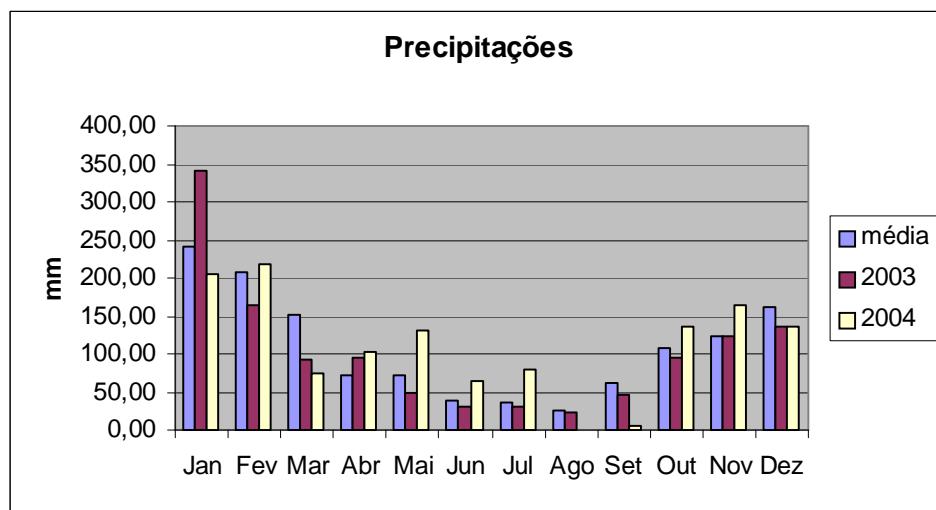
**Figura 19 - Precipitações médias mensais em mm da sub-bacia do Camanducaia.**



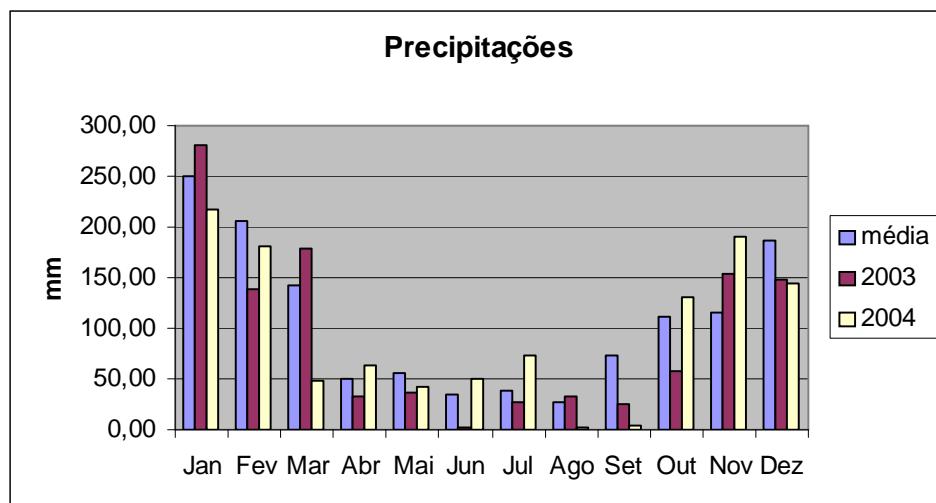
**Figura 20** - Precipitações médias mensais em mm da sub-bacia do Jaguari.



**Figura 21** - Precipitações médias mensais em mm da sub-bacia do Corumbataí.



**Figura 22 - Precipitações médias mensais em mm da sub-bacia do Capivari.**



**Figura 23 - Precipitações médias mensais em mm da sub-bacia do Jundiaí.**

### **3.5.1.3 Fluviometria**

Na área das bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí encontram-se instaladas um total de 60 estações fluviométricas, sendo que, neste trabalho, foram estudadas as estações com dados do período de 1990 a 2004.

As estações existentes, pertencem às entidades: Agência Nacional de Águas (09), Departamento de Águas e Energia Elétrica (19), Cia. de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (19), e Cia. Paulista de Força Luz (04).

A relação das estações utilizadas no estudo está apresenta na Tabela 11.

**Tabela 11 – Estações fluviométricas selecionadas no estudo.**

Município	Prefixo	Nome	Latitude	Longitude	Área (Km <sup>2</sup> )	Curso d'Água
Monte Alegre do Sul	3D-002	Monte Alegre do Sul	22°41'44"	46°40'25"	387	Camanducaia/Guardinha,r (da)
Campinas	3D-003	Desembargador Furtado	22°46'10"	46°59'22"	2490	Atibaia,r
Itatiba	3D-006	Bairro da Ponte	22°58'59"	46°49'46"	1920	Atibaia,r
Cosmópolis	4D-001	Usina Ester	22°39'26"	47°12'53"	3394	Jaguari,r
Piracicaba	4D-007	Artemis	22°40'45"	47°46'31"	10918	Piracicaba,r
Piracicaba	4D-021	Recreio	22°34'53"	47°41'01"	1581	Corumbataí,r
Analândia	4D-023	Analândia	22°07'44"	47°40'02"	59	Corumbataí,r

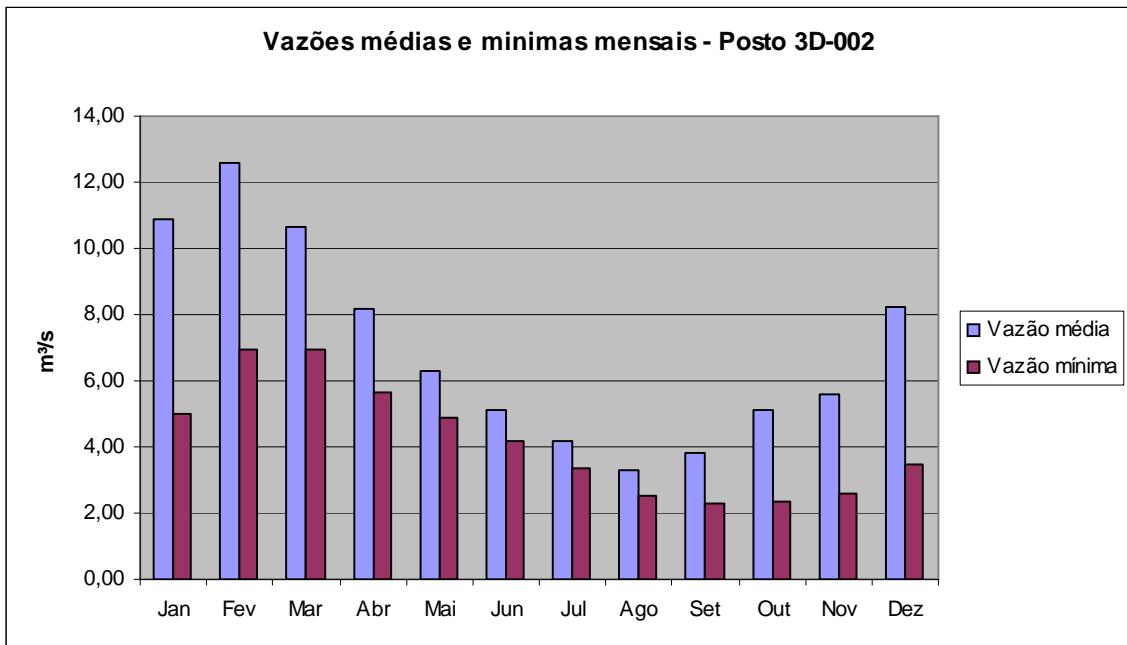
### **Regime das vazões médias e mínimas dos cursos d'água**

O objetivo da caracterização do regime anual das vazões dos rios que compõe a área de estudo é fornecer aos usuários de água das bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí um melhor conhecimento da distribuição dos períodos de cheias e de estiagem dos respectivos cursos d'água.

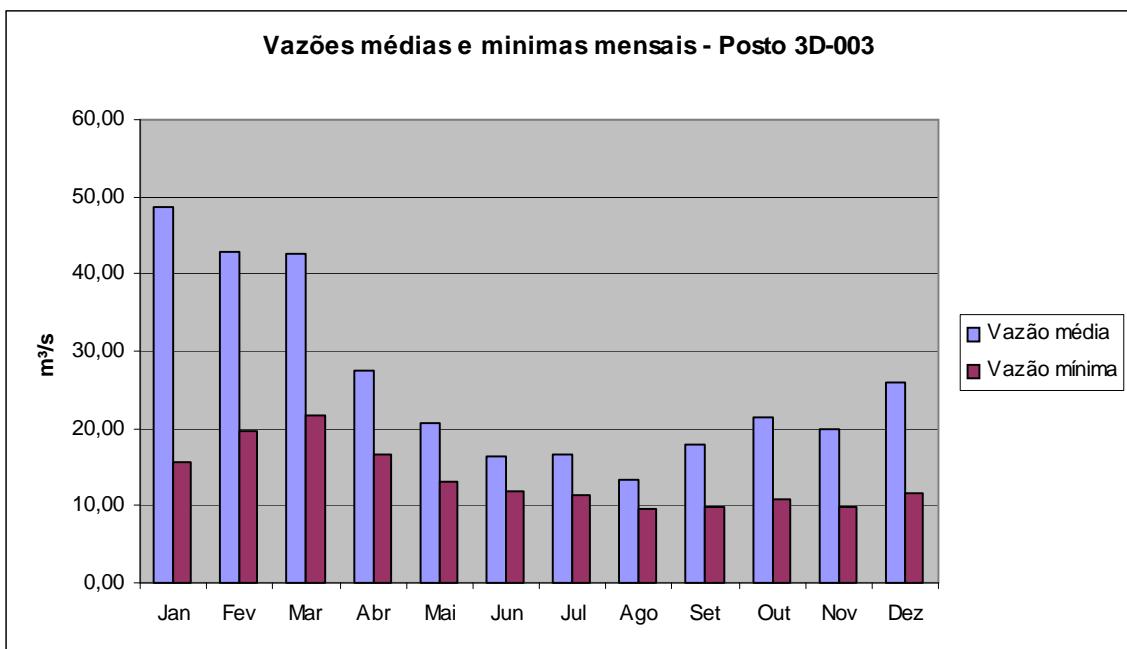
Para se caracterizar o regime anual das vazões, necessita-se da elaboração de fluviogramas das vazões médias e das mínimas mensais. Estes são apresentados das Figuras 24 a 30 e a tabela com apresentação numérica é exibida a seguir:

**Tabela 12 - Valores de vazões médias e mínimas mensais para cada posto estudado:**

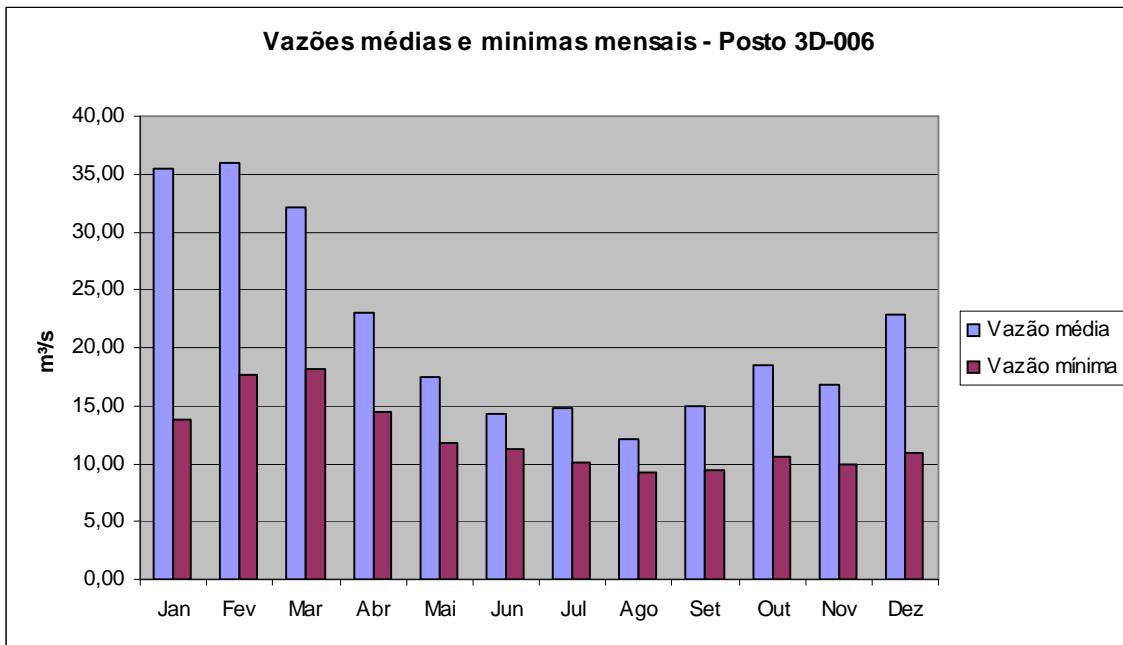
Código	Meses											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
3D-002												
med	10,90	12,56	10,65	8,20	6,32	5,14	4,20	3,27	3,82	5,09	5,57	8,26
min	5,01	6,92	6,94	5,67	4,88	4,19	3,35	2,55	2,28	2,38	2,61	3,49
3D-003	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
med	48,75	42,75	42,67	27,50	20,67	16,45	16,71	13,39	17,97	21,47	19,80	25,86
min	15,63	19,78	21,56	16,74	13,21	11,85	11,40	9,68	9,95	10,94	9,81	11,69
3D-006	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
med	35,44	36,02	32,07	23,10	17,42	14,34	14,71	12,13	15,02	18,57	16,76	22,80
min	13,79	17,57	18,11	14,44	11,78	11,33	10,15	9,27	9,42	10,56	9,93	10,91
4D-001	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
med	64,78	69,79	53,11	40,43	28,08	22,83	18,78	15,27	18,71	25,68	26,53	40,83
min	24,83	35,68	29,83	25,63	19,83	17,89	14,92	11,97	11,35	13,78	13,59	17,57
4D-007	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
med	206,27	231,99	183,10	130,56	100,12	83,76	67,19	54,00	65,01	83,28	93,48	131,65
min	89,89	126,65	111,97	90,49	76,39	63,70	53,67	40,18	39,76	45,04	48,26	62,87
4D-021	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
med	35,84	45,60	42,58	23,36	16,49	13,84	10,53	9,01	12,39	12,88	21,93	26,09
min	12,61	17,79	18,64	14,80	11,93	9,79	8,49	7,47	7,61	7,07	7,64	8,79
4D-023	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
med	1,30	1,86	1,61	1,34	1,19	1,10	1,04	1,01	0,99	0,92	1,00	1,12
min	0,83	1,17	1,15	1,14	1,05	0,98	0,95	0,90	0,81	0,72	0,73	0,73



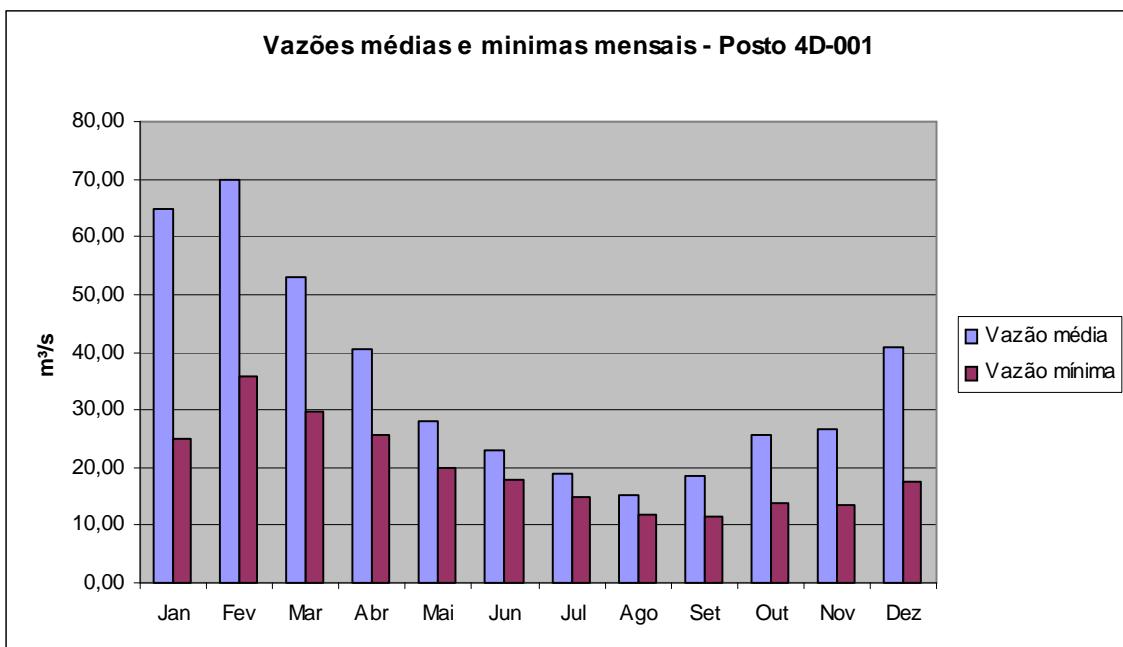
**FIGURA 24 – Fluviograma das descargas médias e mínimas mensais (Posto 3D-002).**



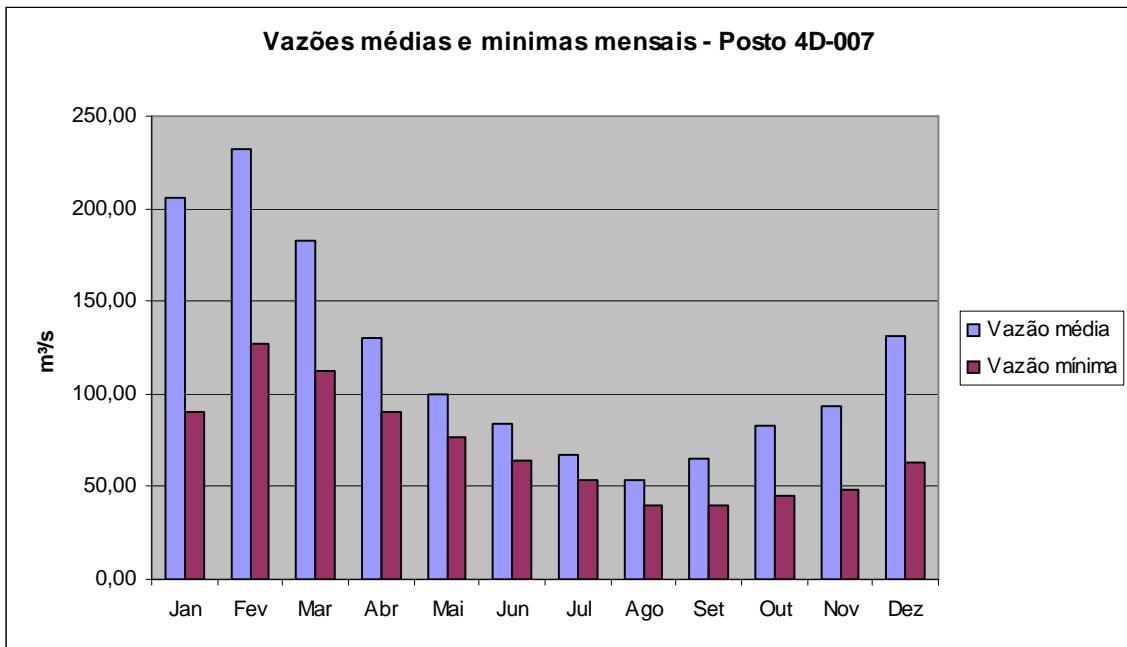
**FIGURA 25 – Fluviograma das descargas médias e mínimas mensais (Posto 3D-003).**



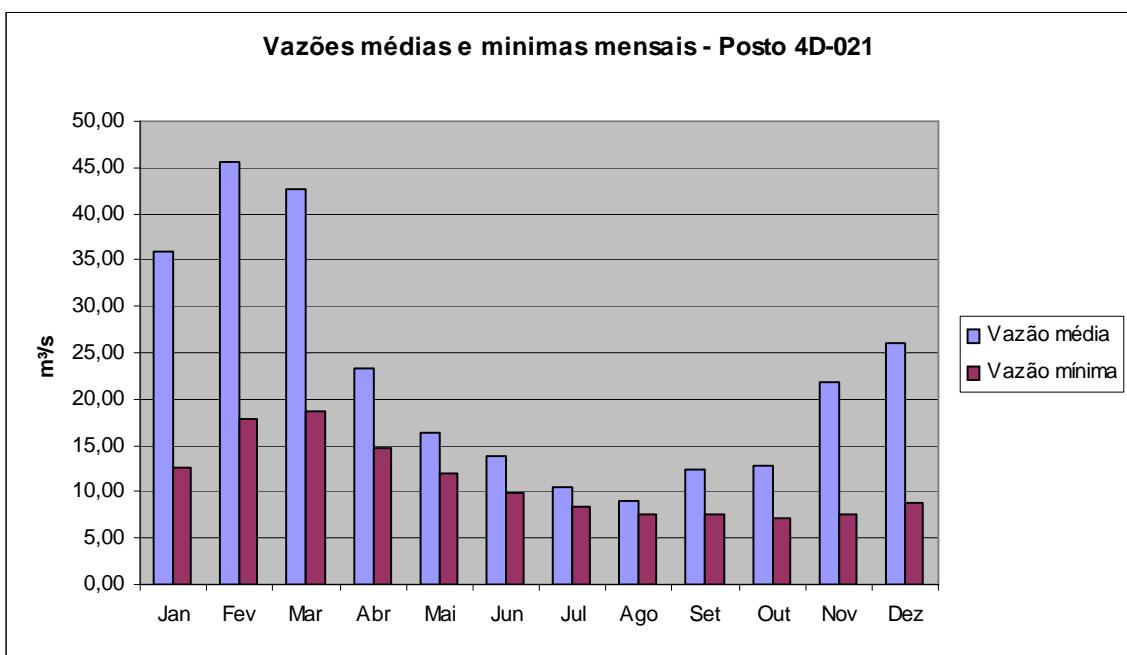
**FIGURA 26** – Fluviograma das descargas médias e mínimas mensais  
(Posto 3D-006).



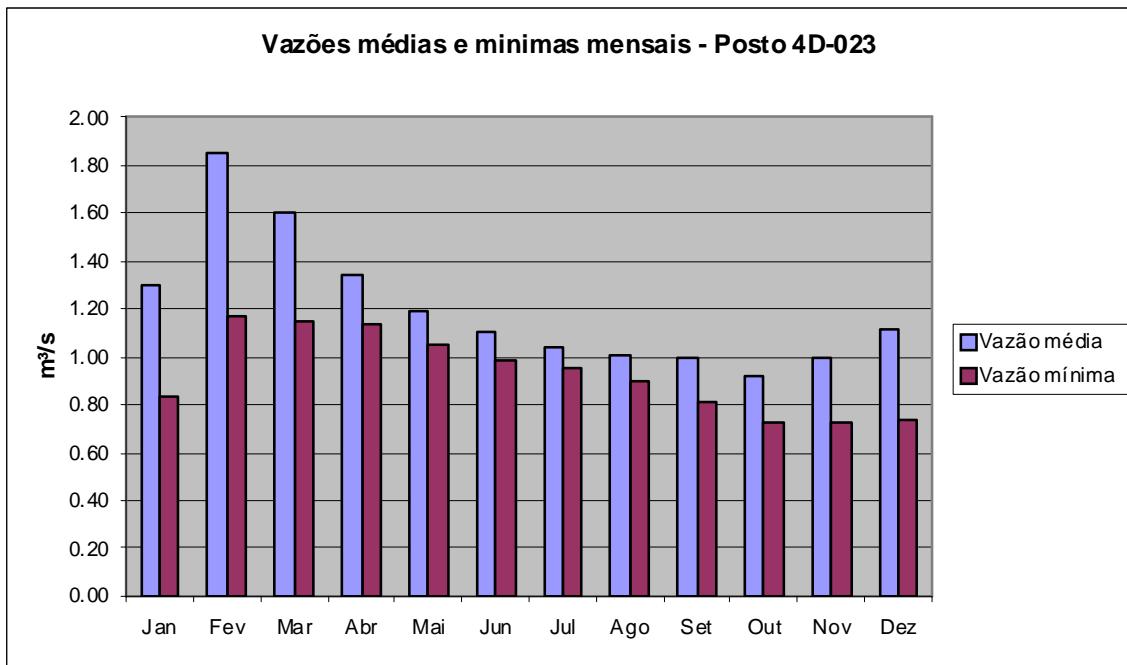
**FIGURA 27** – Fluviograma das descargas médias e mínimas mensais  
(Posto 4D-001).



**FIGURA 28** – Fluviograma das descargas médias e mínimas mensais  
(Posto 4D-007).



**FIGURA 29** – Fluviograma das descargas médias e mínimas mensais  
(Posto 4D-021).



**FIGURA 30 – Fluviograma das descargas médias e mínimas mensais  
(Posto 4D-023).**

## **4 Materiais e Métodos**

### **4.1 Considerações para o Levantamento de Dados para utilização do Softwear Mike Basin**

Para a realização do trabalho, foi necessária a obtenção de dados consistentes, de forma que foi utilizado o “Relatório da Situação dos Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí” 2002/2003 como consulta tanto para os valores de outorgas de lançamento e captação, material esse publicado pelo Comitê das Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí em dezembro de 2004, e elaborado pela IRRIGART (*Engenharia e consultoria em Recursos Hídricos e Meio Ambiente LTDA*).

Outro aspecto a se ressaltar é o fato de serem considerados apenas os recursos superficiais, não sendo suficiente para um balanço com maior exatidão dos recursos hídricos da unidade de gerenciamento, já que para um balanço mais estruturado, é necessária uma interdependência das águas superficiais, subterrâneas e meteóricas, como já é explicitado pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH em sua Câmera Técnica de Águas Subterrâneas resolve que (CNRH Nº 15/01):

“Art. 2º Na formulação de diretrizes para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos deverá ser considerada a interdependência das águas superficiais, subterrâneas e meteóricas.”

## **4.2 Obtenção e Tratamento dos Dados**

Como dito anteriormente os dados foram obtidos em sua maioria do “Relatório da Situação dos Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí”.

Contudo mesmo com a grande quantidade de dados relevantes no material consultado, pode-se observar a falta de dados referentes a vazões locais nos corpos hídricos ( diferentes pontos no mesmo rio), precipitações, entre outros, para a realização mais precisa do trabalho, já que muitos dados necessitariam ser obtidos em campo, e alguns desses dados são exibidos de forma inconsistente ao público, além do grande número de rios e córregos que atendem o abastecimento das populações e rebanhos em vilas, povoados, sítios e fazendas, na zona rural dos municípios, usos estes isentos de outorga segundo a PORTARIA DAEE Nº 2292 de 14 de dezembro de 2006.

Contudo, o balanço hídrico foi realizado após análises tanto das outorgas já relacionadas no relatório, como muitas fornecidas no site do DAEE, de forma que mesmo impreciso, pode-se ter uma simulação pelo softwear MIKE BASIN com qualidade, porém incoerente com a realidade em alguns aspectos.

Na UGRHI, a vazão determinadas pelas 1011 outorgas de captação superficial, soma 45 m<sup>3</sup>/s sendo 2,38 m<sup>3</sup>/s correspondente às captações destinadas ao uso rural, incluindo diferentes atividades relacionadas, e 42,62 m<sup>3</sup>/s destinadas ao uso urbano, considerado no caso como abastecimento, uso industrial, mineração e outros.

Já a vazão outorgada para o lançamento, pelas 816 outorgas, totaliza 32,7 m<sup>3</sup>/s sendo 0,93 m<sup>3</sup>/s correspondente aos lançamentos rurais, e 31,77 m<sup>3</sup>/s resultado de lançamentos urbanos. A divisão por sub-bacia é apresentada na Tabela 13.

**Tabela 13 – Distribuição e vazão outorgada dos pontos de captação e lançamento por sub-bacias**

Sub Bacia	Captação		Lançamento	
	Nº de outorgas	Vazão (m <sup>3</sup> /s)	Nº de outorgas	Vazão (m <sup>3</sup> /s)
Corumbataí	101	3,682	71	0,807
Atibaia	205	10,655	166	6,122
Jaguari	154	7,827	103	2,068
Camanducaia	113	1,038	83	0,305
Piracicaba	230	16,670	180	17,206
Capivari	125	3,054	127	3,602
Jundiaí	83	2,079	86	2,587
<b>TOTAL</b>	<b>1011</b>	<b>45,004</b>	<b>816</b>	<b>32,697</b>

Já os dados relativos à precipitação foram retirados parte do Relatório da Situação dos Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, e parte do DAEE, utilizando para os cálculos a Média dos totais mensais da série histórica. Os postos utilizados foram apresentados anteriormente.

#### 4.3 Metodologia

Para o trabalho, o procedimento adotado buscou representar toda a unidade, mesmo sabendo que para um escopo grande, os erros seriam maiores. Contudo, para o desenvolvimento, foi escolhida uma abordagem mais detalhada, visando observar as vazões tanto pontuais para determinadas áreas, como a vazão ao longo de toda a bacia.

Mesmo sendo de difícil estruturação, a opção selecionada para o trabalho poderia levar a análises tanto pontuais como globais em relação aos usos e à disponibilidade hídrica, podendo assim determinar áreas de escassez como áreas de conflitos de uso, e auxiliar ao mesmo tempo futuras intervenções.

Desta forma, já utilizando o programa, foi realizada uma divisão dentro das sub bacias, formando algumas “microbacias” visando assim gerar um acompanhamento do balanço hídrico (superficial), regionalizando assim as outorgas agora para essas menores áreas.

Um fato observado foi que um grande número de captações e lançamentos se concentram em regiões específicas, geralmente nas proximidades dos centros urbanos ou ao longo de um pequeno trecho de um corpo d’água, algumas dessas receberão áreas específicas determinadas no programa, entretanto a divisão das sub-bacias focou em seu curso principal.

#### **4.4 Regionalização**

Visando gerar um balanço tanto pontual como interagir as pequenas áreas de forma a ter uma visualização global, foi necessária a determinação de algumas prioridades para a regionalização das outorgas nessas “microbacias”.

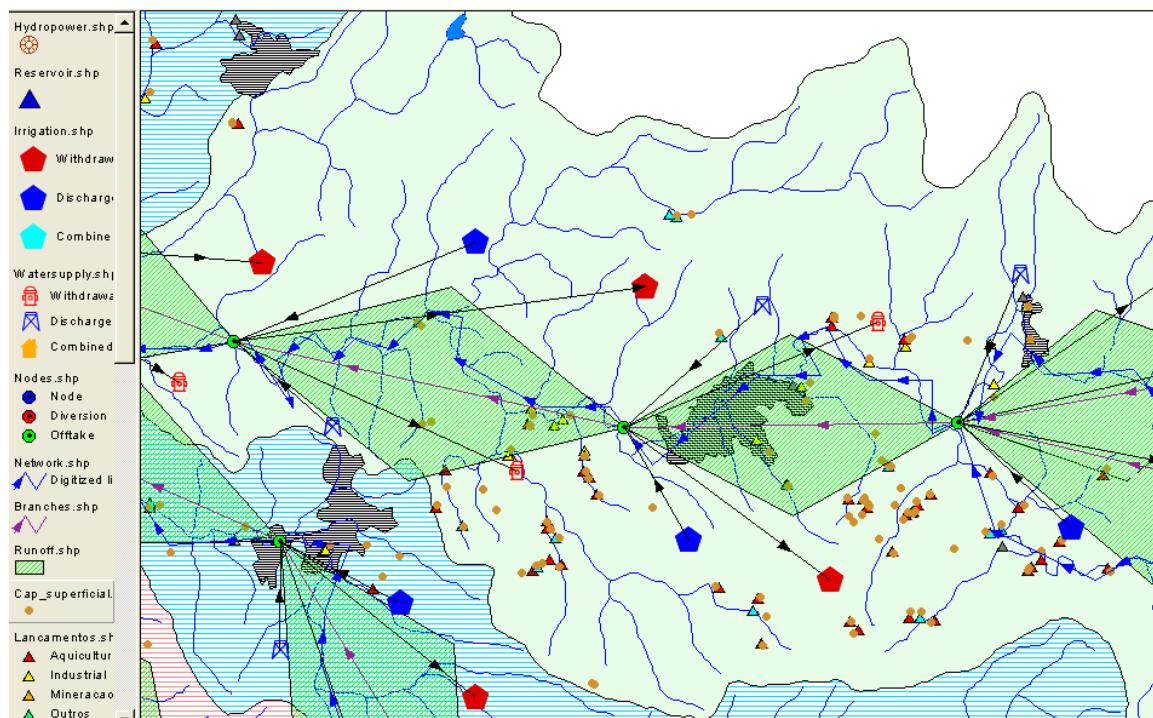
Desta forma, os dados de vazões outorgadas obtidas no Relatório da Situação dos Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, passaram por análise inicial, visando à exclusão dos dados que possuíam informações inconsistentes ou falta de informação.

Todas as outorgas utilizadas no projeto são apresentadas em anexo, sendo os relativos a captação superficial no Anexo A, onde se pode observar as características das outorgas. O Anexo B exibe as outorgas relativas ao lançamento.

Após breve análise, foi iniciada uma regionalização, de forma que a divisão da sub-bacia se baseou em separar aspectos pertinentes, visando observar o balanço nas regiões dos centros urbanos, possibilitando assim observar possíveis conflitos de usos para diferentes regiões dentro da mesma sub-bacia.

Para exemplificar, temos a Figura 31, demonstrando a forma como estão localizados os pontos em uma sub-bacia, pontos nos quais são adicionados os valores de vazões relativos às outorgas. Vale ressaltar que o posicionamento dos pontos na figura não representam localização, já que eles representam todas as outorgas da “microbacia” determinada.

O trabalho poderia ser realizado focando em todas as outorgas de forma individualizada no MIKE BASIN. Entretanto como o projeto abrange toda UGRHJ, sendo esta com uma área de aproximadamente 15.303 Km<sup>2</sup>, gerando pequenas distâncias entre os pontos, diluindo assim o objetivo do projeto que visa uma abordagem global.



**Figura 31 – Exemplo de pontos de lançamento e captação de água localizados em mesmo corpo hídrico.**

Como os pontos de captação e lançamento se encontram muito próximos, e pelo motivo da escala de trabalho supracitado, estes dados foram trabalhados em conjunto, de modo a se reduzir a um ponto de lançamento rural apresentado por um pentágono azul e captação com fins rurais por um pentágono vermelho, já para representar a captação urbana são utilizados os hidrantes vermelhos, e para lançamentos os azuis.

Os pequenos triângulos presentes na figura representam os locais das outorgas de lançamentos, sendo que dependendo de sua cor, representa um tipo de lançamento. Já os pontos de coloração laranja representam as outorgas de captação.

## 5 Simulação Computacional

Para a simulação computacional utilizando o MIKE BASIN, foi necessária a criação de sua rede de drenagem. Assim tomando o mapa hidrográfico como base, foi gerado um “Network” representando o corpo hídrico a ser estudado. Este procedimento foi elaborado nos principais corpos.

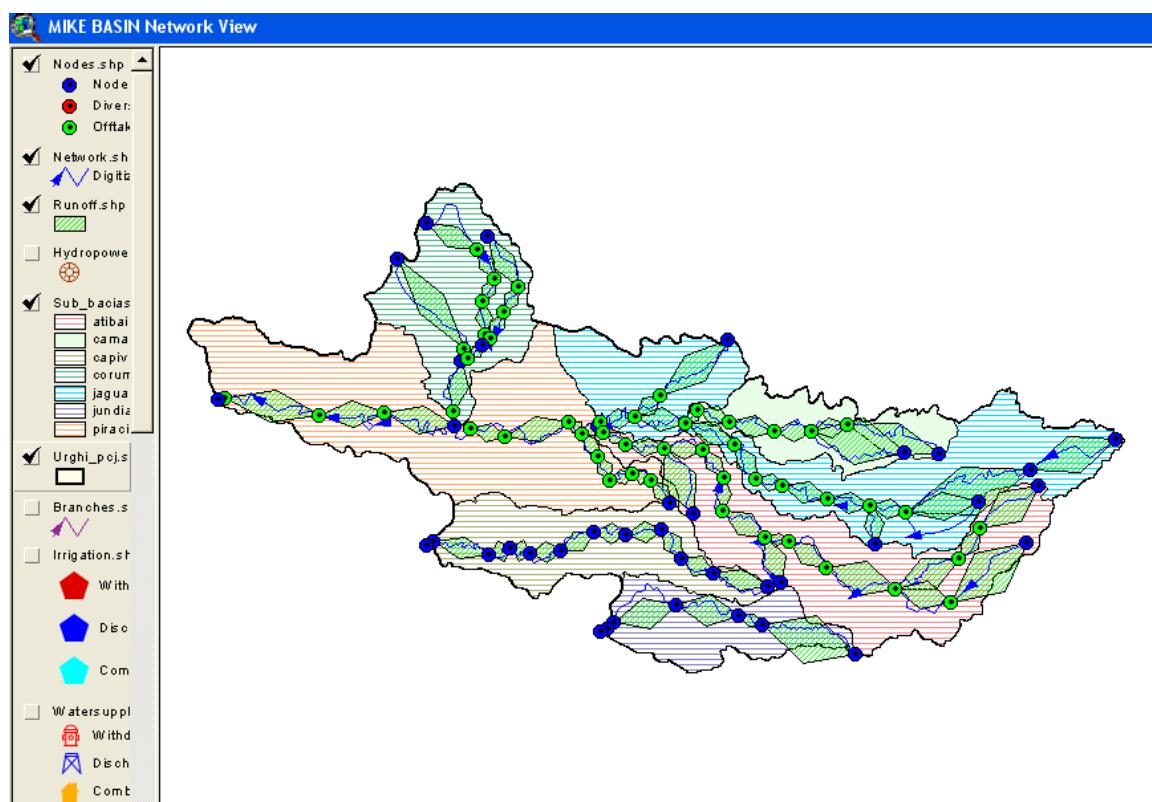
Em seguida é necessária a inserção de nós, estes irão determinar o exutório de uma “microbacia”, e neles serão realizados os balanços que serão apresentados nos resultados. Estes também irão gerar losangos que representam de forma figurativa a área de drenagem. Nestes losangos serão inseridos os dados quanto à área e aos valores de precipitação.

Para o balanço, foram inseridos nos nós os valores relativos a lançamento e captação, para a realização da simulação.

## 5.1 “Network” UGRHI – PCJ

A geração da rede foi feita com a digitalização da rede hidrográfica, que utilizou como base dados do DAEE e do Relatório da Situação dos Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí

Sua digitalização foi feita no próprio software, devendo ser inserido “nodes” a cada ponto de entrada ou saída, cabeceira, confluências e foz de rios.



**Figura 32** - “network” da UGRHI – PCJ gerado no software MIKE BASIN.

## 5.2 Inserção de Dados

Com os dados devidamente tratados, se adequando ao formato exigido pelo software, formato este padronizado em seu próprio editor, o TSEdit. A inserção é feita manualmente, não havendo possibilidades de importação de arquivos de extensões diferentes à \*.dfs0, formato lido e gerado neste editor. Nem mesmo a geração de dados na extensão nos softwares do pacote Office normalmente utilizados em tratamento de dados pode ser inseridos diretamente.

As tabelas abaixo apresentam os dados utilizados para a realização da simulação:

**Tabela 14 - Dados de outorgas da sub-bacia do Corumbataí**

Sub-Bacia do Corumbataí						
Trecho	Corpo Principal	Outorgas de captação (m <sup>3</sup> /s)		Outorgas de lançamento (m <sup>3</sup> /s)		Lançamento - Capitação
		Rural	Urbana	Rural	Urbana	
Corumbataí	Rio Corumbataí	0,0084	0,0057	0,0034	0,0069	-0,0038
Rio Claro 1	Rio Corumbataí	0,0230	0,5423	0,0062	0,0075	-0,5516
Rio Claro 2	Rio Corumbataí	0,0130	0,0000	0,0093	0,0006	-0,0031
Rio Claro 3	Rio Corumbataí	0,0019	0,0141	0,0005	0,0110	-0,0045
Rio Claro 4	Rib Claro	0,0017	0,0000	0,0013	0,0000	-0,0004
Rio Claro 5	Rib Claro	0,0047	0,0055	0,0013	0,0007	-0,0082
Rio Claro 6	Rib Claro	0,0074	0,4538	0,0000	0,0000	-0,4612
Ipeúna	Rio Passa Cinco	0,0566	0,0128	0,0446	0,0128	-0,0120
Rio Claro 7	Rio Corumbataí	0,0104	0,0000	0,0068	0,0153	0,0117
Exutório	Rio Corumbataí	0,0004	2,5200	0,0002	0,6790	-1,8412
Total	-	0,1275	3,5542	0,0736	0,7338	-2,8743

**Tabela 15 - Dados de área e precipitação da sub-bacia do Corumbataí**

Sub-bacia do Corumbataí											
Trecho	Corumbataí	Rio Claro 1	Rio Claro 2	Rio Claro 3	Rio Claro 4	Rio Claro 5	Rio Claro 6	Ipeúna	Rio Claro 7	Exutório	
<b>Balanço de outorgas</b>	-0,0038	-0,5516	-0,0031	-0,0045	-0,0004	-0,0082	-0,4612	-0,012	0,0117	-1,8412	
<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	302,32	56,21	85,07	83,17	84,82	101,55	108,58	517,39	83,62	256,46	
<b>Posto Representativo</b>	D4 - 035	D4 - 043	D4 - 043	D4 - 12	D4 - 043	D4 - 016	D4 - 12	D4 - 074	D4 - 109	D4 - 109	
Precipitação m <sup>3</sup> /s.Km <sup>2</sup>											
<b>JAN</b>	0,09049	0,09273	0,09273	0,08885	0,09273	0,09091	0,08885	0,09477	0,08601	0,08601	
<b>FEV</b>	0,08017	0,08452	0,08452	0,07889	0,08452	0,08259	0,07889	0,08017	0,07721	0,07721	
<b>MAR</b>	0,05958	0,06051	0,06051	0,05743	0,06051	0,05981	0,05743	0,06612	0,05597	0,05597	
<b>ABR</b>	0,02384	0,02541	0,02541	0,02403	0,02541	0,02654	0,02403	0,03392	0,02498	0,02498	
<b>MAI</b>	0,02128	0,02145	0,02145	0,02360	0,02145	0,02600	0,02360	0,02900	0,02162	0,02162	
<b>JUN</b>	0,01571	0,01568	0,01568	0,01493	0,01568	0,01587	0,01493	0,01922	0,01599	0,01599	
<b>JUL</b>	0,00983	0,00945	0,00945	0,01074	0,00945	0,01086	0,01074	0,01258	0,00950	0,00950	
<b>AGO</b>	0,01064	0,00996	0,00996	0,01128	0,00996	0,01228	0,01128	0,01437	0,00872	0,00872	
<b>SET</b>	0,02373	0,02477	0,02477	0,02494	0,02477	0,02742	0,02494	0,02922	0,02292	0,02292	
<b>OUT</b>	0,04909	0,04741	0,04741	0,04793	0,04741	0,04818	0,04793	0,04868	0,04007	0,04007	
<b>NOV</b>	0,06007	0,06144	0,06144	0,05647	0,06144	0,05851	0,05647	0,06233	0,04356	0,04356	
<b>DEZ</b>	0,08171	0,08461	0,08461	0,08192	0,08461	0,08760	0,08192	0,09515	0,05483	0,05483	

**Tabela 16 - Dados de outorgas da sub-bacia do Atibaia**

Sub-Bacia do Atibaia						
Trecho	Corpo Principal	Outorgas de captação (m³/s)		Outorgas de lançamento (m³/s)		Lançamento - Capitação
		Rural	Urbana	Rural	Urbana	
Piracaia 1	Rio da Cachoeira	0,0720	0,0000	0,0700	0,0000	-0,0020
Piracaia 2	Rio da Cachoeira	0,0005	0,0460	0,0005	0,0000	-0,0460
Nazaré Paulista	Rio Atibainha	0,0008	0,0127	0,0008	0,0097	-0,0030
Bom Jesus	Rio Atibaia	0,0096	0,0500	0,0094	0,0320	-0,0182
Jarinu	Rio Atibaia	0,0370	0,3060	0,0145	0,1800	-0,1485
Itatiba 1	Rio Atibaia	0,0033	0,0470	0,0225	0,0100	-0,0178
Itatiba 2	Rio Atibaia	0,1120	1,3440	0,0607	1,5330	0,1377
Campinas 1	Rio Atibaia	0,0107	0,5640	0,0120	0,5100	-0,0527
Campinas 2	Rio Atibaia	0,0070	4,7000	0,0030	0,0290	-4,6750
Campinas 3	Rio Atibaia	0,0114	0,0000	0,0096	0,0000	-0,0018
Campinas 4	Rio Atibaia	0,0253	2,4370	0,0219	1,0820	-1,3584
Paulínia	Rio Atibaia	0,0000	0,2530	0,0000	2,1600	1,9070
Exutório	Rio Atibaia	0,0062	0,5990	0,0680	0,2830	-0,2542
Total	-	0,2958	10,3587	0,2929	5,8287	-4,5329

**Tabela 17** - Dados de área e precipitação da sub-bacia do Atibaia.

Sub-bacia do Atibaia														
Trecho	Piracaia 1	Piracaia 2	Nazaré Pta.	Bom Jesus	Jarinu	Itatiba 1	Itatiba 2	Campinas 1	Campinas 2	Campinas 3	Campinas 4	Paulínia	Exutório	
Balanço de outorgas	-0,002	-0,046	-0,003	-0,0182	-0,1485	-0,0178	0,1377	-0,0527	-4,675	-0,0018	-1,3584	1,907	-0,2542	
Área Posto Representativo	279,4	119,28	159,55	444,43	484,67	368,43	190,77	126,19	246,58	72,07	235,9	64,16	77,31	
	D3- 019	P7	P5	E3-227	E3-074	E3 -247	D3 - 069	E3 - 015	D3 - 002	D3 - 002	D4 - 046	D4 - 047	D4-046	
Precipitação m <sup>3</sup> /s.Km <sup>2</sup>														
JAN	0,1170	0,0830	0,0794	0,0809	0,1018	0,0859	0,0682	0,0869	0,0945	0,0945	0,0969	0,0960	0,0969	
FEV	0,0988	0,0611	0,0729	0,0705	0,0798	0,0733	0,0583	0,0739	0,0766	0,0766	0,0746	0,0771	0,0746	
MAR	0,0966	0,0556	0,0608	0,0653	0,0666	0,0640	0,0490	0,0598	0,0606	0,0606	0,0530	0,0587	0,0530	
ABR	0,0465	0,0145	0,0190	0,0372	0,0291	0,0336	0,0220	0,0253	0,0290	0,0290	0,0272	0,0255	0,0272	
MAI	0,0338	0,0180	0,0243	0,0300	0,0267	0,0321	0,0213	0,0229	0,0242	0,0242	0,0257	0,0258	0,0257	
JUN	0,0201	0,0030	0,0035	0,0213	0,0200	0,0222	0,0161	0,0197	0,0190	0,0190	0,0200	0,0180	0,0200	
JUL	0,0179	0,0174	0,0165	0,0176	0,0164	0,0168	0,0095	0,0134	0,0134	0,0134	0,0145	0,0125	0,0145	
AGO	0,0210	0,0269	0,0219	0,0163	0,0146	0,0126	0,0110	0,0129	0,0137	0,0137	0,0141	0,0121	0,0141	
SET	0,0344	0,0469	0,0371	0,0335	0,0308	0,0347	0,0252	0,0263	0,0289	0,0289	0,0282	0,0272	0,0282	
OUT	0,0634	0,0423	0,0530	0,0500	0,0541	0,0470	0,0413	0,0491	0,0498	0,0498	0,0512	0,0496	0,0512	
NOV	0,0709	0,0763	0,0895	0,0527	0,0604	0,0568	0,0440	0,0548	0,0608	0,0608	0,0597	0,0568	0,0597	
DEZ	0,1060	0,0937	0,1110	0,0787	0,0881	0,0829	0,0788	0,0803	0,0847	0,0847	0,0821	0,0880	0,0821	

OBS : Média das totais mensais da série histórica

**Tabela 18** - Dados de outorgas da sub-bacia do Jaguari.

Sub-Bacia do Jaguari						
Trecho	Corpo Principal	Outorgas de captação (m <sup>3</sup> /s)		Outorgas de lançamento (m <sup>3</sup> /s)		Lançamento - Capitação
		Rural	Urbana	Rural	Urbana	
Camanducaia	Rio jaguari	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Vargem	Rio jaguari	0,0490	0,0106	0,0076	0,0100	-0,0420
Bragança Paulista	Rio jaguari	0,0017	0,2300	0,0025	0,7600	0,5308
Tuiuti	Rio jaguari	0,0017	0,0000	0,0003	0,0000	-0,0014
Morungaba	Rio jaguari	0,0260	0,0280	0,0980	0,0160	0,0600
Repr. do jaguari	Rio jaguari	0,0236	0,0000	0,0100	0,0000	-0,0136
Pedreira	Rio jaguari	0,0085	0,1270	0,0008	0,0816	-0,0531
Jaguariúna	Rio jaguari	0,2758	2,3781	0,0276	0,0054	-2,6209
Artur Nogueira	Rib. Pitangui	0,1697	0,0528	0,0095	0,0620	-0,1510
Cosmópolis	Rio jaguari	0,0060	3,8809	0,0060	0,5111	-3,3698
Exutório	Rio jaguari	0,0330	0,5249	0,0202	0,4395	-0,0982
Total	-	0,595	7,2323	0,1825	1,8856	-5,7592

**Tabela 19 - Dados de área e precipitação da sub-bacia do jaguari**

Sub-bacia do jaguari												
Trecho	Camanducaia	Vargem	Bragança Pta.	Tuiuti	Morungaba	Repr. do jaguari	Pedreira	Jaguaríuna	Artur Nogueira	Cosmópolis	Exutório	
Balanço de outorgas	0,000	-0,042	0,531	-0,001	0,060	-0,014	-0,053	-2,621	-0,151	-3,370	-0,098	
Área Posto Representativo	269,31	996,32	227,54	219,69	235,18	61,90	98,05	66,79	440,29	294,33	380,60	
	P8-A	D3 - 018	D3 - 063	D3 - 064	D3 - 065	D3 - 052	D3 - 052	D4 - 082	D4 - 082	D4 - 052	D4 - 052	
Precipitação m³/s.Km²												
JAN	0,1015	0,0978	0,0854	0,0848	0,0792	0,0939	0,0939	0,0848	0,0848	0,0931	0,0931	
FEV	0,0987	0,0818	0,0795	0,0769	0,0654	0,0820	0,0820	0,0709	0,0709	0,0733	0,0733	
MAR	0,0543	0,0701	0,0667	0,0685	0,0664	0,0598	0,0598	0,0587	0,0587	0,0623	0,0623	
ABR	0,0246	0,0307	0,0327	0,0391	0,0369	0,0297	0,0297	0,0295	0,0295	0,0238	0,0238	
MAI	0,0215	0,0240	0,0287	0,0305	0,0327	0,0248	0,0248	0,0230	0,0230	0,0237	0,0237	
JUN	0,0024	0,0215	0,0232	0,0243	0,0212	0,0192	0,0192	0,0175	0,0175	0,0170	0,0170	
JUL	0,0152	0,0130	0,0173	0,0183	0,0161	0,0126	0,0126	0,0109	0,0109	0,0116	0,0116	
AGO	0,0270	0,0141	0,0169	0,0154	0,0179	0,0135	0,0135	0,0130	0,0130	0,0121	0,0121	
SET	0,0447	0,0280	0,0353	0,0359	0,0376	0,0253	0,0253	0,0252	0,0252	0,0230	0,0230	
OUT	0,0362	0,0537	0,0516	0,0570	0,0489	0,0534	0,0534	0,0471	0,0471	0,0473	0,0473	
NOV	0,0953	0,0601	0,0656	0,0647	0,0658	0,0582	0,0582	0,0510	0,0510	0,0499	0,0499	
DEZ	0,0783	0,0880	0,0861	0,0892	0,0863	0,0854	0,0854	0,0801	0,0801	0,0768	0,0768	

OBS : Média das totais mensais da série histórica

**Tabela 20 - Dados de outorgas da sub-bacia do Camanducaia**

Sub-Bacia do Camanducaia						
Trecho	Corpo Principal	Outorgas de captação (m³/s)		Outorgas de lançamento (m³/s)		Lançamento - Capitação
		Rural	Urbana	Rural	Urbana	
Monte Alegre do Sul 1	Rio Camanducaia	0,0056	0,0000	0,0056	0,0000	0,0000
Monte Alegre do Sul 2	Rio Camanducaia	0,0450	0,0340	0,0300	0,0310	-0,0180
Amparo	Rio Camanducaia	0,0088	0,0510	0,0120	0,0960	0,0482
Jaguaríuna 1	Rio Camanducaia	0,0650	0,1070	0,0635	0,0660	-0,0425
Jaguaríuna 2	Rio Camanducaia	0,7200	0,0015	0,0000	0,0012	-0,7203
Exutório	Rio Camanducaia	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
<b>Total</b>	-	<b>0,8444</b>	<b>0,1935</b>	<b>0,1111</b>	<b>0,1942</b>	<b>-0,7326</b>

**Tabela 21** - Dados de área e precipitação da sub-bacia do Camanducaia

Sub Bacia do Camanducaia						
Trecho	Monte Alegre do Sul 1	Monte Alegre do Sul 2	Amparo	Jaguariuna 1	Jaguariuna 2	Exutório
Balanço de outorgas	0	-0,018	0,0482	-0,0425	-0,7203	0
Área	305	276,64	100,86	222,81	106,97	17,72
Posto Representativo	D3 - 036	D3 - 027	D3 - 027	D3 - 023	D3 - 042	D3 - 042
Precipitação m³/s.Km²						
JAN	0,103017	0,104618	0,104618	0,101107	0,086744	0,086744
FEV	0,082299	0,084171	0,084171	0,083410	0,076397	0,076397
MAR	0,066840	0,068881	0,068881	0,062793	0,058507	0,058507
ABR	0,033202	0,030085	0,030085	0,033422	0,028422	0,028422
MAI	0,028194	0,025239	0,025239	0,024869	0,021624	0,021624
JUN	0,024047	0,020583	0,020583	0,018927	0,018549	0,018549
JUL	0,014884	0,014568	0,014568	0,013314	0,011755	0,011755
AGO	0,015721	0,016914	0,016914	0,014468	0,012419	0,012419
SET	0,032793	0,027716	0,027716	0,027319	0,022188	0,022188
OUT	0,055120	0,053407	0,053407	0,057226	0,047045	0,047045
NOV	0,069105	0,062809	0,062809	0,059375	0,052388	0,052388
DEZ	0,091454	0,092724	0,092724	0,083816	0,080644	0,080644

**Tabela 22** - Dados de outorgas da sub-bacia do Piracicaba

Sub-Bacia do Piracicaba						
Trecho	Corpo Principal	Outorgas de captação (m³/s)		Outorgas de lançamento (m³/s)		Lançamento - Capitação
		Rural	Urbana	Rural	Urbana	
Hortolândia 1	Cor da Lagoa	0,00616	0,1463	0,0117	0,7197	0,57894
Hortolândia 2	Cor da Lagoa	0,0109	0,1396	0,0047	0,1271	-0,0187
Sumaré 1	Cor da Lagoa	0,0051	1,5837	0,0025	1,444	-0,1423
Sumaré 2	Cor da Lagoa	0,0084	2,5849	0,0006	3,5105	0,9178
Americana 1	Rio Piracicaba	0,1167	1,4063	0,0112	1,3689	-0,1429
Americana 2	Rio Piracicaba	0,0147	0,3254	0,0084	0,293	-0,0387
Piracicaba 1	Rio Piracicaba	0,0128	1,2211	0,0002	1,0225	-0,2112
Piracicaba 2	Rio Piracicaba	0,0266	8,8775	0,0104	8,4966	-0,3971
São Pedro 1	Rio Piracicaba	0,0183	0,0059	0,0083	0,0422	0,0263
São Pedro 2	Rio Piracicaba	0,0013	0,1278	0,0172	0,0723	-0,0396
Santa Maria da Serra	Rio Piracicaba	0,0213	0,0088	0,0232	0,0108	0,0039
<b>Total</b>	-	0,24226	16,4273	0,0984	17,1076	0,53644

**Tabela 23 - Dados de área e precipitação da sub-bacia do Piracicaba**

Sub-bacia do Piracicaba											
Trecho	Hortolândia 1	Hortolândia 2	Sumaré 1	Sumaré 2	Ameri-cana 1	Ameri-cana 2	Piracicaba 1	Piracicaba 2	São Pedro 1	São Pedro 2	Sta Maria da Serra
Balanço de outorgas	0,57894	-0,0187	-0,1423	0,9178	-0,1429	-0,0387	-0,2112	-0,3971	0,0263	-0,0396	0,0039
Área Posto Representativo	48,47	60,71	110,09	83,77	110,83	227,73	691,88	445,28	666,16	501,11	754,76
D4 - 044	D4 - 111	D4 - 004	D4 - 064	D4 - 088	D4 - 102	D4 - 103	D4 - 104	D4 - 056	D4 - 054	D5 - 062	
Precipitação m³/s.Km²											
JAN	0,0929	0,1016	0,0921	0,0848	0,1007	0,0814	0,0816	0,0825	0,0809	0,0870	0,0954
FEV	0,0761	0,0745	0,0727	0,0769	0,0766	0,0661	0,0793	0,0729	0,0705	0,0810	0,0850
MAR	0,0593	0,0626	0,0565	0,0685	0,0646	0,0525	0,0590	0,0633	0,0653	0,0591	0,0596
ABR	0,0261	0,0235	0,0249	0,0391	0,0272	0,0325	0,0343	0,0297	0,0372	0,0251	0,0297
MAI	0,0228	0,0282	0,0226	0,0305	0,0278	0,0256	0,0276	0,0271	0,0300	0,0241	0,0304
JUN	0,0185	0,0153	0,0174	0,0243	0,0175	0,0205	0,0200	0,0180	0,0213	0,0152	0,0225
JUL	0,0119	0,0123	0,0110	0,0183	0,0132	0,0137	0,0104	0,0093	0,0176	0,0101	0,0158
AGO	0,0123	0,0077	0,0106	0,0154	0,0144	0,0117	0,0087	0,0123	0,0163	0,0094	0,0163
SET	0,0258	0,0303	0,0228	0,0359	0,0300	0,0246	0,0280	0,0267	0,0335	0,0253	0,0278
OUT	0,0479	0,0463	0,0469	0,0570	0,0503	0,0495	0,0455	0,0468	0,0500	0,0492	0,0515
NOV	0,0540	0,0567	0,0532	0,0647	0,0596	0,0549	0,0616	0,0554	0,0527	0,0539	0,0527
DEZ	0,0808	0,0732	0,0733	0,0892	0,0786	0,0715	0,0905	0,0790	0,0787	0,0752	0,0788

**Tabela 24 - Dados de outorgas da sub-bacia do Capivari**

Sub-Bacia do Capivari						
Trecho	Corpo Principal	Outorgas de captação (m³/s)		Outorgas de lançamento (m³/s)		Lançamento - Capitação
		Rural	Urbana	Rural	Urbana	
Louveira	Rio Capivari	0,0083	0,127	0,0125	0,0941	-0,0287
Campinas 1	Rio Capivari	0,0041	0,0454	0,0039	0,0993	0,0537
Campinas 2	Rio Capivari	0,0159	0,3559	0,0008	0,1687	-0,2023
Campinas 3	Rio Capivari	0,0005	0,0812	0,0005	0,9105	0,8293
Monte Mor	Rio Capivari	0,0241	0,0268	0,0164	0,1692	0,1347
Elias Fausto	Rio Capivari	0,0199	0,0271	0,0205	0,0342	0,0077
Capivari 1	Rio Capivari	0,0471	0	0,0237	0	-0,0234
Capivari 2	Rio Capivari	0,0212	0,0692	0,0017	0,096	0,0073
Capivari 3	Rio Capivari	0,0159	2,1383	0,0017	1,9372	-0,2153
Exutório	Rio Capivari	0,0058	0,02	0,001	0,0096	-0,0152
Total	-	0,1628	2,8909	0,0827	3,5188	0,5478

**Tabela 25** - Dados de área e precipitação da sub-bacia do Capivari.

Sub-bacia do Capivari											
Trecho	Louveira	Campinas 1	Campinas 2	Campinas 3	Monte Mor	Elias Fausto	Capivari 1	Capivari 2	Capivari 3	Exutório	
Balanço de outorgas	-0,0287	0,0537	-0,2023	0,8293	0,1347	0,0077	-0,0234	0,0073	-0,2153	-0,0152	
Área Posto Representativo	130,57	88,02	89,29	132,02	290,16	185,92	289,53	128,98	100,50	185,93	
	E3 - 017	E3 - 017	D4 - 011	E4 - 123	D4 - 083	2247058	2347059	E4 - 013	2247059	2247059	
Precipitação m³/s.Km²											
JAN	0,1016	0,1016	0,0853	0,0764	0,0861	0,0824	0,0826	0,0725	0,0799	0,0799	
FEV	0,0745	0,0745	0,0643	0,0639	0,0728	0,0679	0,0688	0,0657	0,0722	0,0722	
MAR	0,0626	0,0626	0,0540	0,0561	0,0509	0,0525	0,0490	0,0518	0,0545	0,0545	
ABR	0,0235	0,0235	0,0274	0,0290	0,0255	0,0220	0,0223	0,0102	0,0218	0,0218	
MAI	0,0282	0,0282	0,0294	0,0299	0,0289	0,0251	0,0229	0,0208	0,0211	0,0211	
JUN	0,0153	0,0153	0,0193	0,0220	0,0206	0,0182	0,0185	0,0117	0,0193	0,0193	
JUL	0,0123	0,0123	0,0141	0,0148	0,0134	0,0121	0,0140	0,0121	0,0139	0,0139	
AGO	0,0077	0,0077	0,0146	0,0130	0,0141	0,0126	0,0118	0,0094	0,0121	0,0121	
SET	0,0303	0,0303	0,0245	0,0297	0,0273	0,0256	0,0244	0,0229	0,0248	0,0248	
OUT	0,0463	0,0463	0,0416	0,0449	0,0430	0,0443	0,0395	0,0229	0,0426	0,0426	
NOV	0,0567	0,0567	0,0487	0,0500	0,0526	0,0435	0,0406	0,0118	0,0494	0,0494	
DEZ	0,0732	0,0732	0,0780	0,0826	0,0771	0,0758	0,0685	0,1122	0,0741	0,0741	

**Tabela 26** - Dados de outorgas da sub-bacia do Jundiaí

Sub-Bacia do Jundiaí						
Trecho	Corpo Principal	Outorgas de captação (m³/s)		Outorgas de lançamento (m³/s)		Lançamento - Capitação
		Rural	Urbana	Rural	Urbana	
Jundiaí 1	Rio Jundiaí	0,0025	0,3344	0,0026	0,2432	-0,0911
Jundiaí 2	Rio Jundiaí	0,0403	0,2790	0,0314	0,1379	-0,1500
Itupeva	Rio Jundiaí	0,0595	1,2655	0,0580	1,9380	0,6710
Indaiatuba	Rio Jundiaí	0,0115	0,0843	0,0059	0,1700	0,0801
Salto	Rio Jundiaí	0,0001	0,0018	0,0000	0,0000	-0,0019
Total	-	0,1139	1,9650	0,0979	2,4891	0,5081

**Tabela 27 - Dados de área e precipitação da sub-bacia do Jundiaí**

Sub Bacia do Jundiaí					
Trecho Balanço de outorgas	Jundiaí 1	Jundiaí 2	Itupeva	Indaiatuba	Salto
	-0,0911	-0,15	0,671	0,0801	-0,0019
Área	178,50	236,05	214,59	465,79	19,10
Posto Representativo	E3 - 230	2346097	E3 - 053	E4 - 124	E4 - 061
Precipitação m <sup>3</sup> /s.Km <sup>2</sup>					
<b>JAN</b>	0,0809	0,0923	0,0857	0,0764	0,0883
<b>FEV</b>	0,0724	0,0809	0,0754	0,0639	0,0772
<b>MAR</b>	0,0646	0,0590	0,0543	0,0561	0,0655
<b>ABR</b>	0,0304	0,0290	0,0250	0,0290	0,0356
<b>MAI</b>	0,0324	0,0245	0,0269	0,0299	0,0271
<b>JUN</b>	0,0245	0,0225	0,0186	0,0220	0,0208
<b>JUL</b>	0,0184	0,0158	0,0163	0,0148	0,0180
<b>AGO</b>	0,0166	0,0130	0,0134	0,0130	0,0149
<b>SET</b>	0,0343	0,0273	0,0285	0,0297	0,0381
<b>OUT</b>	0,0515	0,0499	0,0495	0,0449	0,0503
<b>NOV</b>	0,0567	0,0559	0,0544	0,0500	0,0569
<b>DEZ</b>	0,0888	0,0839	0,0838	0,0826	0,0838

Com os dados devidamente inseridos, pode-se então realizar a simulação.

## 6 Resultados

Como resultado da simulação, temos um balanço hídrico ao longo do “Network”, de forma que os dados gerados pela simulação puderam servir de base para Todos os resultados expressos nas tabelas a seguir correspondem à vazão gerada pela simulação do balanço hídrico para cada ponto adotado na regionalização realizada. Todos estão expressos em m<sup>3</sup>/s .

Outro aspecto importante de citar é que a ordem em que aparecem as subdivisões (da esquerda para a direita) está representando o fluxo hídrico de montante para jusante.

Como resultado foram obtidos os valores das vazões por “microbacia” e o percentual de outorga na mesma, bem como os valores de vazões acumuladas, integrando tais áreas e valores de vazão, gerando assim uma visão global dentro das sub-bacias e consequentemente da UGRHI.

Todos os resultados são apresentados nas tabelas na seqüência. ( Cada tabela é constituída por 5 séries de resultados.

### 6.1 Sub-bacia do Corumbataí

**Tabela 28 – Resultados Obtidos pela simulação ( 5 tabelas )**

	Vazões Relativas ao Escoamento por trecho (m <sup>3</sup> /s)									
	Corumba	Rio Claro	Rio Claro	Rio Claro				Rio Claro	Rio Claro	Rio Claro
	taí	1	2	3	4	5	6	Ipeúna	7	Exutóri
<b>JAN</b>	27,357	5,212	7,889	7,390	7,865	9,232	9,647	49,032	7,192	22,058
<b>FEV</b>	24,238	4,751	7,190	6,562	7,169	8,387	8,566	41,481	6,456	19,800
<b>MAR</b>	18,011	3,401	5,148	4,776	5,132	6,074	6,235	34,209	4,680	14,354
<b>ABR</b>	7,207	1,428	2,162	1,999	2,155	2,695	2,609	17,548	2,089	6,406
<b>MAI</b>	6,434	1,206	1,825	1,963	1,820	2,641	2,563	15,003	1,808	5,544
<b>JUN</b>	4,751	0,881	1,334	1,242	1,330	1,611	1,622	9,945	1,337	4,100
<b>JUL</b>	2,973	0,531	0,804	0,893	0,802	1,102	1,166	6,507	0,795	2,437
<b>AGO</b>	3,218	0,560	0,847	0,938	0,845	1,247	1,224	7,435	0,729	2,236
<b>SET</b>	7,175	1,392	2,107	2,074	2,101	2,784	2,708	15,118	1,917	5,878
<b>OUT</b>	14,840	2,665	4,033	3,987	4,021	4,892	5,204	25,185	3,351	10,277
<b>NOV</b>	18,160	3,454	5,227	4,697	5,212	5,942	6,132	32,249	3,643	11,173
<b>DEZ</b>	24,702	4,756	7,198	6,813	7,177	8,896	8,895	49,228	4,585	14,061

	Vazões considerando as outorgas por trecho (m³/s)									
	Corumba taí	Rio Claro 1	Rio Claro 2	Rio Claro 3	Rio Claro 4	Rio Claro 5	Rio Claro 6	Ipeúna	Rio Claro 7	Exutório
<b>JAN</b>	27,353	4,661	7,886	7,385	7,865	9,223	9,186	49,020	7,204	20,217
<b>FEV</b>	24,234	4,199	7,187	6,557	7,169	8,379	8,105	41,469	6,468	17,959
<b>MAR</b>	18,007	2,850	5,144	4,772	5,132	6,066	5,774	34,197	4,692	12,512
<b>ABR</b>	7,203	0,877	2,158	1,994	2,155	2,687	2,148	17,536	2,100	4,564
<b>MAI</b>	6,430	0,654	1,822	1,959	1,819	2,632	2,102	14,991	1,819	3,703
<b>JUN</b>	4,747	0,330	1,331	1,238	1,329	1,603	1,160	9,933	1,349	2,259
<b>JUL</b>	2,969	-0,020	0,801	0,889	0,801	1,094	0,705	6,495	0,806	0,596
<b>AGO</b>	3,214	0,008	0,844	0,933	0,844	1,239	0,763	7,423	0,741	0,395
<b>SET</b>	7,172	0,841	2,104	2,070	2,101	2,776	2,247	15,106	1,928	4,037
<b>OUT</b>	14,836	2,113	4,030	3,982	4,021	4,884	4,743	25,173	3,363	8,436
<b>NOV</b>	18,156	2,902	5,224	4,692	5,211	5,934	5,670	32,237	3,655	9,331
<b>DEZ</b>	24,698	4,204	7,195	6,809	7,176	8,888	8,434	49,216	4,596	12,220

Pode-se observar na região “Rio Claro 6” que para os meses de julho e agosto, a vazão é baixa, resultado do balanço das outorgas, onde ocorre grande uso de água nesta área. O mesmo se observa em “Rio Claro 2”, onde a vazão possui valor negativo no mês de Julho.

	Vazões Acumuladas (m³/s)									
	Corumba taí	Rio Claro 1	Rio Claro 2	Rio Claro 3	Rio Claro 4	Rio Claro 5	Rio Claro 6	Ipeúna	Rio Claro 7	Exutório
<b>JAN</b>	27,353	32,014	39,900	47,285	7,865	17,088	26,275	49,020	80,763	150,00
<b>FEV</b>	24,234	28,434	35,621	42,178	7,169	15,547	23,652	8,105	80,403	106,46
<b>MAR</b>	18,007	20,857	26,001	30,773	5,132	11,198	16,972	5,774	58,211	76,498
<b>ABR</b>	7,203	8,080	10,238	12,232	2,155	4,842	6,990	2,148	23,471	30,184
<b>MAI</b>	6,430	7,084	8,906	10,865	1,819	4,452	6,553	2,102	21,339	27,143
<b>JUN</b>	4,747	5,076	6,407	7,645	1,329	2,933	4,093	1,160	14,247	17,666
<b>JUL</b>	2,969	2,949	3,750	4,639	0,801	1,896	2,601	0,705	8,751	10,051
<b>AGO</b>	3,214	3,222	4,066	5,000	0,844	2,083	2,846	0,763	9,350	10,508
<b>SET</b>	7,172	8,012	10,117	12,186	2,101	4,877	7,123	2,247	23,485	29,768
<b>OUT</b>	14,836	16,949	20,979	24,961	4,021	8,905	13,648	4,743	46,716	59,895
<b>NOV</b>	18,156	21,058	26,282	30,974	5,211	11,145	16,815	5,670	57,114	72,116
<b>DEZ</b>	24,698	28,903	36,098	42,906	7,176	16,064	24,498	8,434	80,434	101,08

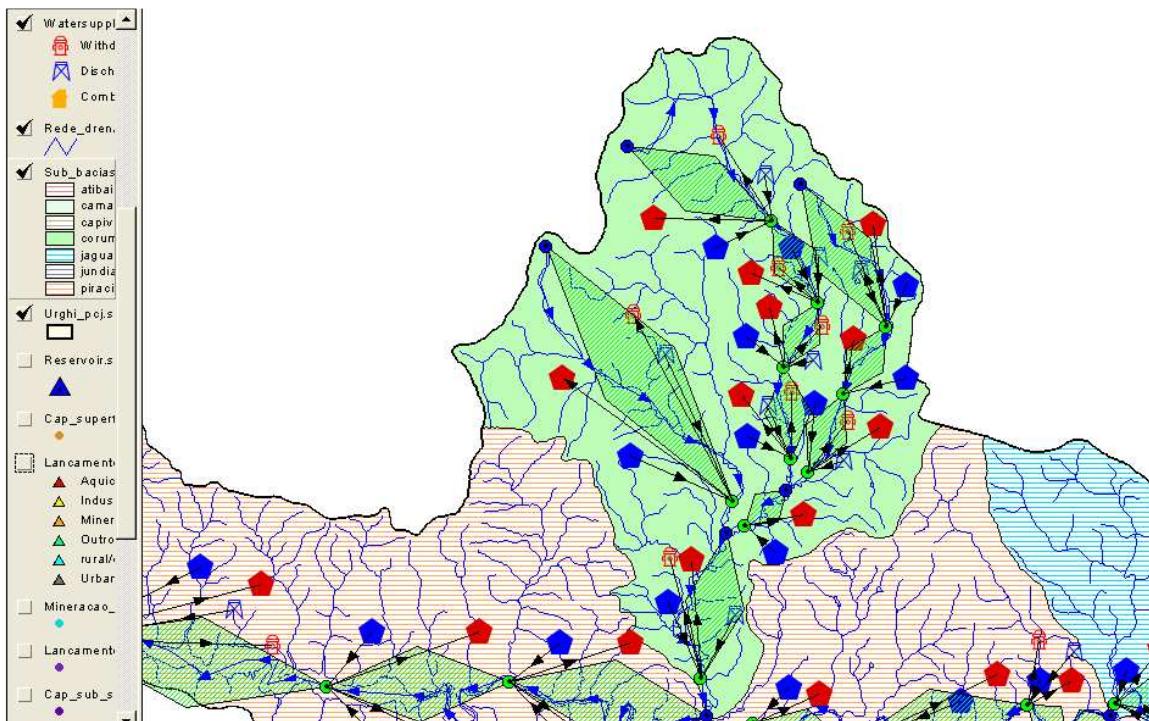
Quanto as vazões acumuladas, percebe-se que no exutório, para os períodos mais chuvosos, temos vazões satisfatórias, entretanto como citado anteriormente, temos pontos de baixa vazão, principalmente no corpo hídrico que envolve Rio Claro 4, 5, 6 e Ipeúna.

	Vazão outorgada expressa percentualmente em relação à vazão do trecho										
	Corumba taí	Rio Claro 1	Rio Claro 2	Rio Claro 3	Rio Claro 4	Rio Claro 5	Rio Claro 6	Ipeúna	Rio Claro 7	Exutóri o	
<b>JAN</b>	-0,014	-10,582	-0,039	-0,061	-0,005	-0,089	-4,781	-0,024	0,163	-8,347	
<b>FEV</b>	-0,016	-11,610	-0,043	-0,069	-0,006	-0,098	-5,384	-0,029	0,181	-9,299	
<b>MAR</b>	-0,021	-16,218	-0,060	-0,094	-0,008	-0,135	-7,396	-0,035	0,250	-12,827	
<b>ABR</b>	-0,053	-38,621	-0,143	-0,225	-0,019	-0,304	-17,675	-0,068	0,560	-28,744	
<b>MAI</b>	-0,059	-45,740	-0,170	-0,229	-0,022	-0,311	-17,996	-0,080	0,647	-33,212	
<b>JUN</b>	-0,080	-62,588	-0,232	-0,362	-0,030	-0,509	-28,441	-0,121	0,875	-44,905	
<b>JUL</b>	-0,128	-103,820	-0,386	-0,504	-0,050	-0,744	-39,546	-0,184	1,472	-75,553	
<b>AGO</b>	-0,118	-98,550	-0,366	-0,480	-0,047	-0,658	-37,666	-0,161	1,605	-82,339	
<b>SET</b>	-0,053	-39,613	-0,147	-0,217	-0,019	-0,295	-17,032	-0,079	0,610	-31,323	
<b>OUT</b>	-0,026	-20,698	-0,077	-0,113	-0,010	-0,168	-8,862	-0,048	0,349	-17,915	
<b>NOV</b>	-0,021	-15,971	-0,059	-0,096	-0,008	-0,138	-7,522	-0,037	0,321	-16,480	
<b>DEZ</b>	-0,015	-11,598	-0,043	-0,066	-0,006	-0,092	-5,185	-0,024	0,255	-13,095	

OBS : Percentuais negativos representam valores captados, logo os positivos lançados  
Observa-se que na bacia apenas no trecho de Rio Claro 7, temos um acréscimo de vazão.

	Vazão outorgada expressa percentualmente a vazão acumulada ao longo da bacia										
	Corumba taí	Rio Claro 1	Rio Claro 2	Rio Claro 3	Rio Claro 4	Rio Claro 5	Rio Claro 6	Ipeúna	Rio Claro 7	Exutóri o	
<b>JAN</b>	-0,014	-1,723	-0,008	-0,010	-0,005	-0,048	-1,755	-0,024	0,014	-1,227	
<b>FEV</b>	-0,016	-1,940	-0,009	-0,011	-0,006	-0,053	-1,950	-0,148	0,015	-1,729	
<b>MAR</b>	-0,021	-2,645	-0,012	-0,015	-0,008	-0,073	-2,717	-0,208	0,020	-2,407	
<b>ABR</b>	-0,053	-6,827	-0,030	-0,037	-0,019	-0,169	-6,598	-0,559	0,050	-6,100	
<b>MAI</b>	-0,059	-7,786	-0,035	-0,041	-0,022	-0,184	-7,038	-0,571	0,055	-6,783	
<b>JUN</b>	-0,080	-10,866	-0,048	-0,059	-0,030	-0,280	-11,268	-1,034	0,082	-10,422	
<b>JUL</b>	-0,128	-18,705	-0,083	-0,097	-0,050	-0,433	-17,734	-1,702	0,134	-18,318	
<b>AGO</b>	-0,118	-17,118	-0,076	-0,090	-0,047	-0,394	-16,203	-1,572	0,125	-17,522	
<b>SET</b>	-0,053	-6,884	-0,031	-0,037	-0,019	-0,168	-6,475	-0,534	0,050	-6,185	
<b>OUT</b>	-0,026	-3,254	-0,015	-0,018	-0,010	-0,092	-3,379	-0,253	0,025	-3,074	
<b>NOV</b>	-0,021	-2,619	-0,012	-0,015	-0,008	-0,074	-2,743	-0,212	0,020	-2,553	
<b>DEZ</b>	-0,015	-1,908	-0,009	-0,010	-0,006	-0,051	-1,883	-0,142	0,015	-1,821	

OBS : Percentuais negativos representam valores captados, logo os positivos



**Figura 33 – “Network” da sub-bacia do Corumbataí.**

## 6.2 Sub-bacia do Atibaia

**Tabela 29 – Resultados Obtidos pela simulação**

	Vazões Relativas ao Escoamento por trecho (m <sup>3</sup> /s)												
	Piracaia 1	Piracaia 2	Nazaré Pta.	Bom Jesus	Jarinu	Itatiba 1	Itatiba 2	Campinas 1	Campinas 2	Campinas 3	Campinas 4	Paulínia	Exutório
<b>JAN</b>	32,695	9,902	12,672	35,974	49,348	31,635	13,004	10,972	23,290	6,807	22,860	6,158	7,492
<b>FEV</b>	27,609	7,286	11,634	31,347	38,660	27,007	11,124	9,328	18,876	5,517	17,591	4,949	5,765
<b>MAR</b>	27,003	6,627	9,697	29,020	32,259	23,593	9,349	7,551	14,955	4,371	12,503	3,767	4,098
<b>ABR</b>	13,004	1,724	3,024	16,538	14,103	12,365	4,199	3,198	7,162	2,093	6,414	1,635	2,102
<b>MAI</b>	9,446	2,150	3,878	13,341	12,932	11,815	4,060	2,895	5,968	1,744	6,054	1,658	1,984
<b>JUN</b>	5,625	0,362	0,562	9,472	9,682	8,189	3,067	2,484	4,692	1,371	4,711	1,152	1,544
<b>JUL</b>	4,993	2,071	2,635	7,824	7,925	6,182	1,805	1,695	3,305	0,966	3,414	0,805	1,119
<b>AGO</b>	5,865	3,203	3,501	7,231	7,074	4,644	2,098	1,625	3,370	0,985	3,331	0,776	1,092
<b>SET</b>	9,625	5,596	5,926	14,881	14,908	12,798	4,805	3,318	7,126	2,083	6,641	1,742	2,176
<b>OUT</b>	17,706	5,040	8,450	22,216	26,232	17,313	7,883	6,197	12,290	3,592	12,075	3,182	3,957

<b>NOV</b>	19,816	9,102	14,279	23,420	29,258	20,912	8,399	6,911	14,991	4,381	14,075	3,647	4,613
<b>DEZ</b>	29,603	11,172	17,703	34,995	42,687	30,533	15,037	10,128	20,897	6,108	19,373	5,646	6,349
<b>Vazões considerando as outorgas por trecho (m³/s)</b>													
	Piracaia 1	Piracaia 2	Nazaré Pta.	Bom Jesus	jarinu	Itatiba 1	Itatiba 2	Campinas 1	Campinas 2	Campinas 3	Campinas 4	Paulínia	Exutório
<b>JAN</b>	32,693	9,856	12,669	35,956	49,199	31,617	13,142	10,919	18,615	6,805	21,502	8,065	7,238
<b>FEV</b>	27,607	7,240	11,631	31,329	38,511	26,989	11,262	9,276	14,201	5,515	16,233	6,856	5,511
<b>MAR</b>	27,001	6,581	9,694	29,002	32,110	23,575	9,486	7,498	10,280	4,369	11,145	5,674	3,843
<b>ABR</b>	13,002	1,678	3,021	16,519	13,954	12,347	4,337	3,145	2,487	2,092	5,056	3,542	1,848
<b>MAI</b>	9,444	2,104	3,875	13,323	12,784	11,797	4,197	2,843	1,293	1,742	4,696	3,565	1,730
<b>JUN</b>	5,623	0,316	0,559	9,453	9,534	8,171	3,205	2,432	0,017	1,370	3,352	3,059	1,290
<b>JUL</b>	4,991	2,025	2,632	7,806	7,776	6,164	1,942	1,642	-1,370	0,964	2,055	2,712	0,865
<b>AGO</b>	5,863	3,157	3,498	7,212	6,925	4,626	2,236	1,572	-1,305	0,983	1,973	2,683	0,837
<b>SET</b>	9,623	5,550	5,923	14,863	14,760	12,781	4,943	3,265	2,451	2,081	5,283	3,649	1,922
<b>OUT</b>	17,704	4,994	8,447	22,198	26,084	17,295	8,021	6,144	7,615	3,590	10,717	5,089	3,703
<b>NOV</b>	19,814	9,056	14,276	23,402	29,109	20,894	8,537	6,858	10,316	4,380	12,716	5,554	4,358
<b>DEZ</b>	29,601	11,126	17,700	34,977	42,539	30,516	15,175	10,076	16,222	6,106	18,015	7,553	6,095

É observado que na região de Campinas 1,2 e 3 temos baixos valores de vazão. Isso se deve principalmente por ser área de grande concentração populacional e industrial, de forma que as outorgas são representativas.

	<b>Vazões Acumuladas (m³/s)</b>												
	Piracaia 1	Piracaia 2	Nazaré Pta.	Bom Jesus	jarinu	Itatiba 1	Itatiba 2	Campinas 1	Campinas 2	Campinas 3	Campinas 4	Paulínia	Exutório
<b>JAN</b>	32,693	42,549	12,669	91,174	140,373	171,990	185,132	196,052	214,667	221,472	242,974	251,039	258,276
<b>FEV</b>	27,607	34,847	11,631	77,807	116,318	143,307	154,568	163,844	178,045	183,560	199,793	206,649	212,160
<b>MAR</b>	27,001	33,582	9,694	72,277	104,388	127,963	137,449	144,947	155,227	159,596	170,741	176,415	180,258
<b>ABR</b>	13,002	14,680	3,021	34,221	48,175	60,522	64,859	68,004	70,491	72,583	77,639	81,181	83,029
<b>MAI</b>	9,444	11,548	3,875	28,747	41,530	53,327	57,525	60,367	61,660	63,402	68,098	71,663	73,393
<b>JUN</b>	5,623	5,939	0,559	15,951	25,485	33,656	36,860	39,292	39,309	40,678	44,031	47,090	48,380
<b>JUL</b>	4,991	7,016	2,632	17,453	25,229	31,393	33,335	34,977	33,607	34,571	36,627	39,339	40,203
<b>AGO</b>	5,863	9,020	3,498	19,730	26,655	31,281	33,517	35,089	33,785	34,768	36,741	39,424	40,261
<b>SET</b>	9,623	15,173	5,923	35,959	50,719	63,499	68,442	71,707	74,159	76,240	81,522	85,172	87,094
<b>OUT</b>	17,704	22,699	8,447	53,343	79,427	96,722	104,743	110,887	118,502	122,092	132,809	137,898	141,601
<b>NOV</b>	19,814	28,870	14,276	66,548	95,657	116,551	125,088	131,946	142,262	146,642	159,358	164,912	169,270

<b>DEZ</b>	29,601	40,727	17,700	93,405	135,943	166,459	181,634	191,709	207,931	214,037	232,052	239,604	245,699
------------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

	Vazão outorgada expressa percentualmente em relação à vazão do trecho												
	Piracaia 1	Piracaia 2	Nazaré Pta.	Bom Jesus	jarinu	Itatiba 1	Itatiba 2	Campinas 1	Campinas 2	Campinas 3	Campinas 4	Paulínia	Exutório
<b>JAN</b>	-0,006	-0,465	-0,024	-0,051	-0,301	-0,056	1,059	-0,480	-20,073	-0,026	-5,942	30,969	-3,393
<b>FEV</b>	-0,007	-0,631	-0,026	-0,058	-0,384	-0,066	1,238	-0,565	-24,767	-0,033	-7,722	38,532	-4,409
<b>MAR</b>	-0,007	-0,694	-0,031	-0,063	-0,460	-0,075	1,473	-0,698	-31,261	-0,041	-10,865	50,625	-6,204
<b>ABR</b>	-0,015	-2,668	-0,099	-0,110	-1,053	-0,144	3,279	-1,648	-65,271	-0,086	-21,177	116,658	-12,092
<b>MAI</b>	-0,021	-2,139	-0,077	-0,136	-1,148	-0,151	3,392	-1,820	-78,340	-0,103	-22,438	115,021	-12,812
<b>JUN</b>	-0,036	-12,701	-0,534	-0,192	-1,534	-0,217	4,490	-2,121	-99,640	-0,131	-28,836	165,501	-16,466
<b>JUL</b>	-0,040	-2,221	-0,114	-0,233	-1,874	-0,288	7,630	-3,110	-141,458	-0,186	-39,791	236,903	-22,721
<b>AGO</b>	-0,034	-1,436	-0,086	-0,252	-2,099	-0,383	6,562	-3,243	-138,704	-0,183	-40,781	245,744	-23,286
<b>SET</b>	-0,021	-0,822	-0,051	-0,122	-0,996	-0,139	2,866	-1,588	-65,602	-0,086	-20,455	109,449	-11,680
<b>OUT</b>	-0,011	-0,913	-0,036	-0,082	-0,566	-0,103	1,747	-0,850	-38,039	-0,050	-11,249	59,940	-6,423
<b>NOV</b>	-0,010	-0,505	-0,021	-0,078	-0,508	-0,085	1,639	-0,763	-31,186	-0,041	-9,651	52,291	-5,511
<b>DEZ</b>	-0,007	-0,412	-0,017	-0,052	-0,348	-0,058	0,916	-0,520	-22,372	-0,029	-7,012	33,778	-4,004

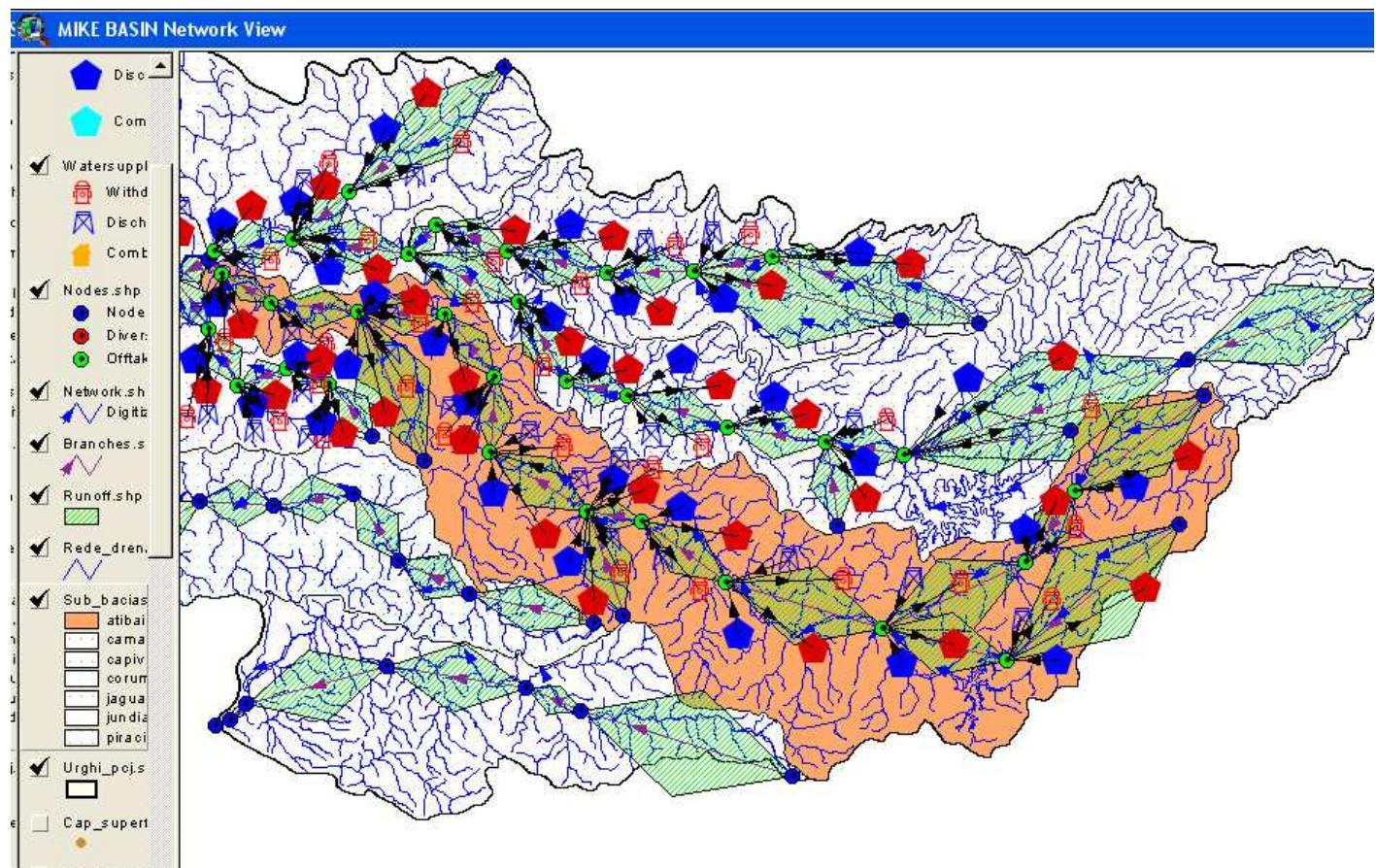
OBS : Percentuais negativos representam valores captados, logo os positivos lançados

Como comentado anteriormente, observa-se na tabela acima, valores de outorgas de captação na ordem de 140 % em meses de estiagem na área mais urbanizada, valor esse extremamente significativo.

	Vazão outorgada expressa percentualmente a vazão acumulada ao longo da bacia												
	Piracaia 1	Piracaia 2	Nazaré Pta.	Bom Jesus	jarinu	Itatiba 1	Itatiba 2	Campinas 1	Campinas 2	Campinas 3	Campinas 4	Paulínia	Exutório
<b>JAN</b>	-0,006	-0,108	-0,024	-0,020	-0,106	-0,010	0,074	-0,027	-2,178	-0,001	-0,559	0,760	-0,098
<b>FEV</b>	-0,007	-0,132	-0,026	-0,023	-0,128	-0,012	0,089	-0,032	-2,626	-0,001	-0,680	0,923	-0,120
<b>MAR</b>	-0,007	-0,137	-0,031	-0,025	-0,142	-0,014	0,100	-0,036	-3,012	-0,001	-0,796	1,081	-0,141
<b>ABR</b>	-0,015	-0,313	-0,099	-0,053	-0,308	-0,029	0,212	-0,077	-6,632	-0,002	-1,750	2,349	-0,306
<b>MAI</b>	-0,021	-0,398	-0,077	-0,063	-0,358	-0,033	0,239	-0,087	-7,582	-0,003	-1,995	2,661	-0,346
<b>JUN</b>	-0,036	-0,775	-0,537	-0,114	-0,583	-0,053	0,374	-0,134	-11,893	-0,004	-3,085	4,050	-0,525
<b>JUL</b>	-0,040	-0,656	-0,114	-0,104	-0,589	-0,057	0,413	-0,151	-13,911	-0,005	-3,709	4,848	-0,632
<b>AGO</b>	-0,034	-0,510	-0,086	-0,092	-0,557	-0,057	0,411	-0,150	-13,838	-0,005	-3,697	4,837	-0,631
<b>SET</b>	-0,021	-0,303	-0,051	-0,051	-0,293	-0,028	0,201	-0,073	-6,304	-0,002	-1,666	2,239	-0,292
<b>OUT</b>	-0,011	-0,203	-0,036	-0,034	-0,187	-0,018	0,131	-0,048	-3,945	-0,001	-1,023	1,383	-0,180
<b>NOV</b>	-0,010	-0,159	-0,021	-0,027	-0,155	-0,015	0,110	-0,040	-3,286	-0,001	-0,852	1,156	-0,150
<b>DEZ</b>	-0,007	-0,113	-0,017	-0,019	-0,109	-0,011	0,076	-0,027	-2,248	-0,001	-0,585	0,796	-0,103

OBS : Percentuais negativos representam valores captados, logo os positivos lançados

Na bacia do Atibaia, fica evidente como o uso é intenso, já que praticamente todas as áreas possuem percentuais de retirada consideráveis, isso devido principalmente a grande urbanização desta bacia, aspecto que influencia na quantidade e na qualidade da água da bacia.



**Figura 34** – “Network” da sub-bacia 2 – Atibaia

### 6.3 Sub-bacia do jaguari

**Tabela 30 – Resultados obtidos na simulação**

Vazões Relativas ao Escoamento por trecho (m <sup>3</sup> /s)											
	Camanducaia	Vargem	Bragança Pta.	Tuiuti	Morungaba	Repr. do jaguari	Pedreira	Jaguariúna	Artur Nogueira	Cosmópolis	Exutório
<b>JAN</b>	27,343	97,456	19,437	18,620	18,629	5,809	9,202	5,667	37,355	27,398	35,429
<b>FEV</b>	26,570	81,535	18,080	16,901	15,390	5,076	8,041	4,733	31,199	21,574	27,897
<b>MAR</b>	14,632	69,850	15,182	15,041	15,627	3,704	5,867	3,920	25,842	18,343	23,720
<b>ABR</b>	6,622	30,624	7,444	8,579	8,676	1,838	2,911	1,969	12,983	7,018	9,074
<b>MAI</b>	5,777	23,924	6,523	6,696	7,692	1,537	2,435	1,534	10,112	6,964	9,005
<b>JUN</b>	0,658	21,379	5,270	5,337	4,992	1,187	1,880	1,170	7,714	5,008	6,475
<b>JUL</b>	4,094	12,950	3,929	4,027	3,779	0,779	1,234	0,727	4,794	3,427	4,432
<b>AGO</b>	7,276	14,068	3,846	3,391	4,215	0,833	1,319	0,871	5,743	3,549	4,589
<b>SET</b>	12,045	27,864	8,022	7,885	8,843	1,565	2,479	1,682	11,089	6,756	8,737
<b>OUT</b>	9,746	53,548	11,748	12,528	11,490	3,306	5,237	3,147	20,746	13,933	18,017
<b>NOV</b>	25,663	59,845	14,928	14,206	15,468	3,603	5,707	3,405	22,446	14,699	19,008
<b>DEZ</b>	21,074	87,666	19,597	19,598	20,306	5,289	8,378	5,351	35,276	22,594	29,216

Vazões considerando as outorgas por trecho (m <sup>3</sup> /s)											
	Camanducaia	Vargem	Bragança Pta.	Tuiuti	Morungaba	Repr. do jaguari	Pedreira	Jaguariúna	Artur Nogueira	Cosmópolis	Exutório
<b>JAN</b>	27,343	97,414	19,967	18,619	18,689	5,796	9,149	3,046	37,204	24,028	35,330
<b>FEV</b>	26,570	81,493	18,611	16,899	15,450	5,063	7,988	2,112	31,048	18,204	27,799
<b>MAR</b>	14,632	69,808	15,712	15,040	15,687	3,691	5,814	1,299	25,691	14,974	23,622
<b>ABR</b>	6,622	30,582	7,975	8,578	8,736	1,824	2,858	-0,651	12,832	3,648	8,976
<b>MAI</b>	5,777	23,882	7,054	6,694	7,752	1,524	2,382	-1,087	9,961	3,594	8,907
<b>JUN</b>	0,658	21,337	5,801	5,336	5,052	1,174	1,827	-1,451	7,563	1,638	6,377
<b>JUL</b>	4,094	12,908	4,460	4,025	3,839	0,765	1,181	-1,894	4,643	0,057	4,333
<b>AGO</b>	7,276	14,026	4,377	3,390	4,275	0,819	1,266	-1,750	5,592	0,179	4,490
<b>SET</b>	12,045	27,822	8,553	7,884	8,903	1,552	2,426	-0,939	10,938	3,387	8,639
<b>OUT</b>	9,746	53,506	12,279	12,527	11,550	3,292	5,183	0,526	20,595	10,563	17,919
<b>NOV</b>	25,663	59,803	15,459	14,205	15,528	3,590	5,654	0,784	22,295	11,330	18,910
<b>DEZ</b>	21,074	87,624	20,128	19,597	20,366	5,276	8,325	2,730	35,125	19,224	29,118

	Vazões Acumuladas (m³/s)										
	Camanducaia	Vargem	Bragança Pta.	Tuiuti	Morungaba	Repr. do jaguari	Pedreira	Jaguariúna *	Artur Nogueira	Cosmópolis	Exutório
<b>JAN</b>	27,343	124,758	144,725	163,344	182,033	187,829	196,978	303,548	37,204	364,781	400,111
<b>FEV</b>	26,570	108,064	126,675	143,574	159,024	164,087	172,074	258,440	31,048	307,692	335,491
<b>MAR</b>	14,632	84,440	100,153	115,192	130,879	134,570	140,384	208,626	25,691	249,290	272,912
<b>ABR</b>	6,622	37,203	45,178	53,756	62,492	64,316	67,174	98,265	12,832	114,744	123,721
<b>MAI</b>	5,777	29,659	36,713	43,407	51,160	52,683	55,065	79,610	9,961	93,166	102,073
<b>JUN</b>	0,658	21,995	27,796	33,131	38,183	39,357	41,184	60,635	7,563	69,836	76,213
<b>JUL</b>	4,094	17,002	21,462	25,487	29,326	30,091	31,272	43,117	4,643	47,817	52,150
<b>AGO</b>	7,276	21,303	25,679	29,069	33,344	34,163	35,429	48,899	5,592	54,670	59,160
<b>SET</b>	12,045	39,867	48,420	56,303	65,206	66,758	69,184	96,831	10,938	111,155	119,794
<b>OUT</b>	9,746	63,252	75,531	88,058	99,607	102,900	108,083	163,466	20,595	194,623	212,542
<b>NOV</b>	25,663	85,466	100,925	115,129	130,658	134,247	139,902	204,502	22,295	238,126	257,036
<b>DEZ</b>	21,074	108,698	128,826	148,423	168,789	174,065	182,390	276,015	35,125	330,364	359,482

\* OBS : Acréscimo na vazão, resultado do deságüe do Rio Camanducaia

	Vazão outorgada expressa percentualmente em relação à vazão do trecho										
	Camanducaia	Vargem	Bragança Pta.	Tuiuti	Morungaba	Repr. do jaguari	Pedreira	Jaguariúna	Artur Nogueira	Cosmópolis	Exutório
<b>JAN</b>	0,000	-0,043	2,731	-0,008	0,322	-0,234	-0,577	-46,252	-0,404	-12,299	-0,277
<b>FEV</b>	0,000	-0,052	2,936	-0,008	0,390	-0,268	-0,660	-55,378	-0,484	-15,620	-0,352
<b>MAR</b>	0,000	-0,060	3,496	-0,009	0,384	-0,367	-0,905	-66,859	-0,584	-18,371	-0,414
<b>ABR</b>	0,000	-0,137	7,130	-0,016	0,692	-0,740	-1,824	-133,079	-1,163	-48,019	-1,082
<b>MAI</b>	0,000	-0,176	8,137	-0,021	0,780	-0,885	-2,181	-170,859	-1,493	-48,387	-1,090
<b>JUN</b>	0,000	-0,196	10,073	-0,026	1,202	-1,146	-2,824	-223,987	-1,958	-67,292	-1,516
<b>JUL</b>	0,000	-0,324	13,509	-0,035	1,588	-1,746	-4,303	-360,427	-3,150	-98,330	-2,216
<b>AGO</b>	0,000	-0,299	13,802	-0,041	1,424	-1,633	-4,024	-300,835	-2,629	-94,963	-2,140
<b>SET</b>	0,000	-0,151	6,617	-0,018	0,679	-0,869	-2,142	-155,809	-1,362	-49,876	-1,124
<b>OUT</b>	0,000	-0,078	4,518	-0,011	0,522	-0,411	-1,014	-83,282	-0,728	-24,186	-0,545
<b>NOV</b>	0,000	-0,070	3,556	-0,010	0,388	-0,377	-0,930	-76,973	-0,673	-22,925	-0,517
<b>DEZ</b>	0,000	-0,048	2,709	-0,007	0,295	-0,257	-0,634	-48,978	-0,428	-14,915	-0,336

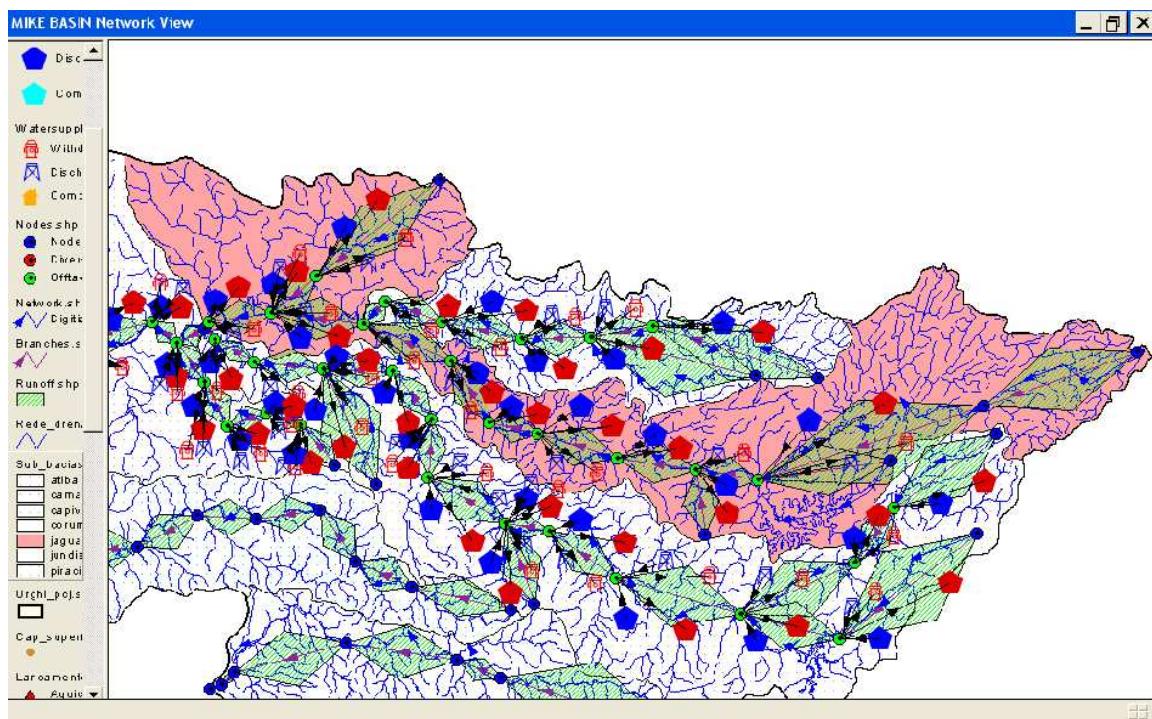
OBS : Percentuais negativos representam valores captados, logo os positivos lançados

Áreas como a de Jaguariúna, principalmente por ter grande potencial industrial, e por ser um município em grande desenvolvimento, apresenta valores alarmantes quanto ao percentual de

outorga em relação a contribuição de água pela precipitação, chegando valor esse a mais de 300% em épocas de pouca pluviosidade.

**Vazão outorgada expressa percentualmente a vazão acumulada ao longo da bacia**

	Camanducaia	Vargem	Bragança Pta.	Tuiuti	Morungaba	Repr. do jaguari	Pedreira	Jaguariúna	Artur Nogueira	Cosmópolis	Exutório
JAN	0,000	-0,034	0,367	-0,001	0,033	-0,007	-0,027	-0,863	-0,406	-0,924	-0,025
FEV	0,000	-0,039	0,419	-0,001	0,038	-0,008	-0,031	-1,014	-0,486	-1,095	-0,029
MAR	0,000	-0,050	0,530	-0,001	0,046	-0,010	-0,038	-1,256	-0,588	-1,352	-0,036
ABR	0,000	-0,113	1,175	-0,003	0,096	-0,021	-0,079	-2,667	-1,177	-2,937	-0,079
MAI	0,000	-0,142	1,446	-0,003	0,117	-0,026	-0,096	-3,292	-1,516	-3,617	-0,096
JUN	0,000	-0,191	1,910	-0,004	0,157	-0,035	-0,129	-4,322	-1,997	-4,825	-0,129
JUL	0,000	-0,247	2,473	-0,005	0,205	-0,045	-0,170	-6,079	-3,252	-7,047	-0,188
AGO	0,000	-0,197	2,067	-0,005	0,180	-0,040	-0,150	-5,360	-2,700	-6,164	-0,166
SET	0,000	-0,105	1,096	-0,002	0,092	-0,020	-0,077	-2,707	-1,381	-3,032	-0,082
OUT	0,000	-0,066	0,703	-0,002	0,060	-0,013	-0,049	-1,603	-0,733	-1,731	-0,046
NOV	0,000	-0,049	0,526	-0,001	0,046	-0,010	-0,038	-1,282	-0,677	-1,415	-0,038
DEZ	0,000	-0,039	0,412	-0,001	0,036	-0,008	-0,029	-0,950	-0,430	-1,020	-0,027



**Figura 35 – “Network” da sub-bacia do jaguari**

#### 6.4 Sub-bacia do Camanducaia

**Tabela 31** – Vazão calculada pela simulação dos pontos adotados Sub – bacia 4

	Vazões Relativas ao Escoamento por trecho (m <sup>3</sup> /s)					
	Monte Alegre do Sul 1	Monte Alegre do Sul 2	Amparo	Jaguariúna 1	jaguariúna 2	Exutório
<b>JAN</b>	31,420	28,942	10,552	22,528	9,279	1,537
<b>FEV</b>	25,101	23,285	8,489	18,585	8,172	1,354
<b>MAR</b>	20,386	19,055	6,947	13,991	6,258	1,037
<b>ABR</b>	10,127	8,323	3,034	7,447	3,040	0,504
<b>MAI</b>	8,599	6,982	2,546	5,541	2,313	0,383
<b>JUN</b>	7,334	5,694	2,076	4,217	1,984	0,329
<b>JUL</b>	4,540	4,030	1,469	2,967	1,257	0,208
<b>AGO</b>	4,795	4,679	1,706	3,224	1,328	0,220
<b>SET</b>	10,002	7,667	2,795	6,087	2,373	0,393
<b>OUT</b>	16,811	14,774	5,387	12,751	5,032	0,834
<b>NOV</b>	21,077	17,375	6,335	13,229	5,604	0,928
<b>DEZ</b>	27,894	25,651	9,352	18,675	8,627	1,429

Nesta bacia observa-se que por ser pouco ocupada e industrializada, os valores de outorga pouco influenciam na vazão, isso apenas não ocorre na área referente a Jaguariúna, que possui o maior potencial tanto na questão de população como com indústrias na região.

	Vazões considerando as outorgas por trecho (m³/s)					
	Monte Alegre do Sul 1	Monte Alegre do Sul 2	Amparo	jaguariúna 1	jaguariúna 2	Exutório
JAN	31,420	28,924	10,600	22,485	8,559	1,537
FEV	25,101	23,267	8,538	18,542	7,452	1,354
MAR	20,386	19,037	6,996	13,948	5,538	1,037
ABR	10,127	8,305	3,083	7,404	2,320	0,504
MAI	8,599	6,964	2,594	5,499	1,593	0,383
JUN	7,334	5,676	2,124	4,175	1,264	0,329
JUL	4,540	4,012	1,518	2,924	0,537	0,208
AGO	4,795	4,661	1,754	3,181	0,608	0,220
SET	10,002	7,649	2,844	6,044	1,653	0,393
OUT	16,811	14,756	5,435	12,708	4,312	0,834
NOV	21,077	17,357	6,383	13,187	4,884	0,928
DEZ	27,894	25,633	9,400	18,632	7,906	1,429

	Vazões Acumuladas (m³/s)					
	Monte Alegre do Sul 1	Monte Alegre do Sul 2	Amparo	jaguariúna 1	jaguariúna 2	Exutório
JAN	31,420	60,344	70,944	93,429	101,988	103,525
FEV	25,101	48,368	56,906	75,448	82,900	84,254
MAR	20,386	39,424	46,419	60,368	65,906	66,943
ABR	10,127	18,431	21,514	28,918	31,238	31,742
MAI	8,599	15,563	18,157	23,656	25,249	25,632
JUN	7,334	13,010	15,134	19,309	20,573	20,902
JUL	4,540	8,552	10,069	12,993	13,530	13,739
AGO	4,795	9,456	11,210	14,391	14,999	15,219
SET	10,002	17,651	20,495	26,539	28,192	28,586
OUT	16,811	31,568	37,003	49,711	54,023	54,856
NOV	21,077	38,434	44,817	58,004	62,888	63,816

DEZ	27,894	53,527	62,927	81,559	89,466	90,895
-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------

A tabela abaixo confirma o fato de a região de Jaguariúna ser a que deve receber maior atenção nas questões de uso.

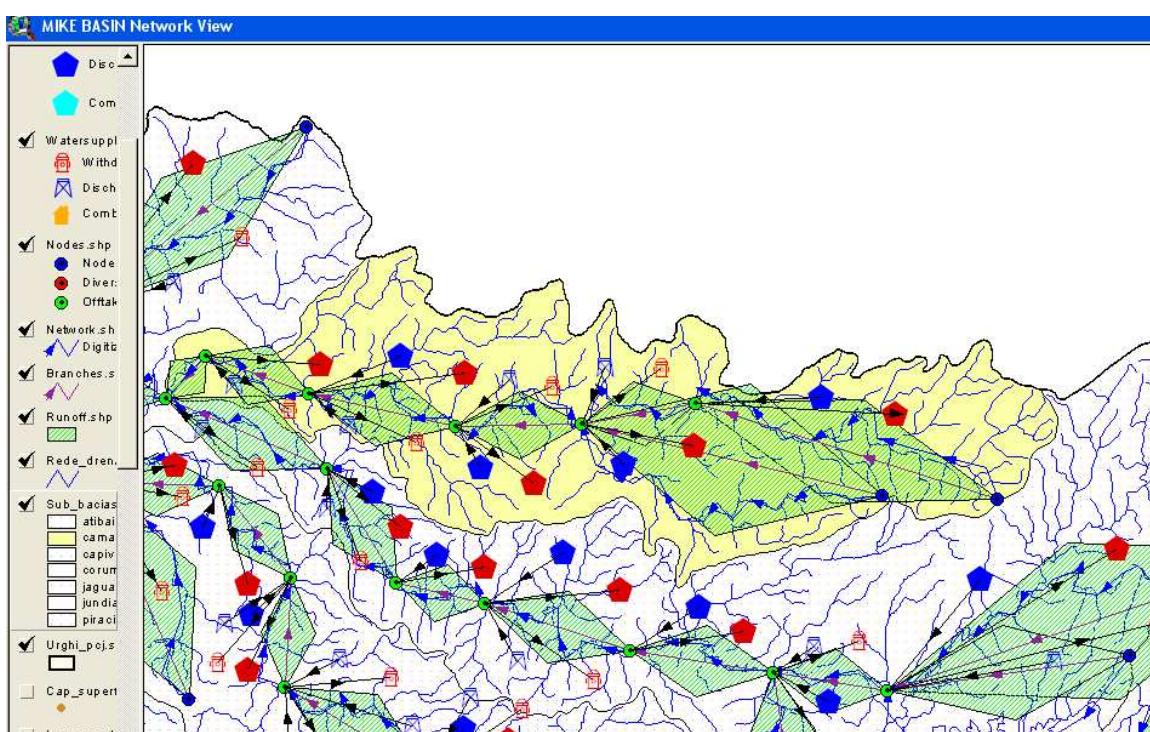
Vazão outorgada expressa percentualmente em relação à vazão do trecho						
	Monte Alegre do Sul 1	Monte Alegre do Sul 2	Amparo	jaguariúna 1	jaguariúna 2	Exutório
JAN	0,000	-0,062	0,457	-0,189	-7,763	0,000
FEV	0,000	-0,077	0,568	-0,229	-8,814	0,000
MAR	0,000	-0,094	0,694	-0,304	-11,509	0,000
ABR	0,000	-0,216	1,588	-0,571	-23,692	0,000
MAI	0,000	-0,258	1,893	-0,767	-31,139	0,000
JUN	0,000	-0,316	2,322	-1,008	-36,301	0,000
JUL	0,000	-0,447	3,280	-1,433	-57,281	0,000
AGO	0,000	-0,385	2,825	-1,318	-54,221	0,000
SET	0,000	-0,235	1,724	-0,698	-30,349	0,000
OUT	0,000	-0,122	0,895	-0,333	-14,313	0,000
NOV	0,000	-0,104	0,761	-0,321	-12,853	0,000
DEZ	0,000	-0,070	0,515	-0,228	-8,350	0,000

OBS : Percentuais negativos representam valores captados, logo os positivos lançados

Vazão outorgada expressa percentualmente a vazão acumulada ao longo da bacia						
	Monte Alegre do Sul 1	Monte Alegre do Sul 2	Amparo	jaguariúna 1	jaguariúna 2	Exutório
JAN	0,000	-0,030	0,068	-0,045	-0,706	0,000
FEV	0,000	-0,037	0,085	-0,056	-0,869	0,000
MAR	0,000	-0,046	0,104	-0,070	-1,093	0,000
ABR	0,000	-0,098	0,224	-0,147	-2,306	0,000
MAI	0,000	-0,116	0,265	-0,180	-2,853	0,000
JUN	0,000	-0,138	0,318	-0,220	-3,501	0,000
JUL	0,000	-0,210	0,479	-0,327	-5,324	0,000
AGO	0,000	-0,190	0,430	-0,295	-4,802	0,000
SET	0,000	-0,102	0,235	-0,160	-2,555	0,000

<b>OUT</b>	0,000	-0,057	0,130	-0,085	-1,333	0,000
<b>NOV</b>	0,000	-0,047	0,108	-0,073	-1,145	0,000
<b>DEZ</b>	0,000	-0,034	0,077	-0,052	-0,805	0,000

OBS : Percentuais negativos representam valores captados, logo os positivos lançados



**Figura 36 – “Network” da sub-bacia do Camanducaia**

## 6.5 Sub-bacia do Piracicaba

**Tabela 32 – Resultados obtidos pela simulação dos pontos adotados na Sub-bacia do Piracicaba**

	Vazões Relativas ao Escoamento ( $m^3/s$ ) por trecho										
	Hortolândia 1	Hortolândia 2	Sumaré 1	Sumaré 2	Americana 1	Americana 2	Piracicaba 1	Piracicaba 2	São Pedro 1	São Pedro 2	Sta Maria da Serra
<b>JAN</b>	4,500	6,166	10,142	7,100	11,166	18,548	56,461	36,715	53,922	43,584	72,005
<b>FEV</b>	3,691	4,525	8,000	6,444	8,494	15,044	54,851	32,456	46,986	40,593	64,158
<b>MAR</b>	2,873	3,800	6,222	5,735	7,161	11,949	40,797	28,182	43,498	29,620	45,003

<b>ABR</b>	1,263	1,429	2,742	3,271	3,018	7,397	23,706	13,212	24,788	12,593	22,424
<b>MAI</b>	1,106	1,710	2,486	2,553	3,084	5,837	19,067	12,060	19,998	12,060	22,908
<b>JUN</b>	0,897	0,929	1,911	2,035	1,943	4,678	13,867	8,021	14,197	7,619	16,988
<b>JUL</b>	0,574	0,746	1,210	1,535	1,468	3,119	7,164	4,157	11,727	5,061	11,892
<b>AGO</b>	0,597	0,465	1,165	1,293	1,601	2,657	6,025	5,472	10,838	4,731	12,338
<b>SET</b>	1,252	1,842	2,515	3,007	3,325	5,605	19,358	11,891	22,306	12,657	20,954
<b>OUT</b>	2,320	2,809	5,163	4,777	5,574	11,271	31,447	20,835	33,300	24,636	38,900
<b>NOV</b>	2,615	3,441	5,855	5,417	6,601	12,506	42,650	24,672	35,104	27,004	39,791
<b>DEZ</b>	3,919	4,445	8,066	7,473	8,714	16,291	62,643	35,195	52,455	37,686	59,452

	Vazões considerando as outorgas por trecho										
	Hortolândia 1	Hortolândia 2	Sumaré 1	Sumaré 2	Americana 1	Americana 2	Piracicaba 1	Piracicaba 2	São Pedro 1	São Pedro 2	Sta Maria da Serra
<b>JAN</b>	5,079	6,147	9,999	8,018	11,023	18,509	56,250	36,318	53,949	43,545	72,009
<b>FEV</b>	4,270	4,506	7,857	7,362	8,351	15,005	54,640	32,059	47,012	40,554	64,161
<b>MAR</b>	3,452	3,781	6,080	6,653	7,018	11,910	40,586	27,785	43,525	29,580	45,007
<b>ABR</b>	1,842	1,410	2,600	4,189	2,875	7,358	23,495	12,815	24,815	12,554	22,428
<b>MAI</b>	1,684	1,692	2,344	3,471	2,941	5,799	18,856	11,663	20,024	12,020	22,912
<b>JUN</b>	1,476	0,910	1,769	2,953	1,800	4,639	13,656	7,624	14,223	7,580	16,992
<b>JUL</b>	1,153	0,727	1,068	2,453	1,325	3,080	6,953	3,760	11,753	5,022	11,896
<b>AGO</b>	1,176	0,446	1,023	2,211	1,458	2,618	5,813	5,074	10,864	4,691	12,342
<b>SET</b>	1,831	1,823	2,373	3,924	3,182	5,567	19,146	11,494	22,332	12,618	20,958
<b>OUT</b>	2,899	2,790	5,021	5,695	5,431	11,233	31,236	20,438	33,327	24,596	38,904
<b>NOV</b>	3,194	3,422	5,713	6,335	6,458	12,467	42,439	24,275	35,131	26,965	39,795
<b>DEZ</b>	4,498	4,427	7,923	8,391	8,571	16,252	62,432	34,798	52,481	37,646	59,456

	Vazões Acumuladas										
	Hortolândia 1	Hortolândia 2	Sumaré 1	Sumaré 2	Americana 1 *	Americana 2	Piracicaba 1	Piracicaba 2 **	São Pedro 1	São Pedro 2	Sta Maria da Serra
<b>JAN</b>	5,079	11,227	21,226	29,244	698,654	717,164	773,413	959,732	1013,681	1057,225	1129,234
<b>FEV</b>	4,270	8,776	16,633	23,995	579,998	595,003	649,643	788,170	835,182	875,736	939,897
<b>MAR</b>	3,452	7,233	13,313	19,966	480,154	492,064	532,651	636,933	680,458	710,038	755,045
<b>ABR</b>	1,842	3,252	5,852	10,041	219,665	227,024	250,518	293,517	318,332	330,886	353,314
<b>MAI</b>	1,684	3,376	5,720	9,191	187,598	193,396	212,252	251,058	271,082	283,102	306,014
<b>JUN</b>	1,476	2,386	4,155	7,108	133,500	138,139	151,795	177,085	191,308	198,888	215,880
<b>JUL</b>	1,153	1,880	2,948	5,402	99,081	102,161	109,114	122,926	134,679	139,701	151,597
<b>AGO</b>	1,176	1,622	2,646	4,856	105,736	108,355	114,168	129,751	140,615	145,306	157,648

	<b>SET</b>	1,831	3,655	6,028	9,952	220,022	225,589	244,735	285,997	308,329	320,947	341,905
	<b>OUT</b>	2,899	5,689	10,710	16,405	375,978	387,211	418,447	498,779	532,106	556,702	595,606
	<b>NOV</b>	3,194	6,616	12,329	18,663	451,428	463,895	506,334	602,725	637,856	664,821	704,615
	<b>DEZ</b>	4,498	8,924	16,848	25,238	638,991	655,243	717,674	853,559	906,041	943,687	1003,143

\* OBS : acréscimo na vazão, resultado do deságüe do Rio Atibaia e do Rio Jaguari.

\*\* OBS : acréscimo na vazão, resultado do deságüe do Rio Corumbataí .

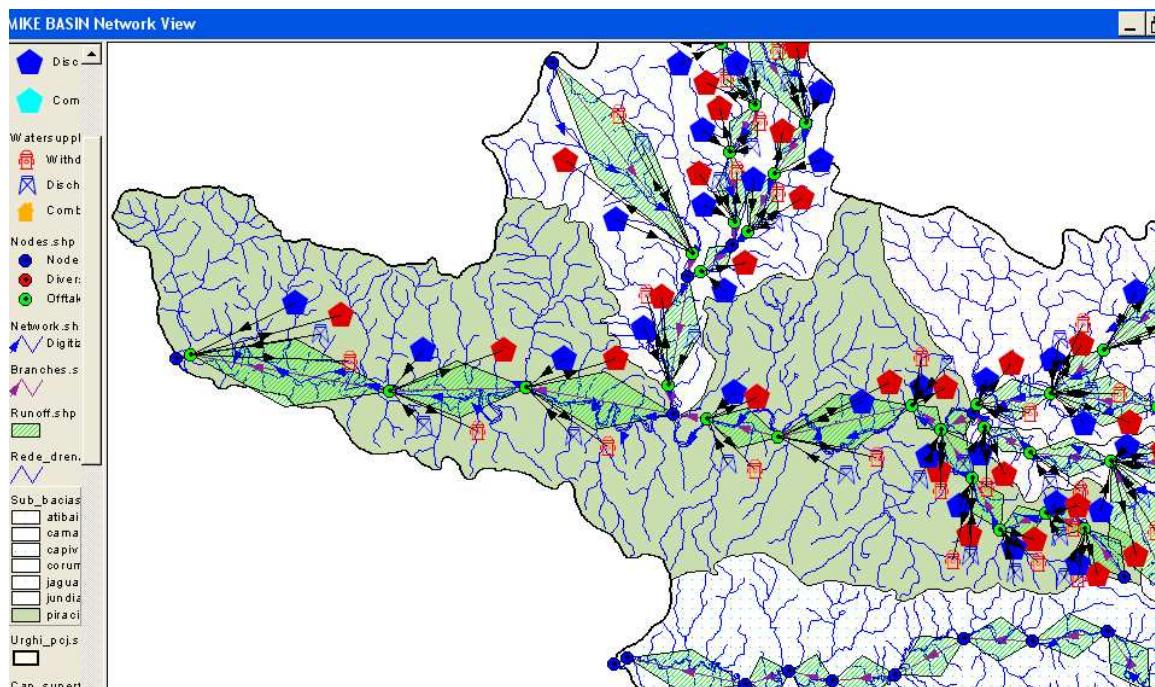
Vazão outorgada expressa percentualmente em relação à vazão escoada no trecho												
	Hortolândia 1	Hortolândia 2	Sumaré 1	Sumaré 2	Americana 1	Americana 2	Piracicaba 1	Piracicaba 2	São Pedro 1	São Pedro 2	Sta Maria da Serra	
<b>JAN</b>	12,864	-0,303	-1,403	12,927	-1,280	-0,209	-0,374	-1,082	0,049	-0,091	0,005	
<b>FEV</b>	15,687	-0,413	-1,779	14,242	-1,682	-0,257	-0,385	-1,223	0,056	-0,098	0,006	
<b>MAR</b>	20,148	-0,492	-2,287	16,003	-1,995	-0,324	-0,518	-1,409	0,060	-0,134	0,009	
<b>ABR</b>	45,846	-1,309	-5,189	28,056	-4,735	-0,523	-0,891	-3,006	0,106	-0,314	0,017	
<b>MAI</b>	52,367	-1,093	-5,723	35,947	-4,633	-0,663	-1,108	-3,293	0,132	-0,328	0,017	
<b>JUN</b>	64,566	-2,013	-7,445	45,098	-7,356	-0,827	-1,523	-4,951	0,185	-0,520	0,023	
<b>JUL</b>	100,780	-2,508	-11,756	59,774	-9,732	-1,241	-2,948	-9,552	0,224	-0,782	0,033	
<b>AGO</b>	96,900	-4,024	-12,210	70,978	-8,924	-1,457	-3,506	-7,258	0,243	-0,837	0,032	
<b>SET</b>	46,229	-1,015	-5,657	30,526	-4,297	-0,690	-1,091	-3,339	0,118	-0,313	0,019	
<b>OUT</b>	24,957	-0,666	-2,756	19,213	-2,564	-0,343	-0,672	-1,906	0,079	-0,161	0,010	
<b>NOV</b>	22,139	-0,543	-2,430	16,943	-2,165	-0,309	-0,495	-1,609	0,075	-0,147	0,010	
<b>DEZ</b>	14,774	-0,421	-1,764	12,281	-1,640	-0,238	-0,337	-1,128	0,050	-0,105	0,007	

OBS : Percentuais negativos representam valores captados, logo os positivos lançados

Pode-se observar nesta região que os valores de outorgas mais significativas estão presentes no inicio da bacia, onde se encontram municípios como Americana e Piracicaba. Entretanto nota-se que em aspectos de vazão, não ocorre muita interferência, principalmente pelo fato do deságüe de do Rio Atibaia, Jaguari e Corumbataí

Vazão outorgada expressa percentualmente a vazão acumulada ao longo da bacia												
	Hortolândia 1	Hortolândia 2	Sumaré 1	Sumaré 2	Americana 1	Americana 2	Piracicaba 1	Piracicaba 2	São Pedro 1	São Pedro 2	Sta Maria da Serra	
<b>JAN</b>	11,398	-0,167	-0,670	3,138	-0,020	-0,005	-0,027	-0,041	0,003	-0,004	0,000	
<b>FEV</b>	13,560	-0,213	-0,856	3,825	-0,025	-0,007	-0,033	-0,050	0,003	-0,005	0,000	

<b>MAR</b>	16,769	-0,259	-1,069	4,597	-0,030	-0,008	-0,040	-0,062	0,004	-0,006	0,001
<b>ABR</b>	31,434	-0,575	-2,432	9,140	-0,065	-0,017	-0,084	-0,135	0,008	-0,012	0,001
<b>MAI</b>	34,369	-0,554	-2,488	9,986	-0,076	-0,020	-0,100	-0,158	0,010	-0,014	0,001
<b>JUN</b>	39,234	-0,784	-3,425	12,912	-0,107	-0,028	-0,139	-0,224	0,014	-0,020	0,002
<b>JUL</b>	50,194	-0,995	-4,826	16,991	-0,144	-0,038	-0,194	-0,323	0,020	-0,028	0,003
<b>AGO</b>	49,213	-1,153	-5,379	18,899	-0,135	-0,036	-0,185	-0,306	0,019	-0,027	0,002
<b>SET</b>	31,614	-0,512	-2,361	9,222	-0,065	-0,017	-0,086	-0,139	0,009	-0,012	0,001
<b>OUT</b>	19,973	-0,329	-1,329	5,595	-0,038	-0,010	-0,050	-0,080	0,005	-0,007	0,001
<b>NOV</b>	18,126	-0,283	-1,154	4,918	-0,032	-0,008	-0,042	-0,066	0,004	-0,006	0,001
<b>DEZ</b>	12,872	-0,210	-0,845	3,637	-0,022	-0,006	-0,029	-0,047	0,003	-0,004	0,000



**Figura 37 – “Network” da sub-bacia do Piracicaba**

## 6.6 Sub-bacia do Capivari

**Tabela 33 – Vazões calculadas pela simulação dos pontos adotados na Sub-bacia do Capivari**

Vazões Relativas ao Escoamento por trecho (m³/s)										
	Louveira	Campinas 1	Campinas 2	Campinas 3	Monte Mor	Elias Fausto	Capivari 1	Capivari 2	Capivari 3	Exutório
JAN	13,2610	8,9395	7,6182	10,0889	24,9748	15,3226	23,9097	9,3464	8,0252	14,8474
FEV	9,7318	6,5604	5,7384	8,4331	21,1127	12,6285	19,9052	8,4776	7,2533	13,4192
MAR	8,1717	5,5087	4,8197	7,4124	14,7576	9,7658	14,1794	6,6827	5,4736	10,1266
ABR	3,0728	2,0715	2,4438	3,8333	7,3906	4,0943	6,4429	1,3186	2,1891	4,0501
MAI	3,6783	2,4796	2,6222	3,9443	8,3802	4,6580	6,6183	2,6821	2,1244	3,9303
JUN	1,9983	1,3471	1,7265	2,9098	5,9913	3,3928	5,3561	1,5042	1,9352	3,5802
JUL	1,6034	1,0809	1,2587	1,9564	3,9024	2,2516	4,0458	1,5625	1,3943	2,5795
AGO	0,9994	0,6737	1,3056	1,7185	4,1050	2,3419	3,4091	1,2156	1,2151	2,2481
SET	3,9619	2,6708	2,1864	3,9219	7,9100	4,7678	7,0685	2,9508	2,4958	4,6175
OUT	6,0409	4,0723	3,7163	5,9277	12,4762	8,2437	11,4326	2,9592	4,2813	7,9208
NOV	7,4005	4,9888	4,3501	6,6010	15,2513	8,0895	11,7543	1,5177	4,9691	9,1934
DEZ	9,5605	6,4450	6,9630	10,9074	22,3699	14,0932	19,8359	14,4726	7,4456	13,7750

Vazões considerando as outorgas por trecho (m³/s)										
	Louveira	Campinas 1	Campinas 2	Campinas 3	Monte Mor	Elias Fausto	Capivari 1	Capivari 2	Capivari 3	Exutório
JAN	13,2323	8,9932	7,4159	10,9182	25,1095	15,3303	23,8863	9,3537	7,8099	14,8322
FEV	9,7031	6,6141	5,5361	9,2624	21,2474	12,6362	19,8818	8,4849	7,0380	13,4040
MAR	8,1430	5,5624	4,6174	8,2417	14,8923	9,7735	14,1560	6,6900	5,2583	10,1114
ABR	3,0441	2,1252	2,2415	4,6626	7,5253	4,1020	6,4195	1,3259	1,9738	4,0349
MAI	3,6496	2,5333	2,4199	4,7736	8,5149	4,6657	6,5949	2,6894	1,9091	3,9151
JUN	1,9696	1,4008	1,5242	3,7391	6,1260	3,4005	5,3327	1,5115	1,7199	3,5650
JUL	1,5747	1,1346	1,0564	2,7857	4,0371	2,2593	4,0224	1,5698	1,1790	2,5643
AGO	0,9707	0,7274	1,1033	2,5478	4,2397	2,3496	3,3857	1,2229	0,9998	2,2329
SET	3,9332	2,7245	1,9841	4,7512	8,0447	4,7755	7,0451	2,9581	2,2805	4,6023
OUT	6,0122	4,1260	3,5140	6,7570	12,6109	8,2514	11,4092	2,9665	4,0660	7,9056
NOV	7,3718	5,0425	4,1478	7,4303	15,3860	8,0972	11,7309	1,5250	4,7538	9,1782
DEZ	9,5318	6,4987	6,7607	11,7367	22,5046	14,1009	19,8125	14,4799	7,2303	13,7598

Bem como na Bacia do Atibaia, a do Capivari passa por grandes centros urbanos e industriais, como Campinas, principalmente, e Capivari, de forma que são nesses pontos que os aspectos relacionados ao uso da água são mais intensos. Pode-se observar também valores negativos no exutório.

Vazões Acumuladas (m³/s)										
	Louveira	Campinas 1	Campinas 2	Campinas 3	Monte Mor	Elias Fausto	Capivari 1	Capivari 2	Capivari 3	Exutório
JAN	13,2323	22,2255	29,6415	40,5597	65,6692	80,9996	104,8858	114,2395	122,0494	136,8816
FEV	9,7031	16,3172	21,8533	31,1157	52,3631	64,9993	84,8811	93,3660	100,4039	113,8079
MAR	8,1430	13,7054	18,3228	26,5645	41,4568	51,2303	65,3863	72,0763	77,3346	87,4460

ABR	3,0441	5,1693	7,4107	12,0733	19,5986	23,7005	30,1201	31,4460	33,4198	37,4547
MAI	3,6496	6,1830	8,6029	13,3765	21,8913	26,5571	33,1520	35,8413	37,7504	41,6655
JUN	1,9696	3,3705	4,8947	8,6339	14,7598	18,1603	23,4930	25,0045	26,7244	30,2894
JUL	1,5747	2,7093	3,7657	6,5514	10,5885	12,8477	16,8702	18,4399	19,6189	22,1832
AGO	0,9707	1,6982	2,8014	5,3492	9,5890	11,9386	15,3243	16,5472	17,5471	19,7800
SET	3,9332	6,6578	8,6419	13,3931	21,4378	26,2133	33,2583	36,2164	38,4969	43,0992
OUT	6,0122	10,1382	13,6521	20,4091	33,0200	41,2715	52,6807	55,6472	59,7132	67,6188
NOV	7,3718	12,4143	16,5621	23,9924	39,3784	47,4757	59,2066	60,7316	65,4854	74,6636
DEZ	9,5318	16,0305	22,7912	34,5280	57,0325	71,1334	90,9459	105,4259	112,6561	126,4159

**Vazão outorgada expressa percentualmente em relação à vazão do trecho**

	Louveira	Campinas 1	Campinas 2	Campinas 3	Monte Mor	Elias Fausto	Capivari 1	Capivari 2	Capivari 3	Exutório
JAN	-0,2164	0,6007	-2,6555	8,2199	0,5393	0,0503	-0,0979	0,0781	-2,6828	-0,1024
FEV	-0,2949	0,8185	-3,5254	9,8339	0,6380	0,0610	-0,1176	0,0861	-2,9683	-0,1133
MAR	-0,3512	0,9748	-4,1974	11,1881	0,9127	0,0788	-0,1650	0,1092	-3,9334	-0,1501
ABR	-0,9340	2,5924	-8,2782	21,6343	1,8226	0,1881	-0,3632	0,5536	-9,8350	-0,3753
MAI	-0,7802	2,1656	-7,7149	21,0253	1,6074	0,1653	-0,3536	0,2722	-10,1348	-0,3867
JUN	-1,4362	3,9863	-11,7170	28,4999	2,2483	0,2270	-0,4369	0,4853	-11,1257	-0,4246
JUL	-1,7899	4,9681	-16,0716	42,3899	3,4517	0,3420	-0,5784	0,4672	-15,4417	-0,5893
AGO	-2,8717	7,9705	-15,4949	48,2572	3,2814	0,3288	-0,6864	0,6005	-17,7181	-0,6761
SET	-0,7244	2,0106	-9,2525	21,1454	1,7029	0,1615	-0,3310	0,2474	-8,6264	-0,3292
OUT	-0,4751	1,3187	-5,4436	13,9904	1,0797	0,0934	-0,2047	0,2467	-5,0288	-0,1919
NOV	-0,3878	1,0764	-4,6504	12,5632	0,8832	0,0952	-0,1991	0,4810	-4,3327	-0,1653
DEZ	-0,3002	0,8332	-2,9053	7,6031	0,6021	0,0546	-0,1180	0,0504	-2,8917	-0,1103

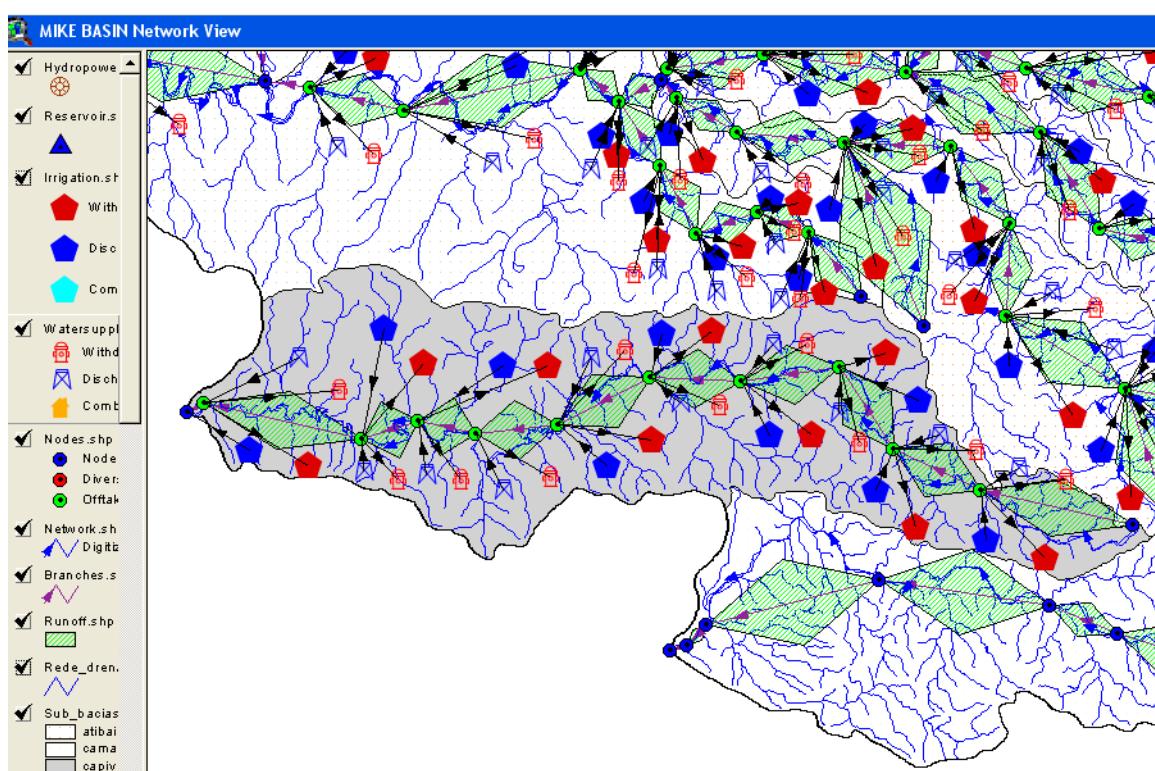
OBS : Percentuais negativos representam valores captados, logo os positivos lançados

**Vazão outorgada expressa percentualmente a vazão acumulada ao longo da bacia**

	Louveira	Campinas 1	Campinas 2	Campinas 3	Monte Mor	Elias Fausto	Capivari 1	Capivari 2	Capivari 3	Exutório
JAN	-0,2169	0,2416	-0,6825	2,0446	0,2051	0,0095	-0,0223	0,0064	-0,1764	-0,0111
FEV	-0,2958	0,3291	-0,9257	2,6652	0,2572	0,0118	-0,0276	0,0078	-0,2144	-0,0134
MAR	-0,3524	0,3918	-1,1041	3,1218	0,3249	0,0150	-0,0358	0,0101	-0,2784	-0,0174
ABR	-0,9428	1,0388	-2,7298	6,8689	0,6873	0,0325	-0,0777	0,0232	-0,6442	-0,0406

MAI	-0,7864	0,8685	-2,3515	6,1997	0,6153	0,0290	-0,0706	0,0204	-0,5703	-0,0365
JUN	-1,4571	1,5932	-4,1330	9,6052	0,9126	0,0424	-0,0996	0,0292	-0,8056	-0,0502
JUL	-1,8226	1,9821	-5,3721	12,6583	1,2721	0,0599	-0,1387	0,0396	-1,0974	-0,0685
AGO	-2,9566	3,1622	-7,2213	15,5031	1,4047	0,0645	-0,1527	0,0441	-1,2270	-0,0768
SET	-0,7297	0,8066	-2,3409	6,1920	0,6283	0,0294	-0,0704	0,0202	-0,5593	-0,0353
OUT	-0,4774	0,5297	-1,4818	4,0634	0,4079	0,0187	-0,0444	0,0131	-0,3606	-0,0225
NOV	-0,3893	0,4326	-1,2215	3,4565	0,3421	0,0162	-0,0395	0,0120	-0,3288	-0,0204
DEZ	-0,3011	0,3350	-0,8876	2,4018	0,2362	0,0108	-0,0257	0,0069	-0,1911	-0,0120

OBS : Percentuais negativos representam valores captados, logo os positivos lançados



**Figura 38 – “Network” da do Capivari**

## 6.7 Sub-bacia do Jundiaí

**Tabela 34** – Vazões calculadas pela simulação dos pontos adotados Sub – bacia do Jundiaí

	Vazões Relativas ao Escoamento por trecho (m <sup>3</sup> /s)				
	Jundiaí 1	Jundiaí 2	Itupeva	Indaiatuba	Salto
JAN	14,432	21,783	18,388	35,596	1,686
FEV	12,924	19,099	16,181	29,754	1,474
MAR	11,532	13,930	11,662	26,152	1,250
ABR	5,430	6,856	5,361	13,524	0,679
MAI	5,792	5,782	5,779	13,916	0,517
JUN	4,382	5,321	3,993	10,266	0,396
JUL	3,278	3,739	3,490	6,902	0,343
AGO	2,965	3,062	2,878	6,063	0,285
SET	6,114	6,434	6,118	13,837	0,728
OUT	9,187	11,771	10,632	20,914	0,961
NOV	10,115	13,202	11,678	23,290	1,087
DEZ	15,845	19,800	17,990	38,484	1,601

	Vazões considerando as outorgas por trecho (m <sup>3</sup> /s)				
	Jundiaí 1	Jundiaí 2	Itupeva	Indaiatuba	Salto
JAN	14,341	21,633	19,059	35,676	1,684
FEV	12,833	18,949	16,852	29,834	1,472
MAR	11,440	13,780	12,333	26,232	1,249
ABR	5,339	6,706	6,032	13,605	0,677
MAI	5,700	5,632	6,450	13,996	0,515
JUN	4,291	5,171	4,664	10,347	0,395
JUL	3,187	3,589	4,161	6,983	0,342
AGO	2,874	2,912	3,549	6,143	0,283
SET	6,023	6,284	6,789	13,917	0,726
OUT	9,096	11,621	11,303	20,994	0,959
NOV	10,024	13,052	12,349	23,370	1,085
DEZ	15,753	19,650	18,661	38,564	1,599

Mesmo esta bacia sendo pouco povoada, a região de Jundiaí possui uma grande demanda de água, sendo que esta por estar a montante da bacia, pode afetar o restante, portanto são áreas a se observar. Mesmo assim percebe-se melhora no aspecto de vazões na região de Itupeva, sendo esta pouco povoada, tendo outorgas pouco significativas na agricultura.

Vazões Acumuladas (m³/s)					
	Jundiaí 1	Jundiaí 2	Itupeva	Indaiatuba	Salto
JAN	14,341	35,974	55,033	90,709	92,393
FEV	12,833	31,782	48,634	78,468	79,939
MAR	11,440	25,220	37,553	63,785	65,034
ABR	5,339	12,045	18,077	31,682	32,359
MAI	5,700	11,332	17,782	31,779	32,294
JUN	4,291	9,462	14,126	24,472	24,867
JUL	3,187	6,776	10,938	17,920	18,262
AGO	2,874	5,786	9,335	15,478	15,761
SET	6,023	12,307	19,096	33,013	33,739
OUT	9,096	20,718	32,021	53,015	53,973
NOV	10,024	23,076	35,425	58,795	59,880
DEZ	15,753	35,403	54,064	92,628	94,227

Vazão outorgada expressa percentualmente em relação à vazão do trecho					
	Jundiaí 1	Jundiaí 2	Itupeva	Indaiatuba	Salto
JAN	-0,631	-0,689	3,649	0,225	-0,113
FEV	-0,705	-0,785	4,147	0,269	-0,129
MAR	-0,790	-1,077	5,754	0,306	-0,152
ABR	-1,678	-2,188	12,517	0,592	-0,280
MAI	-1,573	-2,594	11,611	0,576	-0,367
JUN	-2,079	-2,819	16,804	0,780	-0,479
JUL	-2,779	-4,012	19,224	1,160	-0,553
AGO	-3,072	-4,899	23,316	1,321	-0,666
SET	-1,490	-2,331	10,967	0,579	-0,261
OUT	-0,992	-1,274	6,311	0,383	-0,198
NOV	-0,901	-1,136	5,746	0,344	-0,175
DEZ	-0,575	-0,758	3,730	0,208	-0,119

OBS : Percentuais negativos representam valores captados, logo os positivos lançados

Vazão outorgada expressa percentualmente a vazão

acumulada ao longo da bacia					
	Jundiaí 1	Jundiaí 2	Itupeva	Indaiatuba	Salto
JAN	-0,635	-0,417	1,219	0,088	-0,002
FEV	-0,710	-0,472	1,380	0,102	-0,002
MAR	-0,796	-0,595	1,787	0,126	-0,003
ABR	-1,706	-1,245	3,712	0,253	-0,006
MAI	-1,598	-1,324	3,773	0,252	-0,006
JUN	-2,123	-1,585	4,750	0,327	-0,008
JUL	-2,859	-2,214	6,135	0,447	-0,010
AGO	-3,170	-2,592	7,188	0,518	-0,012
SET	-1,513	-1,219	3,514	0,243	-0,006
OUT	-1,002	-0,724	2,096	0,151	-0,004
NOV	-0,909	-0,650	1,894	0,136	-0,003
DEZ	-0,578	-0,424	1,241	0,086	-0,002

OBS : Percentuais negativos representam valores captados, logo os positivos lançados

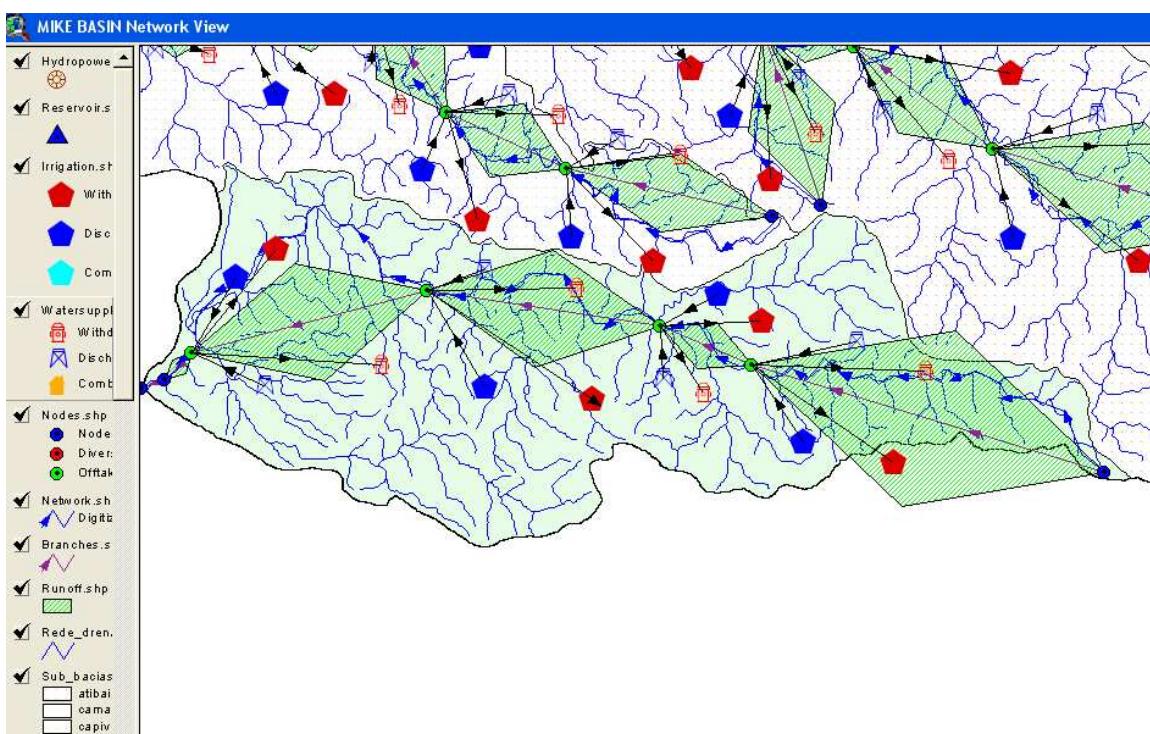


Figura 39 – “Network” da sub-bacia do Jundiaí

## 7 Discussão

Todos os resultados apresentados nas tabelas 28 a 34 são resultados da simulação do modelo, de modo que se pode observar a obtenção do balanço hídrico tanto nas regiões como de forma global, visando demonstrar a interferência humana global e pontual, isso em razão da vazão regionalizada baseada nas médias históricas mensais de precipitação das sub-bacias e das vazões outorgadas de captação ou lançamento.

Outro aspecto importante a se considerar ao realizar análise dos resultados consiste em perceber que a vazão outorgada não representa a real, isso por dois motivos em especial. Primeiro pelo fato da outorga representar o máximo q pode se utilizar ou lançar, e segundo pelo fato de muitas outorgas não serem por 24 horas.

Em relação ao primeiro aspecto, dados reais teriam que ser levantados em campo para cada ponto, para os diferentes usos com, abastecimento público, abastecimento privado, irrigação, indústrias, entre outros, de forma que para esse projeto, tal levantamento seria inviável pelos gastos e tempo necessário para o mesmo.

Já em relação ao segundo aspecto, foi realizada uma conversão em todas as outorgas, visando representá-las como para 24 horas, isso pelo fato do trabalho ser realizada analisando os meses.

Vale salientar também que uma inconsistência nos resultados pode ocorrer por aspectos relacionados aos dados da média histórica de precipitação, já que alguns postos são considerados recentes, e por fatores relacionados a uma abordagem apenas das águas superficiais.

Quanto ao segundo problema levantado está relacionado ao fato de muitas captações serem realizadas de mananciais subterrâneos, entretanto as mesmas são lançadas de forma superficial em muitos momentos, de forma que em algumas regiões, são apresentados valores maiores de lançamento do que de captação, fato esse que na realidade não ocorre.

Podemos citar para exemplificar áreas como “Campinas 3” na sub bacia do Capivari , onde em meses de pouca precipitação, o balanço resulta em lançamento correspondente a aproximadamente 46% da vazão local. Pode-se observar fatos semelhantes no ponto “Paulínia” na sub-bacia do Atibaia, onde no mês mais crítico o lançamento corresponde a mais de 200% da vazão obtida pela precipitação, e também em “Sumaré 2” na sub-bacia da piracicaba, com percentual de lançamento em relação à vazão local de escoamento em torno de 45%.

Entretanto considerando os valores de vazão global, tais percentuais são reduzidos significativamente, tendo percentuais inferiores a 20%, exceto nas cabeceiras, que por contarem apenas com sua vazão de escoamento possuem percentuais semelhantes.

Vale ressaltar que meses entre Abril a Setembro, que correspondem ao período de seca da região são os mais críticos tanto em relação aos percentuais de lançamento como os de captação. Entretanto vale ressaltar os valores de captação nesses meses, já que percentuais elevados podem significar uma degradação do recurso, podendo assim gerar conflito entre os usuários.

Dentre esses meses, podemos citar alguns pontos com valores percentuais de captação representativamente altos, muitos passando do 100% da vazão gerada pelo escoamento local, entretanto vale lembrar que em análise mais ampla, considerando os valores acumulados de vazão, tais percentuais diminuem.

Com tudo, alguns pontos podem exemplificar tal analise, como o ponto “Jaguariúna” da sub bacia do Jaguari, o ponto “Campinas 2” da sub bacia do Atibaia e o ponto “Rio Claro 2” da sub bacia do Corumbataí.

Quanto a aspectos relacionados ao programa, vale ressaltar que muitas considerações importantes para determinação do balanço não necessariamente são bem realizadas pelo MIKE BASIN, já que o mesmo tendo uma formulação que apresenta resultados satisfatórios, entretanto deixa de considerar grande quantidade de variáveis, em se tratando de

questões ambientais, e também, por ser um “Softwear” de origem dinamarquesa, sua formulação não necessariamente atende bem a climas tropicais.

Outro aspecto a salientar quanto aos resultados, são relacionados às características de alguns corpos hídricos, já que como sabemos muitos são resultados de afloramentos de aquíferos, e esses não são considerados, sendo apenas considerada a vazão em função da área e da precipitação, podendo assim explicar alguns valores de captação superior à vazão local de alguns trechos, sendo que esses possuem cabeceiras próximas a mananciais.

Como já citada a influencia da não consideração dos recursos hídricos subterrâneos, torna-se viável a interpretação de trechos onde apenas há outorgas de lançamento.

Contudo vale ressaltar que as vazões acumuladas se tornaram aceitáveis em muitas regiões, já que ao analisar os postos fluviométricos presentes na sub-bacia, muitos valores permanecem entre os valores mínimos e máximos observados na realidade.

## **8 Conclusões**

Após término do trabalho, tornou-se possível uma análise crítica sobre as potencialidades do software MIKEBASIN 2000. Foi observado que para projetos de grande escopo como este, sua utilização necessita de dados mais consistentes e uma abordagem mais ampla, sendo esta uma dificuldade para este projeto de iniciação científica.

Entretanto nas pesquisas bibliográficas realizadas para a elaboração do mesmo, observou-se que para trabalhos abrangendo menores áreas, o modelo produz resultados mais satisfatórios, como no trabalho desenvolvido para obtenção do título de mestre por CORRÊA, C. R. R. (2004) .

Entretanto o modelo se torna de grande utilidade quando aplicado de forma precisa podendo servir como instrumento para tomadas de decisões, e análise de diversos cenários. Porém para tal devem ser considerados todos os aspectos relacionados ao balanço hídrico, incluindo aspectos de qualidade e de águas subterrâneas, por exemplo, fato esse não realizado neste trabalho por toda complexidade que isto exigiria, sendo inviável para a ocasião.

Contudo, a utilização do modelo e suas simulações, mesmo com as imprecisões já citadas anteriormente, auxiliaram na observação de regiões críticas, regiões com características rurais e outras urbanas, permitindo também que se visualize áreas de conflitos e escassez. Acredita-se que em um estudo mais aprofundado, pode gerar diretrizes para o manejo tanto de uso e ocupação do solo como dos conflitos existentes na região.

## **9 Referências Bibliográficas Consultadas para Realização do Trabalho:**

- BARROS, M. T. L. et. al. (1991). Otimização estocástica implícita da operação de sistemas de reservatórios considerando múltiplos objetivos , Artigo da Revista Brasileira de Recursos Hídricos. (Volume 9 n.1 Ago 1991).
- BOX, G. P., JENKINS, G. M., (1976). Time series analysis forecasting and control. Oakland: Holden-Day, p575.
- BRAGA, B. (1998). Sistemas de suporte a decisão em Recursos Hídricos , Artigo da Revista Brasileira de Recursos Hídricos. (Volume 3 n.3 Jul / Set 1998).
- CHARNES, A. & COOPER, W. (1961). Management models and industrial applications of linear programming. New York, John Wiley, 1961.
- CHAUDHRY, F. H. & CASTELLANO, E. G., eds. (2000). Desenvolvimento Sustentado: problemas e estratégias.1<sup>a</sup>.Edição , São Carlos: EESC-USP, 2000. Projeto REENGE.
- Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. Relatório de situação dos recursos hídricos das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí – 2002/2003 , Piracicaba – SP - 2004
- DYRBAK, L. (2000). Reservoir operation optimization. Dept of Hydrodynamics and Water Resources, Technical University of Denmark, July 2000. <http://www.dhisoftware.com/mikebasin/News/DyrbakReport.htm> (5 out. de 2000).
- GOULTER I. C. and CASTENSSON R. (1988). Multiobjective Allocation of Water Shortage in the Svarta River, Sweden. Water Resources Bulletin Vol. 24, No.4 (761-773).
- LALL U, (1995). "A yield model for screening surface and ground water development." Journal of water resources planning and management ,ASCE 121 (1), 9-22.
- LOUCKS DANIEL P. (1981). Water Resource Systems Planning and Analysis. 1981 by Prentice-Hall , Inc. Englewood Cliffs , New Jersey 07632.
- MINE, M. R. M. (1984). Modelos estocásticos lineares para a previsão de cheias em tempo real. São Paulo: USP, p127. Dissertação (Mestrado), USP.
- MINE, M. R. M., TUCCI, C. E. M. (1999). Previsão em tempo real de vazões afluentes a reservatórios de usinas hidrelétricas. Artigo da Revista Brasileira de Recursos Hídricos. (Volume 4 n.2 Abr / Jun 1999, p73-95).
- QUENTIN, W. MARTIN (1993). Optimal Reservoir Control for Hydropower on Colorado River, Texas. Journal of water resources planning and management , November / December 1995.
- ROGERS, P. P. and M. B. FIERING, (1986). Use of Systems Analysis in Water Management. Water Resources Research 22 (9): 146S-158S.

SINHA, AMIT K. (1996). "A nonlinear decision rule based optimization model for screening multipurpose reservoir systems". PhD dissertation , Dept. of Civ. Engrg., Indian Institute of technology, Bombay.

SINHA, AMIT K. (1999). Yield Model for Screening Multipurpose Reservoir Systems. Journal of water resources planning and management , November / December 1999.

TEXAS WATER DEVELOPMENT BOARD. (1970), System simulation for management of a total water resource. Texas: (Report, 118).

TUCCI, CARLOS E. M. (1987). Simulação no gerenciamento dos recursos hídricos . In: Barth, F. T. et al. Modelos para gerenciamento de recursos hídricos. São Paulo: Nobel: ABRH, cap 3. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos, 1).

TUCCI, CARLOS E. M. (1993). Hidrologia Ciência e Aplicação. 2<sup>a</sup>.Edição , ABRH , Porto Alegre-RS , Editora Universidade.

TUCCI, CARLOS E. M. (1998). Modelos Hidrológicos. 1<sup>a</sup>.Edição , ABRH , Porto Alegre-RS , Editora Universidade.

WILSON, J. P. (1999). Water Resource Applications of GIS ( Version 1-5-00). <http://www.dhisoftware.com/mikebasin/News/Academic.htm> ( 7 nov. de 2000).

## Sites

[www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br)

[www.daee.sp.gov.br](http://www.daee.sp.gov.br)

[www.cetesb.sp.gov.br](http://www.cetesb.sp.gov.br)

[www.ambiente.sp.gov.br](http://www.ambiente.sp.gov.br)

[www.recursoshidricos.sp.gov.br](http://www.recursoshidricos.sp.gov.br)

[www.eletrobras.gov.br](http://www.eletrobras.gov.br)

[www.ibama.gov.br](http://www.ibama.gov.br)

[www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br)

[www.mme.gov.br](http://www.mme.gov.br)

[www.sabesp.com.br](http://www.sabesp.com.br)

[www.sigrh.sp.gov.br](http://www.sigrh.sp.gov.br)

[www.snirh.gov.br](http://www.snirh.gov.br)

[www.cth.usp.br](http://www.cth.usp.br)

[www.dhisoftware.com](http://www.dhisoftware.com)