

## INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL PARA O DIAGNÓSTICO DOS RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ: PARTE II- ASPECTOS HIDROLÓGICOS

RAQUEL S. POMPERMAYER<sup>1</sup>, DURVAL R. PAULA JÚNIOR<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Eng<sup>a</sup> Produção Química, Mestre em Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, rasop97@yahoo.com.

<sup>2</sup> Eng<sup>o</sup> Civil Sanitarista, Prof. Associado, FEAGRI/UNICAMP, Campinas – SP, Fone: (0XX19) 7881035, durval@agr.unicamp.br

Escrito para apresentação no  
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola  
31 de julho a 4 de agosto de 2006 - João Pessoa – PB

**RESUMO:** Propõe-se avaliar a aplicabilidade de indicadores de sustentabilidade ambiental na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos das Bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (UGRHI 5), do Estado de São Paulo. Para isso, selecionaram-se oito indicadores de sustentabilidade ambiental para a avaliação das pressões das demandas de água sobre as disponibilidades hídricas das sub-bacias que integram a área de estudo. Os indicadores selecionados demonstraram-se bastante adequados, permitindo quantificar e transmitir de forma objetiva e simples as informações de natureza técnico-científica original. Estabeleceu-se, assim, um diagnóstico representativo da situação real de cada sub-bacia hidrográfica quanto à utilização de seus recursos hídricos, identificando as bacias prioritárias por ações de uso racional desses recursos. Constatou-se, assim, que as sub-bacias dos rios Piracicaba, Jundiaí e Capivari revelam-se como as de maior prioridade por racionalização do uso da água e educação ambiental. Já as sub-bacias dos rios Camanducaia e Corumbataí revelam-se como as de menor prioridade por tais intervenções.

**PALAVRAS-CHAVE:** indicadores, gestão de recursos hídricos, bacia hidrográfica.

### INDICATORS OF ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY FOR ANALYSIS OF THE WATER RESOURCES OF THE RIVER BASINS OF PIRACICABA, CAPIVARI AND JUNDIAÍ: PART II – HYDROLOGICAL ASPECTS

**ABSTRACT:** This paper presents an evaluation of the use conditions of the water resources into the *Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí – UGRHI 5, do Estado de São Paulo*. There were selected eight indicators of environmental sustainability to evaluate the demand conditions and the water availability of the examined sub-basins. The selected indicators had been demonstrated sufficiently adequate and important to quantify and transmitting the technical and scientific information. There was an important analysis of the hydrographic conditions of the sub-basins, identifying the priorities for the rational use of the resources. The rational use and environmental education is priority in the river basins of Piracicaba, Jundiaí and Capivari.

**KEYWORDS:** indicators, water resource management, water basin.

**INTRODUÇÃO:** A demanda crescente e diversificada por recursos hídricos, conjugada com a falta de políticas e mecanismos eficazes de gerenciamento, tem agravado a problemática ambiental e provocado conflitos entre usuários em diversos países e regiões. Em nível nacional, a necessidade de tais mecanismos tem-se mostrado evidente em algumas regiões, como a das bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, no Estado de São Paulo. A implementação de políticas ambientais requer instrumentos práticos e eficazes de auxílio ao processo decisório inerente. Propõe-se, assim, a utilização de indicadores de sustentabilidade ambiental para avaliar as pressões geradas pelas demandas hídricas sobre os recursos

hídricos da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá –UGRHI 5. Para isso, selecionaram-se oito indicadores de sustentabilidade que sejam facilmente compreensíveis e que reflitam a real situação das bacias estudadas quanto as condições de uso de seus recursos hídricos. Os indicadores foram escolhidos a partir de uma proposta de indicadores desenvolvida por MAGALHÃES & NASCIMENTO (2001) e utilizada por POMPERMAYER (2003).

**MATERIAL E MÉTODOS:** A área de estudo foi segmentada nas seguintes sub-bacias hidrográficas: Rio Atibaia, Rio Camanducaia, Rio Jaguari, Rio Corumbataí, Rio Piracicaba, Rio Capivari e Rio Jundiá. A partir do banco de dados gerados foram obtidas as seguintes informações: disponibilidades hídricas em termos de  $Q_{7,10}$  - vazão natural mínima com 7 dias de duração e período de retorno de 10 anos e de  $Q_{95\%}$  - vazão natural de 95% da curva de permanência, determinadas no âmbito do “Projeto de Qualidade das Águas e Controle da Poluição – PQA, 1997” (SRHSO, 1999); demanda urbana e população urbana atendida pelos sistemas de abastecimento público, obtidas a partir de estimativas realizadas no âmbito do “Plano Integrado de Aproveitamento e Controle dos Recursos Hídricos das Bacias do Alto Tietê, Piracicaba e Baixada Santista” (DAEE, 1997) e; demandas industrial e agrícola, obtidas a partir do Relatório de Situação dos Recursos Hídricos, 1999 (CETEC, 2000) e do Plano de Bacias 2000-2003 (CBH-PCJ, 2001). Selecionaram-se, assim, oito indicadores de sustentabilidade ambiental, que foram aplicados a área de estudo para apontar bacias prioritárias por ações de intervenção do “Plano de Ação” do “Projeto de Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica – PQA, 1997” (SRHSO, 1999).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os indicadores selecionados foram os seguintes: índices de captação e consumo de água para abastecimento público per capita e índices de consumo urbano, industrial, agrícola e global de água. Esses índices trazem informações sobre as pressões geradas pelas demandas de água sobre os recursos hídricos, em termos quantitativos. Os índices de captação e consumo de água per capita são as relações entre os volumes de água captados e efetivamente consumidos e a população atendida por abastecimento público. Esses índices estão determinados na Tabela 1, com base no ano de 2000, para as sete sub-bacias analisadas. Verifica-se que os maiores índices de captação e consumo de água per capita são verificados nas sub-bacias dos rios Jundiá (133 m<sup>3</sup>/hab.ano e 108 m<sup>3</sup>/hab.ano, respectivamente), Corumbataí (130 m<sup>3</sup>/hab.ano e 105 m<sup>3</sup>/hab.ano, respectivamente) e Capivari (128 m<sup>3</sup>/hab.ano e 103 m<sup>3</sup>/hab.ano, respectivamente), indicando maior necessidade por ações de racionalização do uso da água e de educação ambiental. Os menores índices são verificados na sub-bacia do Rio Camanducaia.

Tabela 1. População, Consumo Efetivo e Captação de Água (m<sup>3</sup>/ano) e respectivos índices (m<sup>3</sup>/hab.ano).

Bacia	População [a]	Consumo[b]	Captação[c]	Índice consumo[b/a]	Índice captação [c/a]
Atibaia	795.040	77.513.799	96.184.800	97	121
Camanducaia	60.247	4.741.154	5.676.480	79	94
Jaguari	259.916	23.392.644	29.013.120	90	112
Corumbataí	217.590	22.812.991	28.382.400	105	130
Piracicaba	1.468.529	138.146.954	170.609.760	94	116
Capivari	498.456	51.209.202	63.702.720	103	128
Jundiá	697.802	75.088.509	92.715.840	108	133
Total	3.997.580	392.905.254	486.600.480	98	122

DAEE, 1997; SRHSO, 1999; POMPERMAYER, 2003.

O índice de consumo urbano de água é a relação entre o volume de água efetivamente consumido nos sistemas de abastecimento e a disponibilidade hídrica em termos de  $Q_{7,10}$  e de  $Q_{95\%}$ . O índice de consumo industrial é obtido relacionando-se o volume de água captado e a disponibilidade hídrica na forma de  $Q_{7,10}$  e de  $Q_{95\%}$ . O índice de consumo agrícola de água é a relação entre o volume de água efetivamente

consumido na irrigação e a disponibilidade hídrica na forma de  $Q_{7,10}$  e de  $Q_{95\%}$ . O índice de consumo global de água é a relação entre a demanda total de água da bacia e às disponibilidades hídrica em termos de  $Q_{7,10}$  e de  $Q_{95\%}$ . Esse indicador revela as bacias críticas quanto à utilização dos recursos hídricos. Os referidos índices determinados com base no ano de 2000, estão representados nas Figuras 1 e 2, indicando a contribuição de cada setor de atividade no comprometimento da disponibilidade hídrica das sete sub-bacias analisadas, em termos de  $Q_{7,10}$  e de  $Q_{95\%}$ , respectivamente, assim como a criticidade das bacias quanto a utilização de seus recursos hídricos.

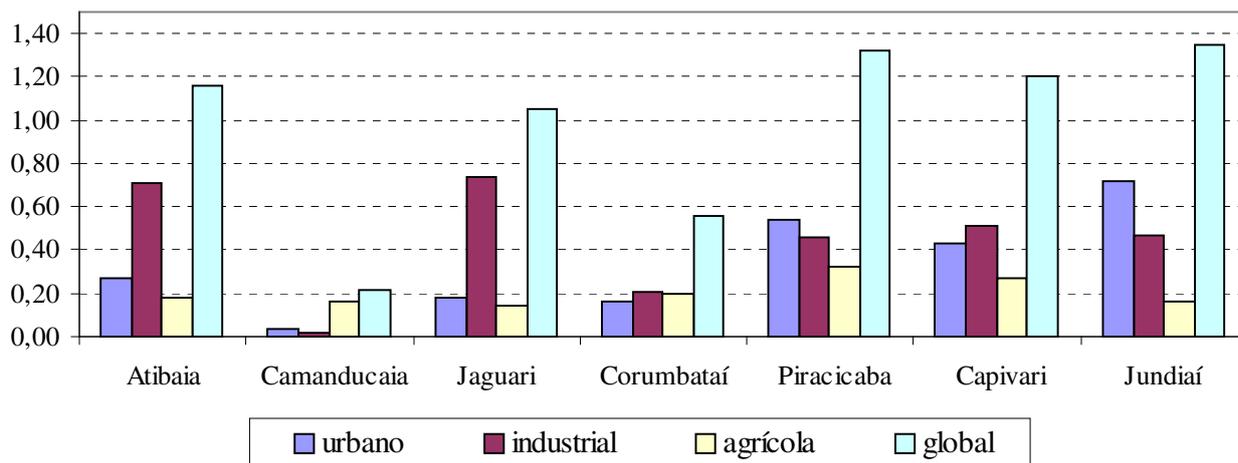


Figura 1. Índices de consumo urbano, industrial, agrícola e global de água em relação a  $Q_{7,10}$ .  
Fontes: SRHSO, 1999; CETEC, 1999;CBH-PCJ, 2002;POMPERMAYER, 2003.

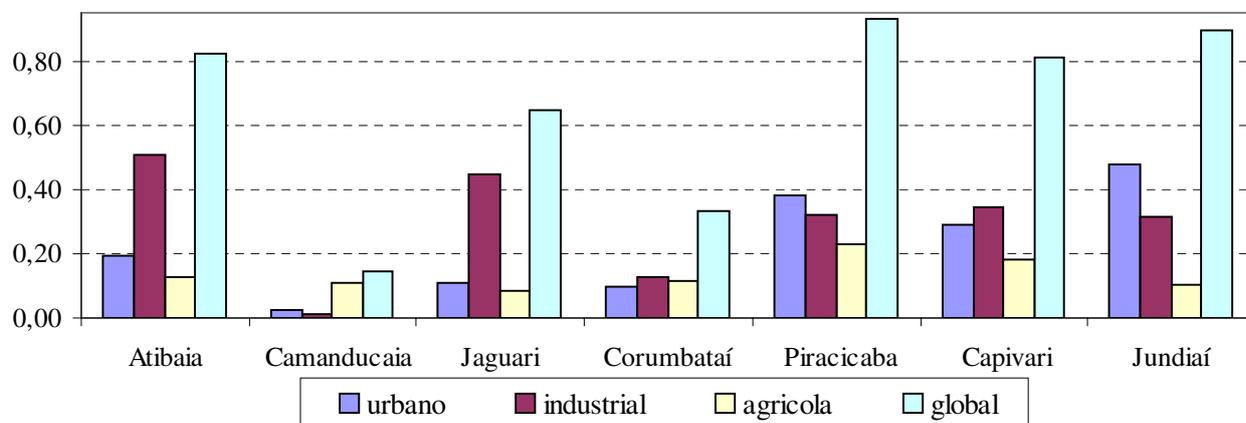


Figura 2. Índices de consumo urbano, industrial, agrícola e global de água em relação a  $Q_{95\%}$ .  
Fontes: SRHSO, 1999; CETEC, 1999;CBH-PCJ, 2002;POMPERMAYER, 2003.

Os resultados indicam que as maiores pressões da demanda urbana de água estão nas sub-bacias dos rios Jundiá (72% de  $Q_{7,10}$  e 48% de  $Q_{95\%}$ ), Piracicaba (54% de  $Q_{7,10}$  e 38% de  $Q_{95\%}$ ) e Capivari (43% de  $Q_{7,10}$  e 29% de  $Q_{95\%}$ ), respectivamente. Nas sub-bacias dos rios Atibaia e Jaguari verificam as maiores pressões da demanda industrial de água, 71% e 73% de  $Q_{7,10}$ , e 51% e 45% de  $Q_{95\%}$ , respectivamente. O maior comprometimento da disponibilidade hídrica pelo setor agrícola é verificado nas sub-bacias dos rios Piracicaba e Capivari (33% e 27% de  $Q_{7,10}$  e 23% e 18% de  $Q_{95\%}$ , respectivamente). No entanto, as menores pressões da demanda agrícola de água estão nas sub-bacias dos rios Jaguari (14% de  $Q_{7,10}$  e 9% de

Q<sub>95%</sub>) Camanducaia (16% de Q<sub>7,10</sub> e 11% de Q<sub>95%</sub>) e Corumbataí (19% de Q<sub>7,10</sub> e 12% de Q<sub>95%</sub>). Nas sub-bacias dos rios Camanducaia e Corumbataí verificam-se também as menores pressões das demandas urbana (4% e 16% de Q<sub>7,10</sub> e 3% e 9% de Q<sub>95%</sub>, respectivamente) e industrial (2% e 21% de Q<sub>7,10</sub>, e 1% e 12% de Q<sub>95%</sub>, respectivamente), indicando menor necessidade de ações de racionalização do uso da água e educação ambiental. Em termos de Q<sub>7,10</sub>, os índices globais mostram que nas sub-bacias dos rios Jundiá, Piracicaba e Capivari as demandas globais de água comprometem cerca de 135%, 132% e 121%, respectivamente, de suas disponibilidades hídricas. Esses valores revelam maior criticidade quanto à utilização dos recursos hídricos, indicando maior prioridade por intervenções. Em situação menos crítica encontram-se as bacias dos rios Atibaia e Jaguari, com comprometimento de 116% e 105% da disponibilidade hídrica, respectivamente. Em termos de Q<sub>95%</sub>, o maior comprometimento da disponibilidade hídrica é verificado nas bacias dos rios Piracicaba (93% de Q<sub>95%</sub>) e Jundiá (90% de Q<sub>95%</sub>).

**CONCLUSÕES:** Os resultados apontam as sub-bacias dos rios Piracicaba, Jundiá e Capivari como as de maior criticidade quanto à utilização dos recursos hídricos, indicando uma maior necessidade de ações de racionalização do uso da água e educação ambiental quanto à utilização dos recursos hídricos. Já as sub-bacias dos rios Camanducaia e Corumbataí revelam-se como as de menor prioridade por tais intervenções. De modo geral, os indicadores selecionados permitiram quantificar e transmitir de forma objetiva e simples as informações de natureza técnica e científica original, possibilitando estabelecer um diagnóstico representativo da situação real de cada sub-bacia avaliada. Portanto, a utilização de indicadores de sustentabilidade proporcionou uma análise comparativa das condições de uso dos recursos hídricos compatível com as informações disponíveis, possibilitando identificar bacias prioritárias por intervenções.

**AGRADECIMENTOS:** À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP.

- SRHSO (1999) “Projeto de Qualidade das Águas e Controle da Poluição” - Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras do Estado de São Paulo - Relatório do Programa de Investimentos para Proteção e Aproveitamento dos Recursos Hídricos das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, CD-Rom.
- POMPERMAYER, R. S. (2003) “Aplicação da análise multicritério em gestão de recursos hídricos: simulação para as bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá” Dissertação de Mestrado, FEAGRI-UNICAMP, 134p.
- CBH-PCJ (2001) “Plano de Bacias 2000-2003” - Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá - Relatório Final, Fase 3 - RT.FEH01.EC.GER / RHI.003 <<http://w.w.w.comitepcj.sp.gov.br>>, 01/03/2002.
- CETEC (2000) “Relatório de Situação dos Recursos Hídricos nas Bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. Centro Tecnológico da Fundação Paulista de Tecnologia e Educação. <<http://w.w.w.comitepcj.sp.gov.br>>, 13/09/2001.
- DAEE (1997) “Plano integrado de aproveitamento e controle dos recursos hídricos das bacias Alto Tietê, Piracicaba e Baixada Santista” - Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo, São Paulo, 214p.
- MAGALHÃES JUNIOR, A. P. ; NASCIMENTO, N. O. (2002) “ Avaliação de indicadores de gestão das águas por meio da técnica Delphi no Brasil - Resultados preliminares”. In: Rede Cooperativa de Pesquisa em Engenharia e Gestão de Recursos Hídricos (REHIDRO/RECOPE/FINEP) - Reunião Final, 2002, Vitória - ES. Caderno de Resumos dos Trabalhos Técnicos. UFES, v. 1. p. 30-30.