

INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL PARA O DIAGNÓSTICO DOS RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ: PARTE I - ASPECTOS FÍSICOS E SOCIOECONÔMICOS

RAQUEL S. POMPERMAYER¹, DURVAL R. PAULA JÚNIOR²

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

² Eng^o Civil Sanitarista, Prof. Associado, FEAGRI/UNICAMP, Campinas – SP, Fone: (0XX19) 37881035, 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 uma avaliação das condições de uso dos recursos hídricos da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá –UGRHI 5, do Estado de São Paulo. Para isso, selecionaram-se quatro indicadores de sustentabilidade ambiental para avaliar aspectos físicos e socioeconômicos, que interferem de maneira direta ou indireta na qualidade e quantidade dos recursos hídricos. Os indicadores selecionados foram utilizados para se estabelecer relações comparativas entre as sub-bacias que integram a área de estudo, identificando prioridades de intervenções para proteção, conservação e uso racional dos recursos hídricos. De modo geral, os indicadores adotados retrataram de maneira sintética e compreensível as condições ambientais das sub-bacias analisadas, permitindo relacionar problemas com políticas ambientais estabelecidas em um plano e ação.

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 I – PHYSICAL AND SOCIOECONOMIC 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 Jundiá – UGRHI 5, do Estado de São Paulo*. There were selected four indicators of environmental sustainability to evaluate physical and socioeconomic aspects that impacting the quality and availability of the water resources. The selected indicators had been used for setting comparative relationship between examined sub-basins and indicating intervention priorities for protection, conservation and rational use of the water resources. Generally, the selected indicators had been showed the environmental conditions of the examined sub-basins and the necessity of environmental policies.

KEYWORDS: indicators, water resources management, water basin.

INTRODUÇÃO: No Brasil, a carência de informações ambientais confiáveis se constitui num entrave para o planejamento e a implementação de políticas ambientais voltadas ao desenvolvimento sustentável, em especial na área de recursos hídricos. Existem várias ferramentas que podem auxiliar na análise e na síntese de grande volume de dados e informações, na identificação de problemas e áreas de intervenção prioritárias. Nesse contexto, inserem-se particularmente os indicadores ambientais, que foram preliminarmente desenvolvidos pela *Organization for Economic Cooperation and Development (OECD)*, em 1991 (OECD, 1993). O uso de indicadores deverá proporcionar informações de caráter técnico-científico, que poderão auxiliar na descrição e síntese de um conjunto de situações e medidas individuais para cada tipo de problema, provendo de informações que auxiliarão o processo de tomada de decisão.

Propõe-se, assim, a utilização de indicadores de sustentabilidade para avaliar as condições ambientais da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá – UGRHI 5, identificando prioridades de intervenções. Os indicadores foram escolhidos a partir de uma proposta de indicadores desenvolvida por MAGALHÃES & NASCIMENTO (2001). Ressalte-se que a referida proposta teve por base a estrutura conceitual de indicadores denominada *Pressão-Estado-Resposta* (PER), formulada OECD em 1993.

MATERIAL E MÉTODOS: Para a integração dos dados existentes com a área de estudo, compartimentou-se a UGRHI 5, esquematizada na Figura 1, em sete sub-bacias hidrográficas, segundo a subdivisão definida no Relatório de Situação dos Recursos Hídricos, 1999 (CETEC, 2000). Definiram-se, assim, as seguintes sub-bacias hidrográficas: Rio Atibaia; Rio Camanducaia; Rio Jaguari; Rio Corumbataí; Rio Piracicaba; Rio Capivari e Rio Jundiá.



Figura 1. Localização da UGRHI 5 no Estado de São Paulo.

Para a avaliação dos aspectos físicos e socioeconômicos, as informações geradas foram as seguintes: áreas de drenagem das bacias hidrográficas; com cobertura vegetal natural e reflorestamento; populações total e urbana. A obtenção dessas informações foi realizada com base no Projeto de Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica – PQA, 1997 (SRHSO, 1999), no Relatório de Situação dos Recursos Hídricos, 1999 (CETEC, 2000) e no Plano de Bacias Hidrográficas 2000-2003 (CBH-PCJ, 2001). Os indicadores foram selecionados a partir do banco de dados e informações geradas e de uma proposta de indicadores de gestão de recursos hídricos, desenvolvida por MAGALHÃES JR. & NASCIMENTO (2002), a partir do modelo Pressão-Estado-Resposta e da Técnica Delphi. Os indicadores escolhidos foram mensurados, para se estabelecer relações comparativas entre os mesmos, identificando bacias prioritárias por intervenções estabelecidas no “Plano de Ação” do Projeto de Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica – PQA, 1997 (SRHSO, 1999). Essas intervenções estão sumarizadas na Tabela 1.

Tabela 1. Intervenções do Plano de Ação do PQA

Ação de Intervenção
Coleta, transporte e tratamento de esgotos
Racionalização do uso da água
Controle de fontes poluidoras e tratamento de efluentes industriais
Reflorestamento e reconstituição da vegetação ciliar e de áreas degradadas
Produção e distribuição de água potável para abastecimento urbano
Educação Ambiental em relação ao uso de recursos hídricos

Fonte: SRHSO, 1999.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Realizou-se uma quantificação dos indicadores de sustentabilidade selecionados, estabelecendo-se relações comparativas entre as sub-bacias hidrográficas analisadas. Os indicadores selecionados foram os seguintes: densidade demográfica, índice de urbanização, índice de cobertura vegetal natural e índice de reflorestamento. A densidade demográfica é um *indicador-base*, isto é, que deve ser considerado em qualquer proposta de indicadores ambientais (MAGALHÃES JR & NASCIMENTO, 2002). Esse indicador é determinado pela relação entre população total e a área de drenagem da bacia hidrográfica, traduzindo a intensidade das ações antrópicas sobre o meio-ambiente e, conseqüentemente, seus impactos sobre os recursos hídricos. O índice de urbanização reflete a intensidade das inter-relações entre o “sistema natural”, composto pelo meio físico e o “sistema antrópico”, constituído pelo homem e suas atividades. Esse índice é determinado pela relação entre a população urbana e a população total. O índice de cobertura vegetal natural é um importante indicador da qualidade ambiental de uma bacia hidrográfica. Segundo MAGALHÃES JR & NASCIMENTO (2002) esse indicador é fundamental em qualquer proposta de indicadores ambientais. Esse índice é determinado pela relação entre a área com cobertura vegetal natural e a área de drenagem total da unidade hidrográfica. Já o índice de reflorestamento é um indicador dos esforços realizados para conter as alterações provocadas pelo desmatamento no balanço hídrico de uma bacia. Esse índice refere-se à área coberta por unidades de conservação em relação à área com cobertura vegetal natural. Os valores da densidade demográfica e do índice de urbanização referentes ao ano de 2000, para as sete sub-bacias da UGRHI 5 estão apresentados na Tabela 2. Os resultados indicam que a sub-bacia do Rio Jundiá apresenta a maior densidade demográfica (636 hab./km²) da UGRHI 5 e um elevado índice de urbanização (0,96), indicando maior necessidade de racionalização do uso de água e educação ambiental. Na seqüência, destacam-se as sub-bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Atibaia, com densidades demográficas de 384 hab./km², 339 hab./km² e 310 hab./km², respectivamente, e índices de urbanização de 0,95, 0,95, 0,94, respectivamente. Em contrapartida as bacias dos rios Camanducaia e Jaguari apresentam os menores valores de densidade demográfica (95 hab./km² e 143 hab./km², respectivamente) e de índices de urbanização (0,75 e 0,88, respectivamente), indicando menor necessidade de racionalização do uso de água e educação ambiental.

Tabela 2. Área Drenagem (Km²), população total e urbana (Hab.), densidade demográfica (hab/km²) e índice de urbanização.

Sub-bacia	Área [a]	População total [b]	População urbana [c]	Densidade [b/a]	Urbanização[c/b]
Atibaia	2.820	874.219	821.687	310	0,94
Camanducaia	860	81.479	61.488	95	0,75
Jaguari	2.180	311.803	274.299	143	0,88
Corumbataí	1.690	235.804	225.658	140	0,96
Piracicaba	3.770	1.448.316	1.379.068	384	0,95
Capivari	1.570	532.793	504.659	339	0,95
Jundiá	1.150	731.742	704.969	636	0,96
Total	14.040	4.216.157	3.971.828	300	0,94

Fontes: CETEC, 2000; CBH-PCJ, 2001; POMPERMAYER, 2003.

Na Tabela 3 apresentam-se os índices de cobertura vegetal natural e os índices de reflorestamento referentes ao ano de 2000, para as sete sub-bacias avaliadas. De modo geral, os resultados indicam que os índices de cobertura vegetal natural das bacias analisadas são baixos. Os mais baixos valores são verificados nas sub-bacias dos rios Capivari (0,02), Jaguari (0,03), Piracicaba (0,04), Camanducaia (0,04) e Corumbataí (0,07). Em contrapartida, os índices de reflorestamento das sub-bacias dos rios Camanducaia, Capivari, Jaguari e Corumbataí são os maiores da UGRHI 5, com valores da ordem de 1,13, 1,01, 0,85 e 0,69, respectivamente. Desse modo, o destaque é para a sub-bacia do rio Piracicaba, que além do baixo índice de cobertura vegetal natural, apresenta o menor índice de reflorestamento da UGRHI 5, que é da ordem de 0,22. Esses valores indicam a necessidade dessa bacia de ações de reflorestamento e reconstrução da vegetação ciliar e de áreas degradadas. Já as sub-bacias dos rios Jundiá e Atibaia apresentam os maiores índices de cobertura vegetal natural da UGRHI 5, que são da ordem de 0,13 e 0,12,

respectivamente. Porém, seus índices de reflorestamento são da ordem de 0,44 e 0,36, indicando também necessidade de ações de reflorestamento.

Tabela 3. Área de cobertura vegetal natural (Km²), área de conservação (Km²), área de drenagem total (Km²), ICV - índice de cobertura vegetal natural e IR - índice de reflorestamento.

Sub-Bacia	Drenagem [a]	Cobertura Vegetal [b]	Reflorestamento [c]	ICV [b/a]	IR [c/b]
Atibaia	2.820,00	342,95	123,93	0,12	0,36
Camanducaia	860,00	38,69	43,90	0,04	1,13
Jaguari	2.180,00	74,35	63,20	0,03	0,85
Corumbataí	1.690,00	125,98	87,48	0,07	0,69
Piracicaba	3.770,00	161,97	35,85	0,04	0,22
Capivari	1.570,00	35,18	35,63	0,02	1,01
Jundiaí	1.150,00	146,94	64,79	0,13	0,44
Total	14.040,0	926,06	454,78	0,07	0,49

Fontes: CETEC, 2000; CBH-PCJ, 2001; POMPERMAYER, 2003.

CONCLUSÕES

De modo geral, os resultados evidenciam que os indicadores conseguem quantificar e transmitir a informação de caráter técnico e científico original de maneira sintética e compreensível, por meio de índices e parâmetros que relacionam os problemas com prioridades de intervenção. Portanto, constata-se que as sub-bacias dos rios Piracicaba, Jundiaí e Atibaia expressam maior necessidade por reflorestamento e reconstituição da vegetação ciliar e de áreas degradadas e educação ambiental. Em contrapartida, as bacias dos rios Camanducaia e Jaguari revelam-se como as de menor prioridade por tais 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 Jundiaí, CD-Rom.

POMPERMAYER, R. S. (2003) “Aplicação da análise multicritério em gestão de recursos hídricos: simulação para as bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí” Dissertação de Mestrado, FEAGRI-UNICAMP, 134p.

CBH-PCJ (2001) “Plano de Bacias 2000-2003” - Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí - 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 Jundiaí. Centro Tecnológico da Fundação Paulista de Tecnologia e Educação. <<http://w.w.w.comitepcj.sp.gov.br>>, 13/09/2001.

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.

OECD (1993) “OECD core set of indicators for environmental performance reviews”. <<http://w.w.w.oecd.org/EN/documents/0,,EN-documents-0-nodirectorate-no-1-no-0-no-no-,00.html>>, 07/02/2002.