

A OUTORGA DE USOS DA ÁGUA COMO INSTRUMENTO DE GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS

João Gilberto Lotufo Conejo *

1. Introdução; 2. Base técnica; 3. Base legal; 4. Base econômica; 5. Critérios de outorga; 6. Condições de outorga; 7. A outorga na gestão da bacia hidrográfica; 8. Exemplo de aplicação: bacia do rio Piracicaba; 9. Diretrizes para a outorga; 10. Análise de solicitações de outorga; 11. Cobrança pelo uso da água.

Aspectos técnicos da outorga de uso da água, integrando-os ao licenciamento ambiental e ao planejamento de recursos hídricos na bacia hidrográfica. O caso da bacia do rio Piracicaba, SP.

WATER WITHDRAWAL LICENSING CRITERIA

Despite being a basic instrument for water resources management, water licensing technical procedures have not been receiving enough attention from technicians. Existing references usually address bureaucratic aspects, with poor consideration of the technical side of the subject. This paper tries to consider in broad terms technical licensing procedures for water abstraction return flows, integrating these procedures to water resources planning and environmental licensing in the river basin. So, the paper describes at first conceptual aspects of the subject, following an application in a case study to the Piracicaba river basin, in the state of São Paulo, south-east area of Brazil. In that watershed, the social economic development has occurred very fast and without land use planning, with significant deterioration of its water resources. Then, it is shown how the establishment of water abstraction and return flows licensing criteria associated to regional planning targets could contribute to the environmental improvement of that river basin.

Palavras-chave:

Outorga de uso da água; gerenciamento de recursos hídricos; planejamento de recursos hídricos.

1. Introdução

A água, recurso natural renovável, mas finito, nem sempre está disponível para uso no local e instante desejados e na quantidade e qualidade requeridas. Apesar da grande disponibilidade do recurso hídrico no planeta, somente pequena parcela

* Engenheiro da Diretoria de Recursos Hídricos, DAEE, São Paulo, SP. Professor assistente da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. (Endereço do autor: Rua Barão de Atibaia, 140 - Campinas - SP.)

dessa água é aproveitável economicamente — cerca de 0,003%, segundo Miller.¹ A parcela total disponível de água doce, apesar de ser muito maior que a demanda atual, não reflete a escassez desse recurso vital, que atinge grande parte das áreas mais povoadas do planeta. Esse fato decorre da variabilidade espacial, temporal e sazonal da distribuição da água, associada à ocupação do solo e ao crescimento populacional desordenados promovidos pelo homem na era pós-industrial.

As projeções futuras antevêm cenários cada vez mais preocupantes em relação ao recurso água, e as recomendações apontam para a necessidade premente da gestão racional dos recursos hídricos, planejando e controlando seu uso e sua conservação através da implementação de um sistema de gestão de recursos hídricos.

A água, dentro do contexto apresentado, deve ser tratada, então, como um recurso escasso, ao qual deve estar associado um valor econômico, num mercado onde a oferta é, muitas vezes, inferior à demanda potencial.

Para gerir adequadamente o recurso hídrico é necessário dispor de:

- tecnologia: instrumental para medição dos fenômenos hidrológicos, das derivações de água e conhecimento científico para avaliar a disponibilidade hídrica e a capacidade de autodepuração dos cursos de água, ou seja, o conhecimento requerido para o planejamento e a administração dos recursos hídricos;
- instrumentos: mecanismos, regras e normas técnicas, econômicas e legais que fornecem a base de atuação e vão condicionar a estruturação das instituições que compõem o sistema de gestão da água, como as políticas e os planos de recursos hídricos;
- recursos humanos: conjunto dos decisores, técnicos, usuários de água e interessados nas questões hídricas.

Podem-se identificar, na gestão da água, diferentes níveis de ações e organizações que vão do governo central (federal, estadual), passando pelo regional (bacia hidrográfica) até o nível local (usuário da água), para os quais se deve dispor de tecnologia, instrumentos e recursos humanos adequados.

A outorga de uso da água é um instrumento básico de gestão dos recursos hídricos envolvendo aspectos técnicos, legais e econômicos, e dependendo, portanto, de articulação entre as entidades componentes do Sistema de Gestão de Recursos Hídricos (do nível central ao local). Da interdependência e equilíbrio entre as bases técnicas, legais e econômicas dependerão, em grande parte, a aplicabilidade e o sucesso da implementação de um sistema de outorga de uso da água.

Assim, a base técnica é essencial para dar conteúdo à base legal que, por sua vez, depende da base econômica para que a lei seja aplicável (ex: multas realistas, compatíveis com a capacidade de pagamento dos infratores, mas suficientemente altas para induzir o infrator a não cometer novas infrações).

¹ Miller. *Living in the environment*. 2. ed., Belmont, California, Wadsworth, 1979.

2. Base técnica

2.1 Conceitos básicos

A água é um recurso finito, renovável através do ciclo hidrológico, cuja disponibilidade é aleatória no tempo e tem caráter sazonal.

As águas superficiais e subterrâneas são fases do ciclo hidrológico e, portanto, interdependentes, devendo ser tratadas integralmente.

A quantidade e a qualidade são características indissociáveis da água e vão condicionar sua utilização.

A água, indispensável à vida, é também utilizada para múltiplas finalidades decorrentes das atividades humanas. Esses múltiplos usos são, muitas vezes, concorrentes ou conflitantes entre si, em face da escassez do recurso hídrico ou da inadequabilidade de sua qualidade. Nesses casos, é requerido que se estabeleça uma hierarquização de prioridades dos vários usos, permitindo assim a solução de conflitos entre usos e usuários.

A hierarquização de prioridades depende, por sua vez, das características de ocupação e desenvolvimento sócio-econômico na bacia hidrográfica. Dessa forma, as prioridades de uso da água podem e devem ser diferentes para bacias hidrográficas com diferentes ocupações territoriais e problemas.

A outorga de uso da água, apesar de ter caráter localizado, prescinde da análise regional, devendo ser orientada por planos de recursos hídricos, ambientais e de uso do solo a nível da bacia hidrográfica. No caso da água subterrânea, é interessante adotar-se a unidade aquífera para análise, e especial atenção deve ser dada à área de recarga do aquífero.

2.2 Disponibilidade hídrica

Como a disponibilidade hídrica varia de ano para ano e também intra-anualmente, tendo caráter aleatório, ela é estimada usualmente em termos probabilísticos. Essa variabilidade é muito menos acentuada para os recursos subterrâneos, já que a grande capacidade de armazenamento de águas nos aquíferos reduz sensivelmente a variabilidade temporal.

A disponibilidade hídrica superficial é usualmente avaliada por indicadores probabilísticos como a vazão média, a vazão mínima, a vazão que é igualada ou excedida durante certa percentagem do tempo ou a vazão regularizada, no caso da existência de barragens e lagos para regularização de vazões. A escolha desses indicadores para nortear os critérios de outorga vai depender das características hidrológicas da região (ex: em regiões semi-áridas a vazão mínima pode ser nula e, portanto, a referência deverá ser a vazão média ou vazão de dada permanência no tempo).

No caso da água subterrânea, a disponibilidade deve estar associada ao volume e à capacidade de recarga do aquífero.

2.3 Qualidade da água

A qualidade da água é aferida por meio da concentração de oxigênio dissolvido, da demanda bioquímica de oxigênio, de substâncias químicas, temperatura, pH etc. Esses valores variam, entre outras causas, em função das condições climáticas, do percurso e dos usos da água até atingir o local de amostragem, da vazão do rio e da atividade biológica.

Por outro lado, os diferentes usos da água requerem diferentes níveis de qualidade, sendo a água potável para consumo humano a que exige maior qualidade. Assim, em função da qualidade, a água poderá ou não ser utilizada para dado uso.

Como os rios e lagos têm a capacidade de diluir poluentes e se autodepurar, é possível utilizar essa capacidade, com ou sem interferência, nos usos que se possa fazer dessa água, em função dos requisitos exigidos para o uso. Conhecer essa capacidade de assimilação de poluentes e os processos físicos e bioquímicos que definem a qualidade da água em diferentes situações é outro ponto básico para se definir critérios de outorga do uso da água.

Como a qualidade é função da vazão, é importante adotar vazões de referência para caracterizar a capacidade de autodepuração e a qualidade da água.

2.4 Demandas de água

As demandas de água aqui analisadas são as destinadas principalmente ao abastecimento urbano, industrial e à irrigação, em função das quantidades requeridas e dos impactos causados tanto à qualidade quanto à quantidade da água. São usos que requerem a derivação do curso d'água ou lago e o eventual retorno de certo percentual dessa água a jusante do local de derivação.

Associadas a uma derivação, tem-se então:

- a quantidade de água retirada;
- a quantidade de água consumida, que compreende o somatório das perdas de água que não retornam aos rios da bacia ou só retornam a médio e longo prazos (água evaporada, incorporada ao produto, perdas, transposição de bacias);
- a quantidade de água devolvida associada à qualidade (carga poluidora, temperatura).

Para que se tenham condições de análise da outorga é preciso, portanto, avaliar as demandas de água, o consumo e as cargas poluidoras a nível da bacia hidrográfica, atuais e futuras.

De um lado, tem-se então a oferta de água (disponibilidade) e de outro, as demandas (atuais e futuras) que, analisadas nos diversos níveis (global, regional e local), permitirão, em associação com as prioridades de uso estabelecidas, equilibrar o mercado entre procura e oferta de água. Esse equilíbrio deve ser quantitativo e qualitativo e vai estar associado a indicadores que relacionem demanda com disponibilidade e cargas poluidoras com capacidade de autodepuração.

3. Base legal

O instrumento legal compreende o conjunto de dispositivos e normas legais que estabelece os critérios e condições de outorga. É, portanto, a base legal que dá suporte ao controle do uso dos recursos hídricos, incluindo sanções para os infratores das normas estabelecidas.

Pode-se diferenciar dois tipos de controle usualmente adotados: controle no uso e controle por objetivos.

O controle no uso é aquele que estabelece restrições e padrões na captação ou lançamento do efluente, de caráter pontual, preestabelecidos e, nesse caso, dar-se-á sobre:

- a quantidade de água retirada e a consumida (volumes e vazões);
- a carga poluidora a ser lançada (concentrações, vazões);
- usos especiais.

O controle por objetivos é aquele que estabelece restrições de caráter global, regional, baseando-se em:

- metas de quantidade ou qualidade ambiental, baseadas em vazões de restrições a jusante e na capacidade de autodepuração do rio. (Ex: oxigênio dissolvido e vazão mínima a ser mantida em dada seção de jusante);
- metas que compatibilizem o desenvolvimento regional com as condições ambientais desejáveis (zoneamento industrial, uso do solo, qualidade de vida etc);
- desenvolvimento tecnológico previsto. (Ex: curto prazo — melhor tecnologia aplicável; longo prazo — melhor tecnologia disponível).

Quanto às sanções, que podem incluir desde advertências até punições com multas, cassação da outorga, prisão, etc., deve-se ter em mente que nesses casos é necessário haver rapidez no processo e que a sanção seja compatível com o nível de controle existente, e o transgressor esteja apto a cumpri-la.

4. Base econômica

A água, como recurso escasso, deve estar associada a um valor econômico. Tal fato sugere a cobrança do seu uso, baseada na quantidade retirada, consumida e na utilização dos cursos d'água como receptores e assimiladores de cargas poluidoras.

Como o valor econômico da água está associado à escassez, a lógica leva à implementação de um sistema de cobrança flexível. A cobrança poderá variar de região para região, em função da escassez, ou mesmo dentro da bacia hidrográfica, assumindo inclusive valores diferenciados para os diferentes usos e em função da qualidade, da época do ano e de situações hidrológicas favoráveis ou desfavoráveis.

A cobrança pelo uso da água deve ser um instrumento que leve o consumidor a usá-la racionalmente, induzindo-o sempre a adotar a melhor tecnologia e controle disponíveis. Por outro lado, as sanções econômicas aplicáveis aos

infratores devem induzi-los a não infringir novamente as normas estabelecidas. Para tal, é preciso que sejam suficientemente altas para desencorajar o infrator a novo deslize e, ao mesmo tempo, compatíveis com a capacidade econômica do punido de suportar a sanção imposta.

Assim, se por um lado a cobrança pelo uso da água e as sanções econômicas levam ao uso racional da água, por outro lado sua implantação provocará repercussões importantes na economia local e regional. Por exemplo, os preços dos bens produzidos na região podem tornar-se não-competitivos no mercado, trazendo consequências econômicas e sociais indesejáveis. Dessa forma, pode-se vislumbrar a complexidade do estudo necessário para a implementação de um sistema de cobrança pelo uso da água que, apesar de imprescindível, deve ser introduzido com muita cautela.

5. Critérios de outorga

Aborda-se aqui, em linhas gerais, alguns critérios que devem ser estudados para dar suporte à implantação de um Sistema de Outorga de Uso da Água - Sisoutor, em uma bacia hidrográfica onde o recurso hídrico já é ou tende a ser considerado escasso.

Para caracterizar a escassez atual ou futura é básica a existência de estudos de planejamento, onde se requer o conhecimento da quantidade de água para cada seção do curso de água, da capacidade de autodepuração e da qualidade correspondente, e da demanda atual e prevista. Pode-se, então, definir metas-limite para derivação de água e usos consuntivos, uso da capacidade de assimilação, assim como hierarquizar prioridades entre seus múltiplos usos. Nesse caso está-se usando indicadores do tipo demanda-disponibilidade, carga poluidora-carga assimilável, que caracterizam o controle por objetivos.

Devidamente orientado pelas metas e limites estabelecidos no controle por objetivos, passa-se à análise puntual do problema. Requer-se, aqui, o balanço da água a montante e jusante da seção estudada, a nível quantitativo e qualitativo. Aplicam-se, então, em harmonia, as condições de controle por objetivos e as de controle no uso, que devem ser respeitadas em conjunto. Discutir a magnitude da vazão retirada que dispensa requerimento de outorga (retirada insignificante), vazão máxima derivável, vazão máxima consumível, vazão mínima a ser mantida a jusante, concentração e carga de poluentes lançados, concentração máxima de poluentes e de parâmetros de qualidade da água é, então, uma tarefa básica para instituir um sistema de outorga.

Parece razoável, contudo, admitir que em termos quantitativos deve-se sempre manter no curso de água um escoamento igual ou superior à vazão que pode ocorrer em condições críticas de estiagem, evitando-se assim conflitos ou impactos rio abaixo.

No que diz respeito à qualidade da água, deve-se levar em conta, pelo menos, o teor de oxigênio dissolvido no corpo de água (rio, curso de água). Nesse caso, pode-se admitir que o oxigênio dissolvido seja sempre superior a zero, garantindo-se, assim, condições aeróbicas. O teor de oxigênio a ser mantido, assim

como o valor de outros indicadores, será, no entanto, função do enquadramento a ser dado ao corpo de água que, por sua vez, será dependente dos usos que se pretende dar à água.²

6. Condições de outorga

A outorga de uso da água é, em geral, acompanhada de uma série de condições para as quais é válida.

Dentre as condições estabelecidas quando da outorga de seu uso destacam-se:

- limite na quantidade máxima de água retirada e consumida, podendo estar sujeita a restrições sazonais ou a dadas condições de escoamento;
- limite na quantidade total de água retirada e consumida por dia, semana, mês, ano ou outras unidades de tempo;
- limite na distribuição da quantidade de água devolvida pelo efluente e nas concentrações máximas permissíveis de poluentes e de cargas poluidoras, podendo estar sujeita a restrições sazonais ou a condições de escoamento;
- metas de racionalização do uso da água e de melhoria da eficiência de tratamento de efluentes;
- especificação de que a quantidade de água retirada e devolvida ao curso de água deve ser medida continuamente pelo usuário, com precisão pré-estipulada, e os resultados devem ser enviados periodicamente ao outorgante;
- especificação de que a qualidade da água (concentrações e cargas) do efluente deve ser analisada sistematicamente pelo usuário, em condições preestabelecidas, e os resultados devem ser enviados periodicamente ao outorgante;
- prazo de validade da outorga;
- condições que requerem a reaplicação para a outorga (ex: mudança no nível ou processo, expansão etc.);
- transferibilidade ou não dos direitos da outorga a terceiros e em que condições;
- base do sistema tarifário em função da quantidade de água retirada e consumida, da carga poluidora, da época do ano e das condições de escoamento.

7. A outorga na gestão da bacia hidrográfica

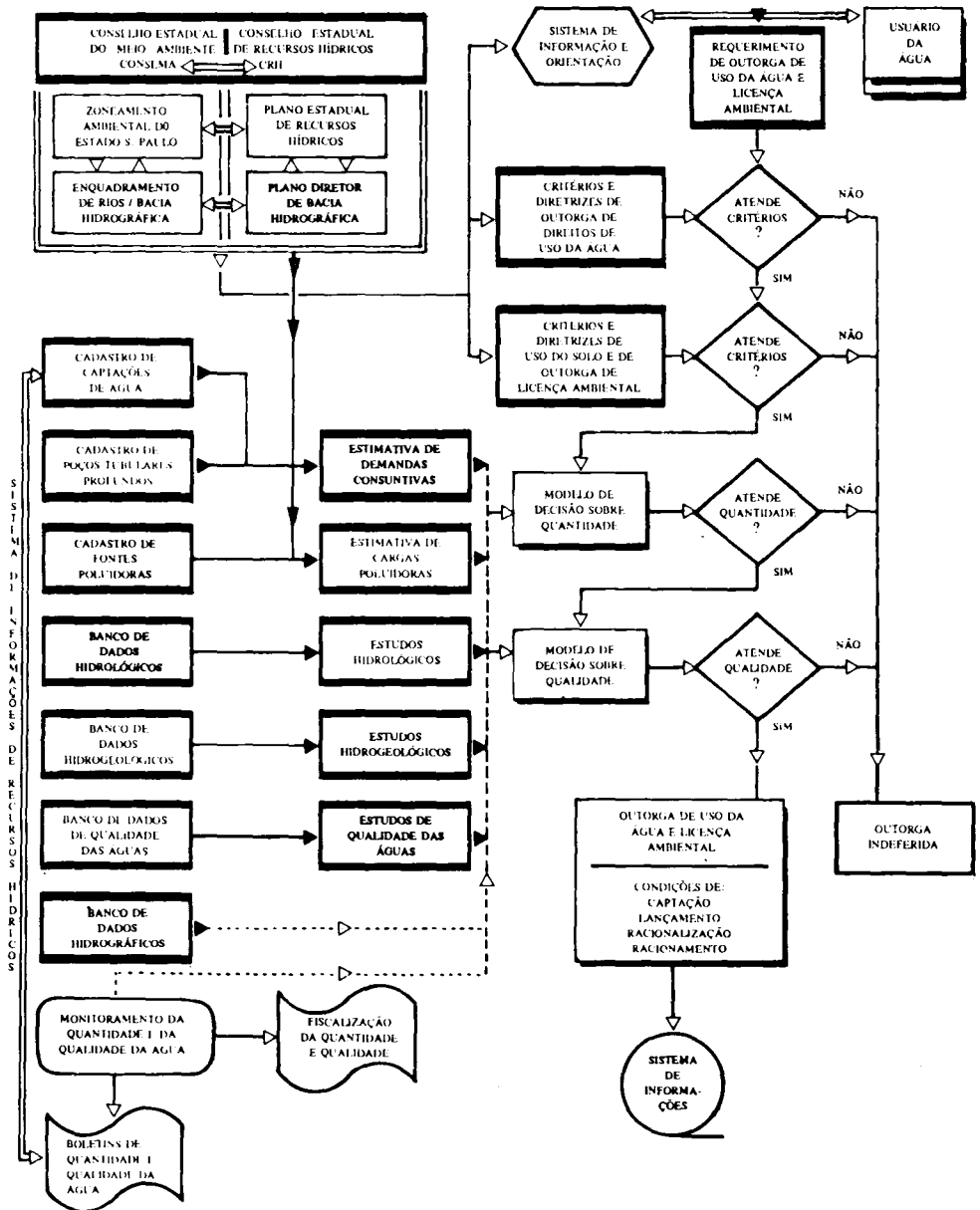
O diagrama apresentado na figura 1 procura sintetizar os conceitos até aqui emitidos, inserindo a outorga no contexto de um modelo de gestão de recursos hídricos em uma bacia hidrográfica.

Pode-se identificar no diagrama parte do sistema de gestão de recursos hídricos na bacia hidrográfica, onde se destacam os seguintes subsistemas:

- *subsistemas de planejamento:*

² Conama - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 20, de 18 de junho de 1986. *Diário Oficial da União* de 30 de julho de 1986.

Figura 1
Sistema de outorga no contexto do modelo de gestão
de recursos hídricos por bacia hidrográfica



SISOUTOR

ambiental
recursos hídricos

– *subsistema de informações:*

sócio-econômicas
hidrográficas
hidrológicas
hidrogeológicas
qualidade da água
cargas poluidoras

– *subsistemas de monitoramento:*

quantidade
qualidade
fiscalização

– *subsistemas de estudos técnicos:*

hidrologia
hidrogeologia
qualidade da água

– *subsistemas de outorga:*

informação e orientação
análise

– *subsistemas de comunicação e divulgação*

Pode-se constatar, portanto, que os critérios e diretrizes para outorga de uso da água ou licença ambiental estão vinculados a estudos de planejamento ambiental e recursos hídricos a níveis estadual e de bacia hidrográfica. Além disso, são necessárias análises detalhadas que levem em conta as condições quantitativas e qualitativas da água em toda a extensão dos corpos de água na bacia hidrográfica.

Verifica-se, assim, que a outorga pode funcionar como um poderoso instrumento de incentivo ou restrição a atividades que requerem o uso intensivo ou sejam poluidoras da água. Nesse caso, a outorga desempenha um papel relevante na orientação do desenvolvimento sócio-econômico regional, no âmbito da bacia hidrográfica.

8. *Exemplo de aplicação: bacia do rio Piracicaba*

Conforme mostrado anteriormente, a outorga de uso da água ou de licença ambientais depende de diretrizes fixadas a partir de estudos regionais que são explicitados em planos de recursos hídricos e ambientais ao nível da bacia hidrográfica, conforme considerado na figura 1.

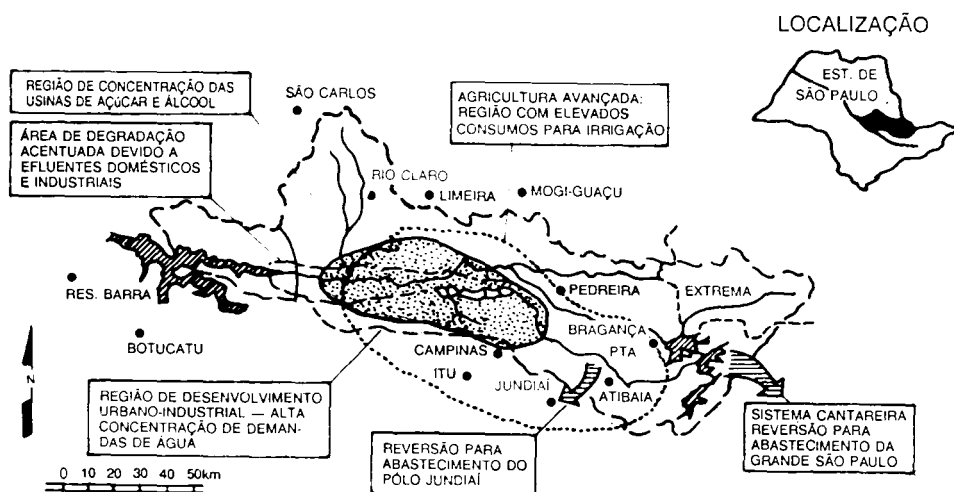
Apesar da existência de vários estudos de planejamento de recursos hídricos e ambiental, sente-se a ausência de adoção de um plano para a bacia do rio Piracicaba. Procura-se, então, caracterizar inicialmente as questões principais relativas à água na bacia hidrográfica, propondo-se intervenções que possibilitem seu uso racional para os diferentes usos e usuários, assim como sua conservação e controle.

Assim, nos itens seguintes apresenta-se aquilo que poderia ser a síntese do plano da bacia hidrográfica do rio Piracicaba, com ênfase em aspectos que tenham interface com a outorga. A seguir são apresentadas as diretrizes para a outorga, derivadas dos estudos de planejamento. São diretrizes características do controle por objetivos, já comentadas anteriormente. Outro item contém a apresentação das ferramentas técnicas para orientar a administração dos recursos hídricos na bacia hidrográfica, fornecendo elementos para avaliação de impactos quantitativos e qualitativos decorrentes de retiradas, consumo e poluição da água, base para a análise de solicitações de outorga. Finalmente, fazem-se considerações sobre a cobrança pelo uso da água, com avaliação quantitativa simplificada de sua implantação na bacia e as repercussões nos setores usuários da água.

8.1 A situação atual dos recursos hídricos na bacia do Piracicaba

Caracterização geral. A bacia do rio Piracicaba (figura 2), com 11.020 km² no estado de São Paulo (91% da área da bacia) e com cerca de 2,8 milhões de habitantes em 1990,³ é a região hidrográfica com os mais altos índices de desenvolvimento e crescimento demográfico-econômico no estado de São Paulo. A indústria e o comércio são os setores responsáveis pelo dinamismo econômico da região. Outra característica é que para o desenvolvimento industrial concorreram atividades que usam intensivamente a água e com grande potencial poluidor: usinas de açúcar e álcool, químicas, petroquímicas, celulose e papel.

Figura 2
Bacia do Piracicaba: características principais



³ Seade. Projeção da população dos municípios e distritos pertencentes à Região II de planejamento da Sabesp, segundo a situação de domicílio urbano e rural, até o ano 2010. Realizada pela Seade para a Sabesp.

Como consequência desse quadro e da escassez de água, a região ocupa, a nível estadual, o primeiro lugar em termos de problemas hídricos, superando a região metropolitana da Grande São Paulo (bacia do Alto Tietê) em termos de escassez de água, e igualando-se praticamente a esta em termos de poluição da água, conforme mostram os indicadores quantitativos e qualitativos de recursos hídricos nessas duas regiões hidrográficas mais críticas do estado de São Paulo (tabela 1).

Tabela 1
Indicadores de recursos hídricos

<i>Bacia hídrica</i>	<i>Indicador</i>			
	<i>Quantitativo¹</i>		<i>Qualitativo²</i>	
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
Alto Tietê	63%	61%	200%	Péssima
Piracicaba	71%	68%	178%	Péssima

A - demanda total sobre vazão de referência (disponibilidade hídrica).
 B - demanda urbana somada a industrial sobre vazão de referência menos a demanda de irrigação.
 C - nível de saturação (carga orgânica total sobre carga tolerável vezes 100).
 D - Qualidade

	-	Boa	Aceitável	Ruim	Péssima
x					
Oxigênio dissolvido (mg/l)	5 a 8	3 a 5	0 a 3	0	

¹ DAEE, 1988. Revista *Águas e Energia Elétrica*, n. 12.

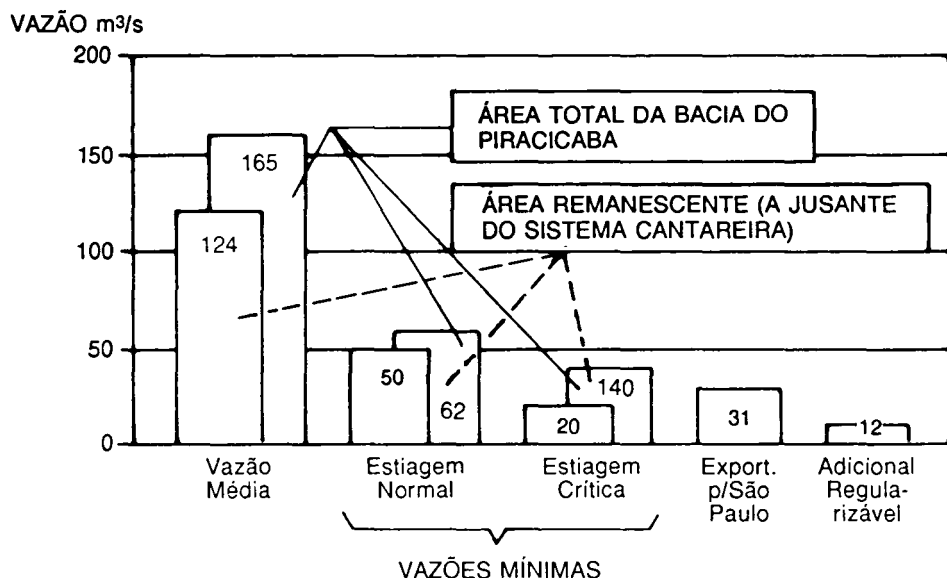
² DAEE, 1988. Relatório não publicado com subsídios ao Plano Estadual de Recursos Hídricos.

Disponibilidade de água. A disponibilidade hídrica (figura 3) média na bacia hidrográfica é de 165m³/s, mas nas estiagens mais severas a disponibilidade cai para cerca de 24% desse volume (40m³/s). Agravando o quadro de escassez, a bacia exporta para abastecimento da região metropolitana de São Paulo 31m³/s de água através do Sistema Cantareira, complexo de reservatórios interligados, situado nas cabeceiras do rio Piracicaba. Tal intervenção faz com que, em épocas de estiagem severa, a disponibilidade hídrica na bacia se restrinja à contribuição da área a jusante do Sistema Cantareira, com vazão média de 124m³/s e, na estiagem, 25m³/s. Deve-se ressaltar, entretanto, que a vazão disponível é superior a 50m³/s em cerca de 95% do tempo, e inferior somente em 5% do tempo.

Para fins práticos, a disponibilidade de água na bacia situa-se entre 25 e 50m³/s nos meses mais secos do ano que, por sua vez, coincidem com a época de maior consumo de água na indústria (açúcar e álcool) e na irrigação. Pode-se, no entanto, aumentar essa disponibilidade de água em 12m³/s através da construção de três

reservatórios de regularização nos rios Atibaia, Jaguari e Camanducaia, afluentes do Piracicaba, a um custo de US\$200 milhões.⁴

Figura 3.
Disponibilidade de água na bacia do Piracicaba



Usos da água. A quantidade de água retirada na bacia, a jusante do Sistema Cantareira, em 1989 (figura 4), é estimada em 35,6m³/s, sendo 26% para uso urbano,⁵ 57% para uso industrial⁶ e 17% usados em irrigação.⁷ Desse total, parte é perdida e não retorna ao rio, por incorporar-se ao produto, evaporar-se, ser utilizada pelos vegetais, perder-se por infiltração, ser devolvida fora da bacia hidrográfica, ou ainda revertida para bacias vizinhas. Essa perda, também denominada consumo ou uso consuntivo, é de 12,2m³/s, distribuídos entre os usos urbano (30%), industrial (20%) e a irrigação (50%). A água remanescente, 23,4m³/s, é devolvida aos rios com a qualidade degradada. A tabela 2 sintetiza as informações apresentadas.

Balanço uso-disponibilidade de água. Comparando-se a disponibilidade hídrica nos períodos de estiagem, entre 25 e 50m³/s, com as retiradas de água que totalizam 35,6m³/s, verifica-se que de 71% a 142% da água disponível são usados, de onde se deduz que há reutilização da água ao longo dos rios. Levando-se em conta o consumo

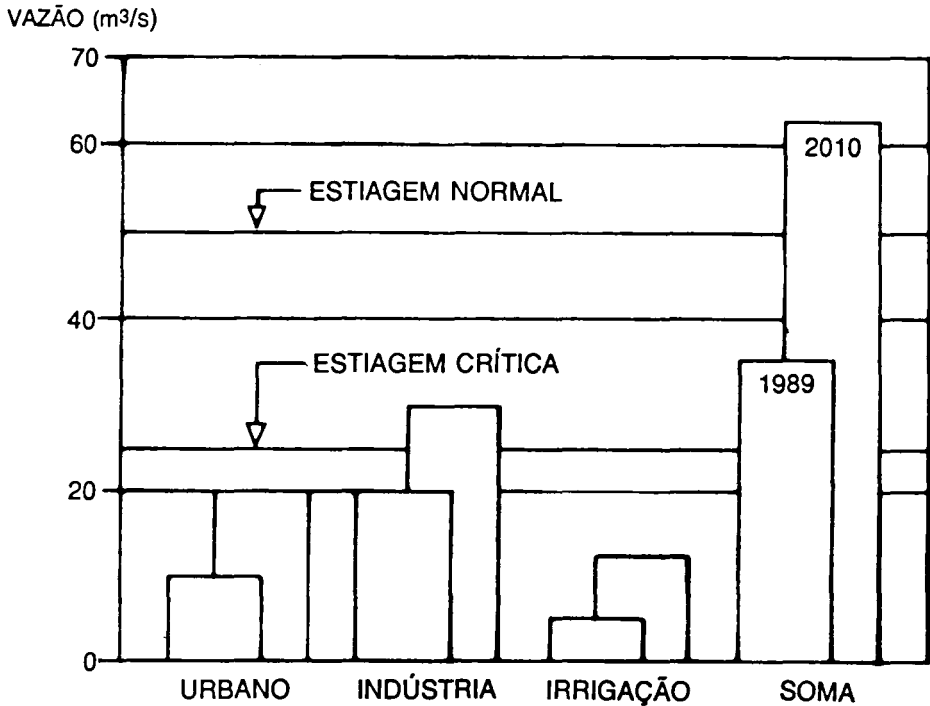
⁴ DAEE. Revista *Águas e Energia Elétrica*. São Paulo, n. 13, p.5-13.

⁵ Id. *ibid*.

⁶ Id. *ibid*.

⁷ CRH - Conselho Estadual de Recursos Hídricos. *Plano Estadual de Recursos Hídricos - Diagnóstico Complementar*. São Paulo, DAEE, 1989.

Figura 4
Usos da água segundo setores

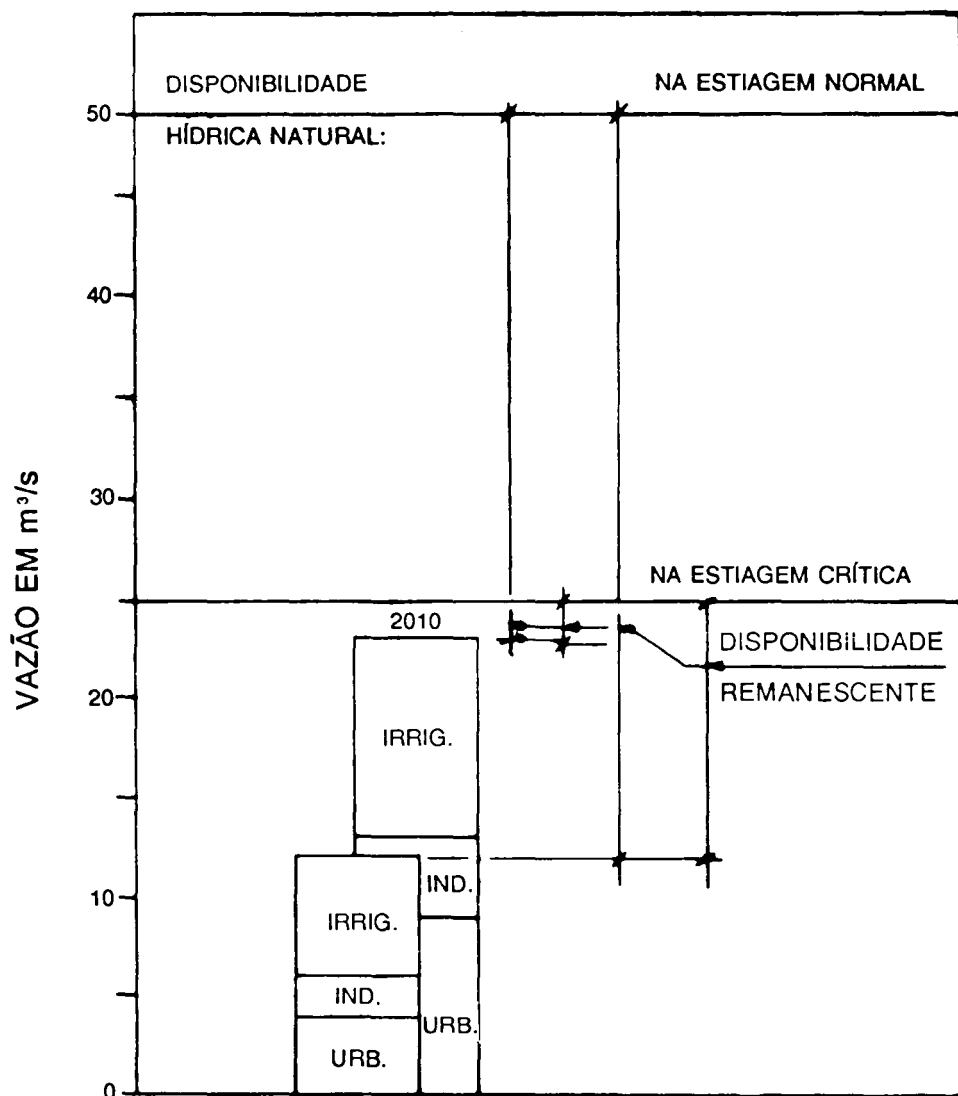


de água na bacia, de $12,2m^3/s$, a disponibilidade hídrica líquida real situa-se entre $12,8$ e $37,8m^3/s$ na estiagem (figura 5). Portanto, nesses períodos as vazões que passam pelos rios são reduzidas a volumes entre 51% e 76% daqueles que deveriam ocorrer naturalmente, a jusante do Sistema Cantareira.

Tabela 2
Usos da água a jusante do Sistema Cantareira - 1989

Setor usuário	Retirada		Consumida		Devolvida degradada	
	m^3/s	%	m^3/s	%	m^3/s	%
Urbano	9,1	26	3,6	30	5,5	24
Industrial	20,4	57	2,5	20	17,9	76
Irrigação	6,1	17	6,1	50	0	0
Total	35,6	100	12,2	100	23,4	100

Figura 5
Disponibilidade hídrica e consumo de água



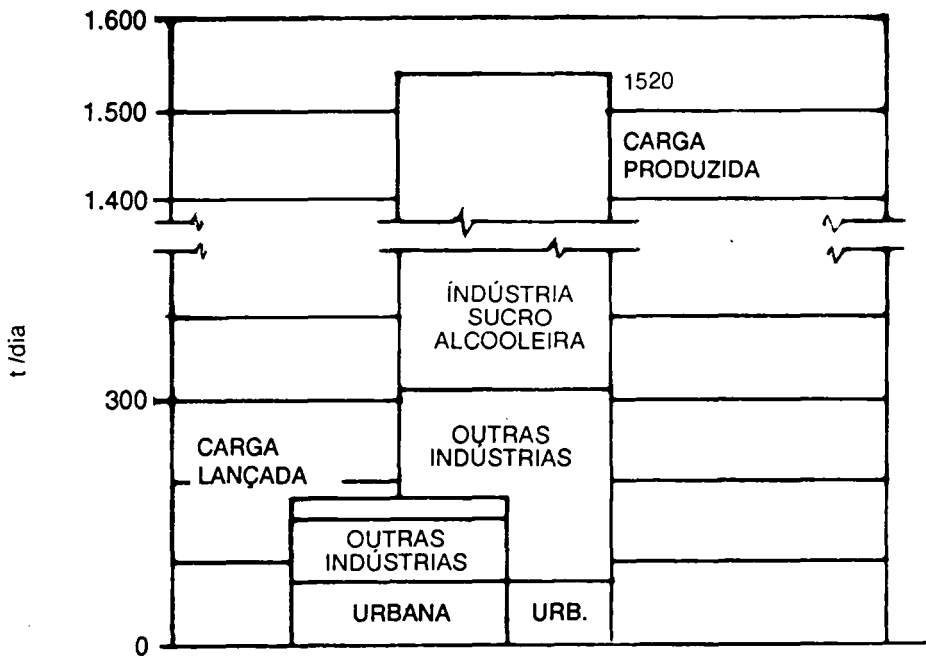
A construção dos reservatórios de regularização mencionados contribuiria, então, para elevar a disponibilidade hídrica líquida na região para volumes entre $24,8\text{m}^3/\text{s}$ e $49,8\text{m}^3/\text{s}$ (acréscimos entre 32% e 94%), garantindo o fornecimento adicional de $12\text{m}^3/\text{s}$ de água de boa qualidade e corrigindo o impacto decorrente dos usos consuntivos atuais, recuperando quase integralmente os volumes de água escoados nos períodos mais secos.

Deve-se lembrar, ainda, que, apesar da escassez de água na região, as perdas e o desperdício são grandes. No setor urbano são comuns perdas de 40% na rede de distribuição de água e uso individual superior a 300 l/hab. dia. Na irrigação o uso também é frequentemente perdulário e inadequado, com perdas elevadas de água e, muitas vezes, prejuízo da produtividade.⁸ Assim, medidas de racionalização do uso da água devem ser adotadas para correção de distorções existentes.

Qualidade da água. A poluição da água na bacia do rio Piracicaba vem agravar significativamente o já preocupante quadro quantitativo dos recursos hídricos na região. O principal problema, nesse caso, diz respeito às cargas orgânicas biodegradáveis de origem urbana e industrial lançadas (esgoto) aos cursos de água. Pode-se analisar adequadamente esse problema através do teor de oxigênio dissolvido na água (OD) e da demanda bioquímica de oxigênio (DBO).

Cargas poluidoras. A Cetesb estimou, em 1985, a carga poluidora orgânica produzida na parte paulista da bacia em 1.520tDBO/dia (toneladas de DBO por dia), sendo 5% de origem urbana e 95% de origem industrial (figura 6).

Figura 6
Carga orgânica produzida e lançada - 1985
em toneladas de oxigênio consumido por dia



⁸ FCTH. Caracterização da irrigação no estado de São Paulo - 1ª etapa - Bacia do Piracicaba. Relatório nº 3. São Paulo, Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica, 1991.

Da carga produzida, 90% são removidos por estações de tratamento de esgotos e lançamentos no solo (vinhoto das usinas de açúcar e álcool), restando 153tDBO/dia de carga orgânica que é lançada aos cursos de água. A alta eficiência atingida é devida ao setor industrial, em especial à atividade sucro-alcooleira, onde se admite que a eficiência seja de quase 99%. Quanto aos esgotos urbanos, 95% da carga produzida são lançados aos rios, observando-se, neste setor, a quase inexistência de estações de tratamento de esgoto. A carga remanescente lançada aos rios, de 153tDBO/dia, é, praticamente, 50% urbana e 50% industrial. As informações fornecidas estão sintetizadas na tabela 3.

Tabela 3
Carga orgânica produzida - bacia do Piracicaba - 1985 (parte paulista)

Setor Poluidor	Carga produzida		Carga lançada		Eficiência no tratamento
	tDBO/dia	%	tDBO/dia	%	
Urbano	80	5	76	50	5
Sucro-alc.	1.230	80	13	8	99
Outras ind.	210	15	64	42	70
Total	1.520	100	153	100	90

A carga urbana remanescente, de 76tDBO/dia, poderia ser reduzida em 80% através da construção de estações de tratamento de esgotos ao custo de US\$150 milhões.⁹

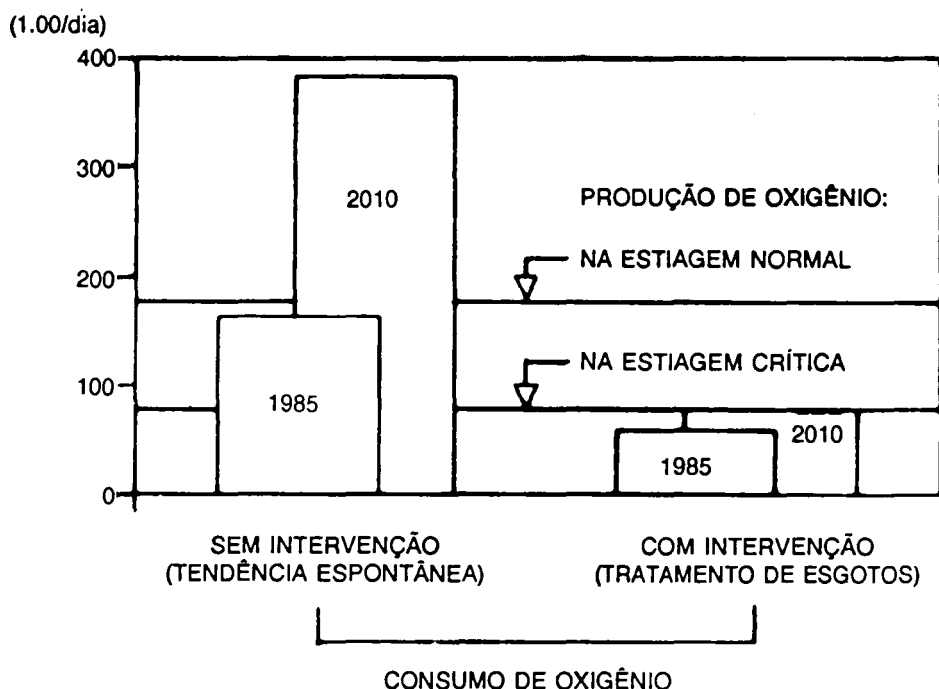
Balanço carga poluidora — carga assimilável. Admitindo-se que o teor médio de OD, na água dos rios da bacia do Piracicaba, é de 8mg/l, pode-se estimar que para cada metro cúbico de água por segundo correspondem 691kgOD/dia (quilos de oxigênio por dia). Portanto, nas estiagens, para vazões naturais a jusante do Sistema Cantareira entre 25 e 50 m³/s tem-se entre 17 e 34tOD/dia, recursos significativamente menores que a carga poluidora de 153tDBO/dia.

Na realidade, porém, a decomposição da matéria orgânica não se dá instantaneamente, ocorrendo a gradual reoxigenação da água. Esse processo de autodepuração dos cursos de água pode ser representado simplificadaamente por metodologia derivada das equações de Streeter e Phelps.¹⁰ Assim, para condições médias, o recurso de oxigênio disponível para consumo passa de 8 para 42mg/l, correspondendo a 3.629kgOD/dia, que, para vazões naturais de estiagem, fornecem valores entre 91 e 181tOD/dia. Se, no entanto, esses valores forem atingidos ou ultrapassados para as respectivas vazões, o teor de oxigênio na água chegará a zero. Comparando-se a carga poluidora remanescente lançada na bacia do Piracicaba com o recurso disponível de OD na estiagem (figura 7), pode-se explicar por que, em alguns trechos do rio, os níveis de oxigênio dissolvido chegam a zero ou próximo de zero nas estiagens, causando mortandade de peixes.

⁹ DAEE. op.cit.

¹⁰ Conejo, J.G.L.C. & Carneseca, L.F. *Qualidade das águas no planejamento de recursos hídricos*. VII Simpósio Brasileiro de Hidrologia e Recursos Hídricos, 1987.

Figura 7
Oxigênio produzido x oxigênio consumido



O tratamento de 80% da carga dos esgotos urbanos reduziria a carga total lançada nos rios para 92tDBO/dia, melhorando significativamente a qualidade da água, com possibilidade de ocorrer anaerobiose (OD zero) em poucas seções do rio, em estiagens críticas. Um esforço adicional para elevar o nível de tratamento das indústrias não-sucro-alcooleiras de 70% para 80% reduziria a carga orgânica de 64 para 42tDBO/dia nesse setor. Dessa forma, a carga total lançada cairia para 70tDBO/dia, bem aquém do valor mais baixo disponível de 91tDBO/dia, sendo asseguradas condições aeróbicas em praticamente todos os rios da bacia, mesmo nas estiagens.

A tabela 4 sintetiza os dados apresentados, mostrando ainda o teor de oxigênio dissolvido na bacia para diferentes condições hidrológicas e intervenções.

8.2 As perspectivas da bacia do Piracicaba

Fruto do dinamismo econômico da região, mesmo se admitirmos taxas declinantes de crescimento, a população total na bacia deverá aproximar-se de 4 milhões de habitantes no ano 2000 e superar os 6 milhões em 2010.¹¹ A densidade demográ-

¹¹ DAEE. op.cit.

Tabela 4
Balanco de oxigênio-bacia do Piracicaba - 1985

Condição hidrológica (estiagem)	Vazão (m³/s)	Oxigênio produzido (tOD/dia)	Carga lançada (tDBO/dia)			Oxig. dissolvido (mg/l)		
			A	B	C	A	B	C
Crítica	25	91	153	92	70	0	0	1
Normal	50	181	153	92	70	2	4	5

A - situação atual.

B - com tratamento de 80% do esgoto urbano.

C - caso B mais aumento da eficiência das indústrias não-sucro-alcooleiras de 70% para 80% no tratamento.

fica será superior a 540 hab./km², o dobro da atual, com significativo impacto sobre os recursos hídricos.

Balanco quantitativo da água. Estima-se¹² que, como consequência desse crescimento, a retirada de água dos rios para atendimento da demanda atingirá, em 2010, 62m³/s, conforme mostrado na tabela 5, juntamente com estimativas de consumo de água e indicadores quantitativos de recursos hídricos. O consumo será de 24m³/s e a água remanescente, 38m³/s, retornará aos rios com a qualidade degradada.

Comparando-se a disponibilidade hídrica natural na estiagem com a retirada prevista para 2010, constata-se que o volume de água usada será 1,2 a 2,5 maior que

Tabela 5
Usos da água em 2010 na bacia do Piracicaba

Setor Usuário	Retirada		Consumida		Indicador quantitativo para			
					estiagem normal		estiagem crítica	
	m³/s	%	m³/s	%	A	B	A	B
Urbano	21	34	9	37	42	82	84	64
Indústria	30	48	4	17	60	92	120	84
Irrigação	11	18	11	46	22	78	44	56
Total	62	100	24	100	124	52	248	4

A - vazão retirada sobre disponibilidade hídrica vezes 100.

B - disponibilidade hídrica menos vazão consumida sobre disponibilidade hídrica vezes 100.

Disponibilidade hídrica: estiagem normal = 50 m³/s.

estiagem crítica = 25 m³/s.

¹² Id. ibid.

o disponível (figura 4). Isto será possível através da intensa reutilização da água ao longo dos rios. Considerando-se o consumo de água, a disponibilidade hídrica líquida real na bacia estará entre 1 e 26m³/s na estiagem (figura 5). Assim, nas estiagens mais severas, vários rios estarão secos (tabela 5).

Obviamente, antes que tal situação ocorra, os conflitos entre usuários serão tão grandes que se torna difícil imaginar que a demanda estimada possa ser atingida. No entanto, caso tal cenário se concretize, prevê-se uma situação caótica, com racionamento do uso da água, impacto econômico altamente negativo nas indústrias, reflexos na economia regional e expressiva deterioração de qualidade de vida.

Mesmo que tal cenário não se concretize, o aumento da disponibilidade hídrica através da construção de reservatórios de regularização é estratégico para a região, pois da água depende o desenvolvimento sócio-econômico regional. Ressalte-se, ainda, que o custo estimado para cada m³/s de água regularizada nos três reservatórios planejados na bacia é de US\$8,7 milhões, 27% do custo do m³/s autorizado (US\$ 31,6 milhões) para as obras de expansão do sistema de abastecimento da região metropolitana.¹³ Assim, é mais econômico para o estado construir os reservatórios na bacia do Piracicaba do que antecipar a construção das obras para atender à região metropolitana, fruto da liberação gradual de água do Sistema Cantareira para a bacia do Piracicaba.

O quadro crítico de escassez de água na bacia, atual e futuro, coloca a água como fator limitante ao desenvolvimento sócio-econômico da região. A água, nesse contexto, tem valor econômico e, portanto, ao seu uso deve estar associado um preço, recomendando-se o início de estudos para implementação de sua cobrança.¹⁴

Por outro lado, a gestão adequada do recurso hídrico depende da institucionalização de critérios de outorga de seu uso ou de licença ambiental, sem os quais a distribuição, o controle e a conservação da água para os diversos usos e usuários se processarão de forma subjetiva e aleatória. A outorga deve funcionar na bacia do Piracicaba como um instrumento de reorientação do desenvolvimento regional, restringindo atividades que requerem o uso intensivo ou poluam as águas.

Qualidade da água. Estima-se¹⁵ que a carga poluidora orgânica produzida na bacia em 2010 seja de 2.470tDBO/dia. Se forem mantidos os níveis atuais de tratamento, a carga orgânica remanescente lançada aos cursos de água será de 390tDBO/dia (figura 7).

Como a quantidade de oxigênio necessária para decompor essa matéria orgânica (390t/dia) é quatro vezes superior à máxima disponível, 91tOD/dia na estiagem crítica, pode-se concluir que os principais rios da bacia terão níveis de oxigênio dissolvido zero por longas extensões de seus cursos, comprometendo o uso da água, extinguindo a vida aquática e exalando mau cheiro. A situação dos municípios e indústrias que captam água nos rios principais – a maior parte – será crítica,

¹³ CNEC - Consórcio Nacional de Engenheiros Consultores. *Plano SANESP-Plano Diretor de Utilização Intregada de Recursos Hídricos na Região Metropolitana de São Paulo. Vol.III.* São Paulo, 1983.

¹⁴ DAEE. *Alternativas estratégicas para implementação da cobrança pelo uso da água.* Proposta técnica contratada com a FUNDAP (SP), 1991.

¹⁵ DAEE. op.cit., 1988.

requerendo altas tecnologias e investimentos para obtenção de água com qualidade adequada.

A superposição dos problemas quantitativos e qualitativos da água na bacia terá consequências ainda mais graves do que as já apontadas, dado o caráter sinérgico da questão, se nada ou pouco for feito para resolvê-los.

8.3 As soluções para a bacia do Piracicaba

O equacionamento do problema hídrico atual e futuro é possível, mas requer ações integradas de caráter regional, envolvendo entidades estatais como o Departamento de Águas e Energia Elétrica de São Paulo – DAEE, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, S.P. – Cetesb, a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – Sabesp, a Companhia Paulista de Força e Luz – CPFL, os municípios, os industriais, os irrigantes e outras associações que representem interesses sociais.

No aspecto técnico, as seguintes medidas conjuntas seriam necessárias:

1. Tratamento dos esgotos urbanos, com eficiência de pelo menos 80%, em todos os municípios.
2. Definição de política de desenvolvimento industrial para a região, baseada em atividades que não sejam poluidoras e usuárias intensivas da água.
3. Definição de política de licenciamento ambiental e de controle da poluição industrial, baseada em:
 - a) fixação de um teto máximo para a carga poluidora total industrial lançada na bacia;
 - b) aumento do rigor no controle da poluição da água pelas atividades sucro-alcooleiras;
 - c) aumento da eficiência do tratamento atual das indústrias não-sucro-alcooleiras de 70% para 80% até 1995 e para, no mínimo, 90%, até 2010;
 - d) possibilidade de expansão das indústrias poluidoras ou com uso intensivo de água já instaladas, desde que as cargas lançadas respeitem as metas estabelecidas e não sejam aumentadas.
4. Definição de política de controle da poluição difusa, urbana e rural e do lixo urbano e industrial.
5. Instituição de critérios de outorga de uso da água para os setores urbano, industrial e irrigação.
6. Construção de barragens para regularização da água, aumentando a disponibilidade hídrica em $12\text{m}^3/\text{s}$.
7. Implementação da cobrança do uso da água, tendo em vista a racionalização de seu uso e geração de recursos para desenvolver o setor.

O resultado dessas medidas para a qualidade da água em 2010 seria (figura 7):

- redução da carga urbana para 56tDBO/dia;
- redução da carga das indústrias não-sucro-alcooleiras para 42tDBO/dia em 1995 e 21tDBO/dia em 2010;

- carga orgânica total lançada de 90tDBO/dia em 2010, menos de 60% da atual;
- manutenção de oxigênio dissolvido superior a 2mg/l em quase toda a extensão dos rios da bacia.

9. Diretrizes para a outorga

A partir do plano proposto para a bacia do Piracicaba nos itens anteriores, obtêm-se os elementos básicos para nortear o estabelecimento de diretrizes gerais para que se atinja o objetivo maior do sistema de outorga – o uso racional da água. Assim, desenvolvem-se nos itens seguintes as propostas para estabelecer a hierarquia de prioridades, a repartição de água entre os usos e a conservação e controle dos recursos hídricos na bacia.

9.1 Priorização de usos

Tendo em vista orientar a distribuição da água entre os diversos usos e, eventualmente, a adoção de medidas de racionamento em situações críticas de estiagem, é fundamental que seja estabelecida uma hierarquia de prioridades dos usos da água. Os usos objeto de priorização neste trabalho serão restritos ao urbano, industrial e irrigação, por requererem derivação e causarem maior impacto quantitativo e qualitativo às águas.

A prioridade máxima é dada, pelo Código de Águas e pela Constituição paulista, ao abastecimento das populações, por ser o uso mais nobre da água. Observando-se as características de desenvolvimento sócio-econômico e de uso dos recursos hídricos da bacia do Piracicaba, já apresentadas, sugere-se a seguinte hierarquia de prioridades:

- a) uso doméstico;
- b) uso urbano;
- c) uso industrial;
- d) irrigação.

Diferencia-se aqui o uso doméstico do urbano, já que o uso urbano inclui ainda o abastecimento comercial, público e industrial que está ligado à rede de abastecimento urbano de água. Assim, se porventura fosse necessário o racionamento de água no setor urbano, ele deveria ser iniciado pelas indústrias e estabelecimentos comerciais com maior utilização de água (ex: lavagem de veículos).

A alta prioridade dada ao uso urbano da água justifica-se por razões sanitárias e de conforto do elevado contingente populacional, altamente concentrado nas áreas urbanas, e pela expressiva participação desse setor na economia da região.

O uso industrial é aquele em que a indústria retira água diretamente de rios, lagos ou do aquífero (subsolo) através de captação autônoma ou poço profundo. Como a economia regional é fortemente dependente do setor industrial, onde despontam indústrias com uso intensivo de água, parece razoável atribuir-se o nível de prioridade indicado.

A irrigação aparece como última prioridade não só pela menor expressão na economia regional, mas também pelo fato de seu uso ter caráter consuntivo, ou seja, a água retirada praticamente não retorna ao rio, causando grande impacto quantitativo.

9.2 Diretrizes quantitativas

Disponibilidade hídrica. Propõe-se que a disponibilidade de água a se considerar para fins de outorga de uso seja a vazão natural do curso de água em épocas de estiagem, representada pela vazão mínima média de sete dias e período de retorno de 10 anos ($Q_{7,10}$) e pela vazão de permanência de 95% (Q_{95}) e, se houver regularização, pela vazão regularizada.

No primeiro caso, a escolha se deve ao fato de definir-se uma faixa ampla de vazões (de 20% a 40% da vazão média) e ser relativamente fácil obter o valor de $Q_{7,10}$ e Q_{95} para qualquer seção de qualquer curso de água no estado de São Paulo, usando estudo existente e testado.¹⁶ Ressalte-se ainda o fato de essas estimativas estarem associadas a probabilidades de ocorrência, o que auxilia na avaliação de riscos para usuários e eventuais seguros contra secas.

A probabilidade de a vazão ser menor que $Q_{7,10}$, em um ano qualquer, é de 10%. Portanto, a probabilidade de a vazão ser maior que $Q_{7,10}$ em qualquer ano é de 90%. Por outro lado, a probabilidade de ocorrer vazão menor que $Q_{7,10}$, pelo menos uma vez em 10 anos, será de aproximadamente 65%. O outro indicador, Q_{95} , é a vazão que é igualada ou excedida 95% do tempo em dada seção de rio. Na bacia do Piracicaba, Q_{95} é cerca de 40% da vazão média e o dobro de $Q_{7,10}$.

No segundo caso, em geral se dispõe da vazão regularizada consultando o relatório do projeto da barragem.

Das considerações anteriores, tem-se que $Q_{7,10}$ é igual a 25 m³/s e Q_{95} igual a 50 m³/s na bacia do Piracicaba.

Retiradas de água. A problemática dos recursos hídricos na bacia mostra que é necessário controlar o uso e reverter as tendências de crescimento das demandas de água. Assim, propõe-se que se estabeleça um limite máximo para a quantidade de água derivada dos rios, distribuída entre os setores usuários conforme a tabela 6 e a figura 8. O rateio de água proposto baseia-se nas considerações seguintes:

1. Limitação da quantidade máxima de água derivada dos rios a cerca de duas vezes a vazão crítica de estiagem $Q_{7,10}$ (da ordem de grandeza de Q_{95}), evitando que o indicador demanda sobre disponibilidade seja superior a dois em condições hidrológicas adversas, restringindo a reutilização da água a níveis toleráveis.
2. Possibilidade de aumento significativo da retirada de água para o abastecimento urbano, atendendo ao crescimento da demanda do setor conforme a priorização estabelecida inicialmente, mas observando medidas de racionalização indicadas a seguir.

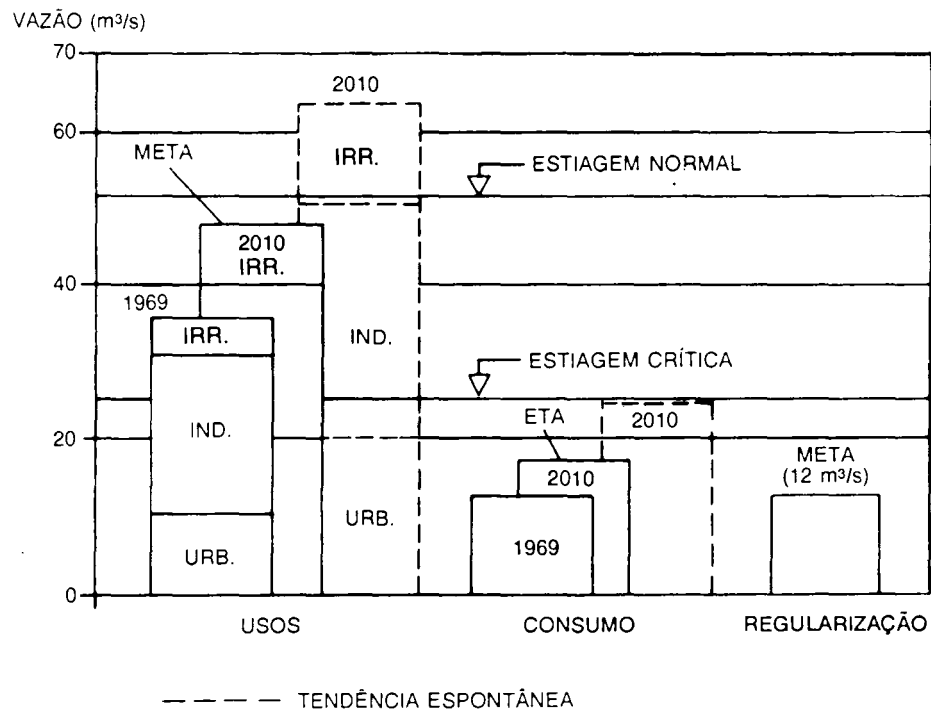
¹⁶ Id. *ibid.*

3. Congelamento da retirada para uso industrial, reduzindo seu nível de participação percentual, em 2010, ao proposto para o uso urbano (41%). A retirada atual do setor é 57% do total.
4. Possibilidade de pequeno crescimento da demanda para irrigação, mantendo sua participação percentual semelhante à atual.

Tabela 6
Derivação de água e distribuição entre usos

Setor Usuário	Quantidade retirada e participação em					
	1989		2010		Meta	
	m³/s	%	m³/s	%	m³/s	%
Urbano	9,1	26	21	34	20,0	41
Indusrtial	20,4	57	30	48	20,0	41
Irrigação	6,1	17	11	18	8,5	18
Total	35,6	100	62	100	48,5	100

Figura 8
Metas de uso, consumo e regularização



Consumo de água. Conforme apontado anteriormente, caso o consumo de água cresça segundo as projeções, os rios da bacia secarão em épocas de estiagem crítica. Para evitar que tal fato ocorra, propõe-se uma redução nesse crescimento, limitando-o a 17m³/s, inferior a 70% da vazão de estiagem Q_{7,10}.

O critério de rateio entre os usos foi manter a mesma participação percentual atual de cada uso no consumo total de água. A tabela 7 e a figura 8 exibem as informações necessárias para o devido entendimento da proposta.

Tabela 7
Consumo de água e distribuição entre usos

Setor Usuário	Consumo de água e participação em					
	1989		2010		Meta	
	m ³ /s	%	m ³ /s	%	m ³ /s	%
Urbano	3,6	30	9	37	5,0	30
Industrial	2,5	20	4	17	3,5	20
Irrigação	6,1	50	11	46	8,5	50
Total	12,2	100	24	100	17,0	100

Aumento da disponibilidade hídrica. Por significar uma reserva estratégica de água de boa qualidade para atender ao crescimento da demanda e recuperar o impacto da redução da disponibilidade hídrica causado pelo uso consuntivo, a construção de reservatórios de regularização é vital para a região. O incremento de vazão será de 12m³/s com a construção de barragens nos rios Camanducaia, Jaguari e Atibaia. Essa meta significa aumentar em cerca de 50% a vazão Q_{7,10} na estiagem crítica.

Racionalização do uso da água. As perdas e os desperdícios de água, em especial no setor urbano e na irrigação, são considerados muito elevados. No abastecimento urbano de água é freqüente encontrar-se, na rede de distribuição, perdas da ordem de 40% ou mais, como é o caso da maior cidade da região, Campinas, com mais de um milhão de habitantes. O uso individual de água também é elevado, muitas vezes superior a 300l/hab. dia, incompatível com a escassez de água na região.

A outorga de uso, neste setor, deve estar condicionada a medidas de racionalização do uso da água com as seguintes metas:

- a) redução das perdas na rede para 20%;
- b) redução do uso individual para cerca de 240l/hab. dia através de campanhas educativas e do aumento real da tarifa para usuários que ultrapassem os padrões de uso desejados.

Quanto ao uso industrial, a análise deve ser feita em função do tipo de indústria, requerendo estudos detalhados para definição de proposta para o setor.

Com respeito à irrigação, sugere-se que sejam desenvolvidos, em conjunto com os irrigantes, programas de desenvolvimento tecnológico em áreas-piloto para orientar a implementação de programa de racionalização do uso da água no setor.

Racionamento de água. Ante a escassez de água, deve-se prever, para situações críticas na estiagem, o racionamento de seu uso. Apesar de requerer estudo mais detalhado, a adoção de medidas de racionamento estará associada à condição hidrológica vigente. A título de ilustração apresenta-se, na tabela 8, para cada situação hidrológica na estiagem, a medida de racionamento a ser adotada, conforme as prioridades de uso estabelecidas anteriormente.

Tabela 8
Situações hidrológicas e medidas de racionamento

<i>Situação hidrológica (vazão inferior a)</i>	<i>Medida adotada</i>
0,8 × Q _{7,10}	Divulgação e orientação ao público
0,6 × Q _{7,10}	Alerta-reunião com grandes consumidores
0,5 × Q _{7,10}	Racionamento-irrigação e indústria
0,4 × Q _{7,10}	Racionamento urbano

Parece interessante o desenvolvimento de estudos no sentido de implantação do seguro contra estiagens, em especial nos setores da indústria e irrigação, já que a ocorrência de estiagens pode ser quantificada em termos de risco.

9.3 Diretrizes de qualidade da água

As diretrizes para a outorga de licença ambiental, no que diz respeito à qualidade da água, conforme discutido anteriormente, seriam voltadas para a reorientação do desenvolvimento industrial, privilegiando a instalação de atividades não poluidoras das águas, o aumento do controle sobre as indústrias potencialmente poluidoras, a melhoria da eficiência do tratamento dos esgotos industriais e a implantação de estações de tratamento de esgotos urbanos em todos os municípios da bacia. O objetivo, neste caso, é reverter a situação atual e as tendências que indicam a morte de extensos trechos de rios, comprometendo o uso da água para outros fins, em especial o abastecimento urbano.

Para atingir tal objetivo, propõe-se um teto máximo para a carga poluidora orgânica lançada na bacia, compatível com a capacidade de autodepuração dos rios, de maneira a preservar condições aeróbicas em praticamente toda a extensão dos cursos de água nas estiagens críticas. A situação atual, a projeção e as metas

propostas em termos de carga poluidora lançada, a contribuição para a carga total e níveis de eficiência no tratamento dos esgotos estão caracterizados na tabela 9.

Tabela 9
Poluição das águas - tendências e metas

Setor Poluidor	<i>Cargas lançadas – participação -- nível de tratamento</i>											
	<i>Atual – 1985</i>			<i>Futuro – 2010</i>			<i>Meta --1995</i>			<i>Meta – 2010</i>		
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Urbano	76	50	5	280	72	0	34	38	80	56	62	80
Sucro-alc.	13	8	99	13	3	99	13	15	99	13	14	99
Outras ind.	64	42	70	97	25	96	42	47	80	21	23	90
Total	153	100	90	390	100	85	89	100	95	90	100	95

1. Carga orgânica lançada em tDBO/dia.

2. Percentual com que o setor contribui para a carga total lançada.

3. Eficiência do tratamento de esgotos do setor.

Em síntese, as diretrizes para outorga de licença ambiental e controle da poluição orgânica na bacia são:

1) tratamento dos esgotos urbanos em todos os municípios da região, com eficiência de 80%, possibilitando a redução da carga atual de 76tDBO/dia e a prevista para 2010, de 280tDBO/dia, para 34tDBO/dia em 1995 e 56tDBO/dia em 2010;

2) congelamento das cargas industriais lançadas, com previsão de sua redução gradual para o limite de 55tDBO/dia em 1995 e 34tDBO/dia em 2010. Para atingir essas metas, propõe-se o congelamento da carga lançada pelas indústrias sucro-alcooleiras em 13tDBO/dia e redução das cargas lançadas pelas outras indústrias das atuais 64tDBO/dia para 42tDBO/dia em 1995 e 21tDBO/dia em 2010, através do aumento da eficiência no tratamento dos esgotos de 70% para 80% e 90%, nessas datas.

Dessa forma, a atual carga lançada de 153tDBO/dia estabilizar-se-á em cerca de 90tDBO/dia a partir de 1995, valor esse da mesma ordem de grandeza do recurso máximo de oxigênio disponível nas estiagens críticas, de 91tOD/dia. Nas estiagens normais, a disponibilidade de oxigênio é de 181tOD/dia, garantindo-se, então, na bacia, teores de oxigênio superiores a 4mg/l.

10. Análise de solicitações de outorga

As diretrizes gerais para outorga de uso da água e de licença ambiental fornecem elementos fundamentais para orientação e análise das solicitações de outorga. No entanto, dada a variabilidade da distribuição espacial da disponibilidade hídrica e

das atividades usuárias da água pela bacia hidrográfica, deve-se transportar as diretrizes gerais para cada sub-bacia que forma a totalidade da bacia hidrográfica considerada. Dada essa heterogeneidade, o rateio da água entre usos poderá não manter em cada sub-bacia as mesmas proporções estabelecidas nas diretrizes gerais. Por exemplo, a irrigação poderá estar concentrada numa sub-bacia, as indústrias em outra etc. Nesse caso, as prioridades de uso da água teriam hierarquia compatibilizada com a estabelecida para toda a bacia. Na sub-bacia industrial as prioridades seguiriam o modelo geral. Na em que predomina a irrigação, a hierarquia seria o uso urbano, seguido do uso para irrigação, sendo proibido o uso industrial, seguindo orientação da legislação de zoneamento de uso do solo.

As mesmas considerações e análises feitas sobre a bacia toda, em termos de quantidade e qualidade da água, seriam, portanto, repetidas para cada sub-bacia, trecho de rio, até se atingir um dado ponto de captação ou lançamento de esgoto. Assim sendo, para analisar solicitações de outorga é imprescindível que se disponha de ferramentas que possibilitem avaliações pontuais e globais dos impactos decorrentes da inclusão do usuário ou poluidor da água na bacia hidrográfica.

Apresentam-se, a seguir, as ferramentas que dão suporte às referidas análises, aplicadas à bacia do Piracicaba. Deve-se observar que é pré-requisito para aplicação dessa metodologia o conhecimento da disponibilidade hídrica, da quantidade de água retirada, consumida e devolvida, das cargas poluidoras e das características de autodepuração dos rios em toda a bacia. Assim, numa primeira etapa, usando mapas da bacia em escala apropriada (1:50.000 ou 1:10.000), deve-se identificar os pontos de captação e lançamento para uso urbano, industrial e irrigação.

10.1 Aspectos quantitativos

No que diz respeito aos aspectos quantitativos, interessa saber o balanço de água em cada local de captação, lançamento e trecho de rio na bacia. Cada ponto do rio, seja uma captação, lançamento, entrada de um afluente ou setor de interesse, está associado, nesse caso, à sua distância da foz, em quilômetros.

As informações requeridas para cada ponto são:

1. Identificação do ponto, podendo ser o nome do município, em caso de captação urbana, da indústria ou do proprietário agrícola;
2. distância (em km) do ponto até a foz do rio;
3. disponibilidade hídrica natural – vazões $Q_{7,10}$ e Q_{95} ;
4. vazão captada ou lançada, identificando a origem: urbana, industrial ou irrigação.

Partindo-se de montante para jusante dos rios da bacia hidrográfica, pode-se portanto realizar o balanço de água para todos os pontos selecionados, obtendo-se as seguintes informações:

1. Consumo acumulado – através da somatória das vazões retiradas menos as vazões lançadas. São as perdas que não retornam ao curso de água;
2. Balanço – a diferença entre a disponibilidade hídrica natural e o consumo acumulado, ou seja, a vazão remanescente no curso de água.

Tabela 10
Demandas, disponibilidades e balanço ao longo do rio Atibaia (1989)
Captações e lançamentos por ordem de estaqueamento (de montante para jusante)

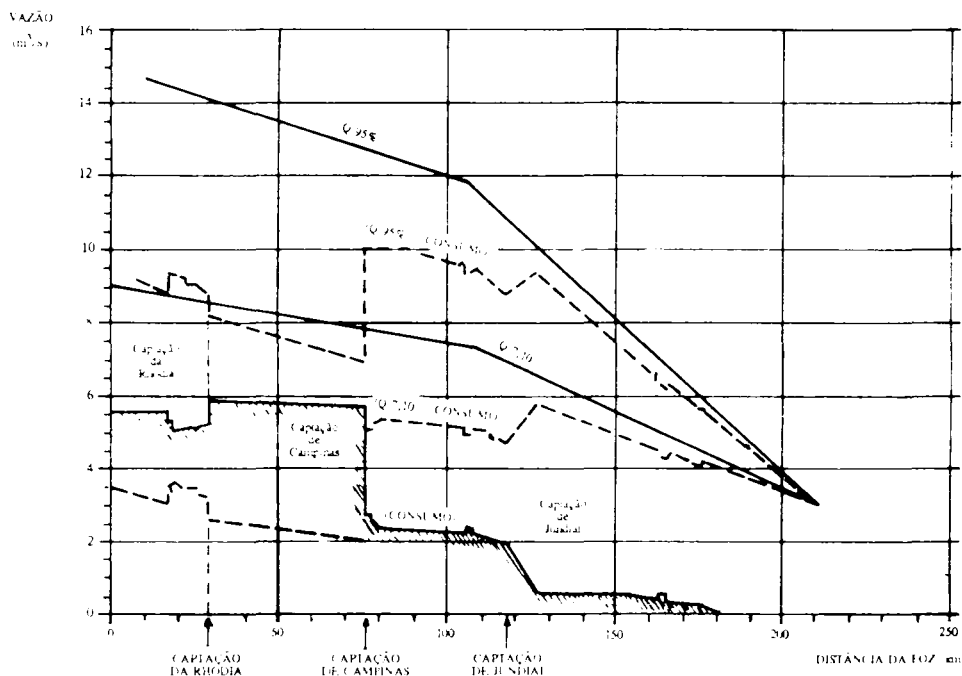
<i>Localidade</i>	<i>Serviço estaca</i>	<i>Cap. e lanç.</i>	<i>Cons. acumul.</i>	<i>Q7,10+ 3,00</i>	<i>[6]-[5]</i>	<i>Q95% + 3,00</i>	<i>[8]-[5]</i>
	<i>C/L</i>	<i>(km)</i>	<i>(l/s)</i>	<i>(m³/s)</i>	<i>m³/s</i>	<i>m³/s</i>	<i>m³/s</i>
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[9]
Itatiba (outras ind.)	L - Ind.	105,58	-87,1	2,176	7,42	5,25	11,84
Itatiba	C - Irr.	105,35	104,7	2,280	7,42	5,14	11,85
Itatiba Morungaba	C - Irr.	94,57	44,7	2,325	7,59	5,26	12,17
Campinas/Valinhos	C - Irr.	83,19	50,3	2,375	7,76	5,38	12,51
Campinas/Valinhos/Vinhedo	C - Irr.	78,91	177,2	2,553	7,82	5,27	12,64
Cartonificio Valinhos	C - Ind.	78,47	45,3	2,598	7,83	5,23	12,65
Cartonificio Valinhos	L - Ind.	78,47	-0,3	2,598	7,83	5,23	12,65
Gessy Lever S.A.	C - Ind.	78,47	22,2	2,620	7,83	5,21	12,65
Gessy Lever S.A.	L - Ind.	78,47	-4,4	2,615	7,83	5,21	12,65
Rigesa Cel Papel S.A.	C - Ind.	78,47	65,3	2,681	7,83	5,15	12,65
Rigesa Cel Papel S.A.	L - Ind.	78,47	-36,1	2,645	7,83	5,18	12,65
Valinhos	C - Urb.	78,47	99,6	2,744	7,83	5,08	12,65
Valinhos	L - Urb.	78,47	-133,0	2,611	7,83	5,22	12,65
Valinhos (outras ind.)	C - Ind.	78,47	24,2	2,635	7,83	5,19	12,65
Valinhos (outras ind.)	L - Ind.	78,47	-2,2	2,633	7,83	5,19	12,65
Vinhedo	C - Urb.	78,47	89,0	2,722	7,83	5,10	12,65
Vinhedo	L - Urb.	78,47	-71,0	2,651	7,83	5,18	12,65
Vinhedo (outras ind.)	C - Ind.	78,47	6,0	2,657	7,83	5,17	12,65
Vinhedo (outras ind.)	L - Ind.	78,47	-6,0	2,651	7,83	5,18	12,65
Valinhos	C - Urb.	76,77	66,4	2,718	7,85	5,13	12,70
Campinas (outras ind.)	C - Ind.	76,40	90,8	2,808	7,86	5,05	12,72
Campinas	C - Urb.	76,40	2.963,0	5,771	7,86	2,09	12,72
Campinas/Valinhos	C - Irr.	75,68	22,8	5,794	7,87	2,07	12,74
Merk Sharp Dhome Ltda.	C - Ind.	71,75	16,7	5,811	7,93	2,12	12,85
Campinas	C - Irr.	66,36	9,1	5,820	8,01	2,19	13,02
Campinas	C - Irr.	54,97	7,8	5,828	8,18	2,35	13,36
Campinas/Jaguariúna	C - Irr.	39,15	35,1	5,863	8,41	2,55	13,83
Rhodiaco Ind. Química Ltda.	C - Ind.	29,40	28,9	5,892	8,56	2,67	14,12
Rhodia S.A.	C - Ind.	29,40	2.777,8	8,670	8,56	-0,11	14,12
Liquid Carbonic Ind. S.A.	C - Ind.	29,00	38,9	8,709	8,57	-0,14	14,13
Liquid Carbonic Ind. S.A.	L - Ind.	28,98	-38,9	8,670	8,57	-0,10	14,13
Rhodia S.A.	L - Ind.	29,98	-2.583,3	6,086	8,57	2,48	14,13
Campinas	L - Urb.	28,97	-812,5	5,274	8,57	3,29	14,13
Campinas (outras ind.)	L - Ind.	28,97	-19,8	5,254	8,57	3,31	14,13
Rhodiaco Ind. Química Ltda.	L - Ind.	27,80	-10,8	5,243	8,58	3,34	14,17
Campinas/Paulínia	C - Irr.	27,44	26,3	5,270	8,59	3,32	14,18
Replan Refin. do Planalto	L - Ind.	25,44	-158,3	5,111	8,62	3,51	14,24
Shell Química S.A.	C - Ind.	23,06	72,2	5,184	8,66	3,47	14,31
Shell Química S.A.	L - Ind.	22,95	-65,0	5,119	8,66	3,54	14,31
Paulínia	L - Urb.	18,47	-70,0	5,049	8,72	3,68	14,45
J. Bressler S.A. Ind. Papel	C - Ind.	18,35	333,3	5,382	8,73	3,34	14,45
J. Bressler S.A. Ind. Papel	L - Ind.	18,31	-300,0	5,082	8,73	3,64	14,45
Paulínia	C - Irr.	17,50	15,3	5,097	8,74	3,64	14,48
Sumaré	C - Urb.	17,18	498,1	5,595	8,74	3,15	14,49
Americana	C - Irr.	8,38	3,2	5,598	8,87	3,28	14,75
Foz do rio Atibaia	- -	0,00		5,598	9,12	3,52	15,23
Total				5.598,5			

Jundiá fora da bacia do Piracicaba, porém com captação no rio Atibaia.

A tabela 10 exemplifica o procedimento descrito para o caso do rio Atibaia, afluente do rio Piracicaba. Pode-se verificar, na tabela, que as captações e os lançamentos foram fornecidos para o ano de 1989 e, portanto, tem-se o consumo acumulado e o balanço para aquele ano. As vazões lançadas convencionou-se associar um sinal negativo. Através da análise da tabela 10 pode-se verificar se as metas estabelecidas para a bacia hidrográfica são observadas em todas as seções dos rios.

No caso do rio Atibaia, constata-se que entre os quilômetros 29,40 e 28,98 o rio seca para as condições atuais de uso da água, quando ocorrer a estiagem crítica ($Q_{7,10}$), caso não se observem, nesse trecho, as diretrizes para a bacia. Outra forma de visualização dessas informações é através de gráficos, como o da figura 9, para o mesmo caso do rio Atibaia. O mesmo procedimento foi adotado para os principais rios da bacia do Piracicaba: Jaguari, Camanducaia, Corumbataí e Piracicaba.

Figura 9
Sub-bacia do rio Atibaia – Balanço hídrico 1989



No caso de uma solicitação de outorga de uso da água por uma localidade urbana, uma nova indústria ou irrigante, basta inserir a estaca correspondente com as informações básicas e avaliar o impacto quantitativo nas seções de jusante da bacia hídrica. Se a outorga for deferida, atualiza-se o sistema com as novas informações.

10.2 Aspectos qualitativos

No que diz respeito aos aspectos qualitativos, considera-se aqui o balanço de oxigênio em cada local de captação, lançamento e trecho de rio na bacia. Tal simplificação se justifica pelo fato de o maior problema de poluição, na bacia, decorrer do lançamento de cargas orgânicas biodegradáveis. Como no caso anterior, cada ponto do rio, seja uma captação, lançamento, entrada de afluente ou seção de interesse, está associado à sua distância da foz, em quilômetros.

As informações requeridas para cada ponto, nesse caso, são:

- 1) identificação do ponto, podendo ser o nome do município, em caso de lançamento urbano ou da indústria;
- 2) distância (em km) do ponto até a foz do rio;
- 3) balanço – a disponibilidade hídrica remanescente, obtida no item anterior;
- 4) carga poluidora lançada em tDBO/dia, identificando a origem: urbana ou industrial;
- 5) velocidade média de escoamento no trecho do curso de água entre a seção considerada e a imediatamente de jusante;
- 6) coeficientes de desoxigenação (k_1) e reaeração (k_2) no trecho definido anteriormente;
- 7) concentração de saturação de oxigênio em mg/l e déficit inicial de oxigênio em mg/l na seção mais a montante de cada rio da bacia.

Usando a metodologia simplificada desenvolvida por Streeter & Phelps,¹⁷ simulam-se as condições de autodepuração das cargas orgânicas nos rios. Partindo-se de montante para jusante dos rios da bacia hidrográfica, realiza-se o balanço de oxigênio para todos os pontos selecionados, obtendo-se as seguintes informações:

- 1) OB – teor de oxigênio dissolvido em mg/l;
- 2) DBO – demanda bioquímica de oxigênio em mg/l;
- 3) carga orgânica acumulada, em tDBO/dia, com e sem consideração da capacidade de autodepuração do rio.

A tabela 11 ilustra, para o rio Atibaia, os resultados obtidos com a aplicação da metodologia. A figura 10 apresenta graficamente os mesmos resultados em termos de DBO e OD.

Assim, da mesma forma que ocorre com a análise quantitativa, pode-se avaliar o impacto qualitativo nos rios decorrente da inclusão de uma fonte poluidora ou do aumento da eficiência do tratamento dos esgotos urbanos e industriais. No caso, a análise se dá através da comparação dos valores de OD e DBO nos pontos selecionados. Trata-se, portanto, de um instrumento de real auxílio à análise de solicitações de outorga de licença ambiental e ao enquadramento dos rios em classes.¹⁸

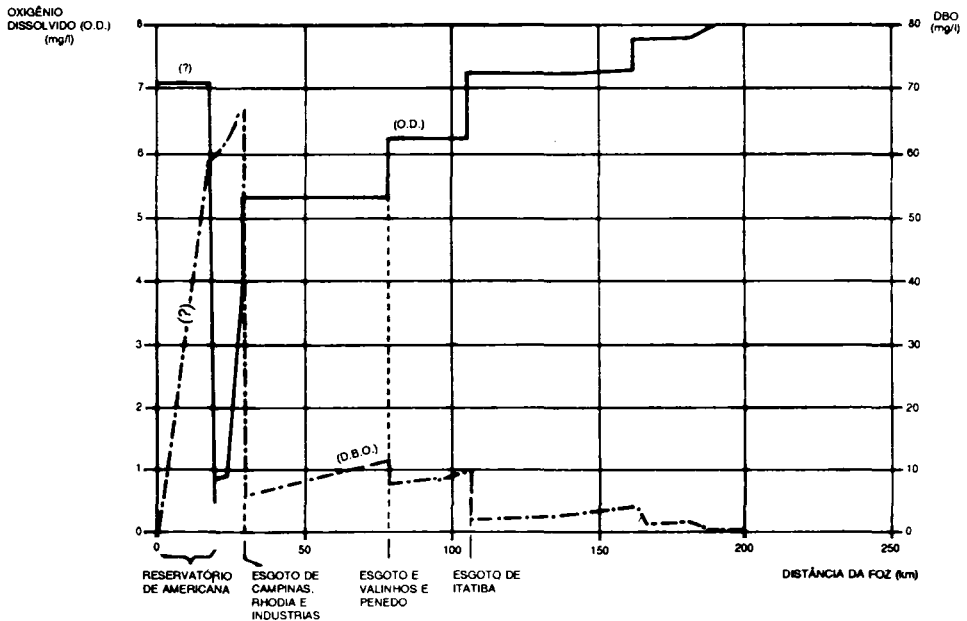
¹⁷ Conejo, J.G.L.C. & Carneseca, L.F. op.cit.

¹⁸ Conama. op.cit.

Tabela 11
Rio Atibaia — Autodepuração de cargas orgânicas (1989)

<i>Localidade</i>	<i>Serviço</i>	<i>Estaca (km)</i>	<i>Cargas Reman tDBO/d</i>	<i>Q7.10+ 3 - CAP + LAM m³/s</i>	<i>distância entre estacas (km)</i>	<i>veloc. média do trecho (m/s)</i>	<i>tempo de trânsito (dias)</i>	<i>Coeffic. desox. K1</i>	<i>Coeffic. reacr. K2</i>	<i>DBO inicial La (mg/l)</i>	<i>DBO final Li (mg/l)</i>	<i>Déficit de OD (mg/l)</i>	<i>OD (mg/l)</i>
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]
Nazaré Paulista	L - Urb.	209,65	0,02	3,00	20,70	0,30	0,80	0,10	0,30	0,07	0,06	0,00	0,00
Bom Jesus dos Perdões	L - Urb.	188,95	0,14	3,87	0,00	0,30	0,00	0,10	0,30	0,45	0,45	0,01	7,99
Bom Jesus dos Perdões (out. ind.)	L - Ind.	188,95	0,05	3,87	7,65	0,30	0,30	0,10	0,30	0,60	0,56	0,04	7,96
Piracaia (35,20 - Ch.) *	L - Urb.	181,30	0,36	4,06	15,80	0,30	0,61	0,10	0,30	1,55	1,34	0,19	7,81
Atibaia - captação urbana		165,50		4,28	3,38	0,30	0,13	0,10	0,30	1,28	1,24	0,21	7,79
Atibaia	L - Urb.	162,12	1,09	4,50	0,00	0,30	0,00	0,10	0,30	3,96	3,96	0,21	7,79
Atibaia (out. ind.)	L - Ind.	162,12	0,05	4,50	24,53	0,30	0,95	0,10	0,30	4,12	3,31	0,70	7,30
Jarinu	L - Urb.	137,59	0,01	5,36	19,49	0,30	0,75	0,10	0,30	2,81	2,36	0,76	7,24
Jundiá - captação urbana		118,10		5,12	10,63	0,30	0,41	0,10	0,30	2,36	2,15	0,76	7,24
Itatiba - captação urbana		107,47		5,42	1,87	0,30	0,07	0,10	0,30	2,03	1,99	0,75	7,25
Têxtil Elizabeth S.A. 2	L - Ind.	105,60	0,01	5,44	0,00	0,30	0,00	0,10	0,30	2,02	2,02	0,75	7,25
Timavo do Brasil	L - Ind.	105,60	0,59	5,44	0,02	0,30	0,00	0,10	0,30	3,26	3,26	0,75	7,25
Itatiba	L - Urb.	105,58	1,91	5,55	0,00	0,30	0,00	0,10	0,30	7,18	7,18	0,75	7,25
Itatiba (out ind.)	L - Ind.	105,58	1,00	5,55	27,11	0,30	1,05	0,10	0,30	9,26	7,28	1,76	6,24
Valinhos	L - Urb.	78,47	0,32	5,54	0,00	0,30	0,00	0,10	0,30	7,94	7,94	1,76	6,24
Vinhedo	L - Urb.	78,47	1,02	5,54	0,00	0,30	0,00	0,10	0,30	10,07	10,07	1,76	6,24
Valinhos (out. ind.)	L - Ind.	78,47	0,22	5,54	0,00	0,30	0,00	0,10	0,30	10,53	10,53	1,76	6,24
Cartonificio Valinhos	L - Ind.	78,47	0,39	5,54	0,00	0,30	0,00	0,10	0,30	11,35	11,35	1,76	6,24
Gessy Lever S.A.	L - Ind.	78,47	0,00	5,54	0,00	0,30	0,00	0,10	0,30	11,35	11,35	1,76	6,24
Vinhedo (out. ind.)	L - Ind.	78,47	0,00	5,54	0,00	0,30	0,00	0,10	0,30	11,36	11,36	1,76	6,24
Rigesa Cel. Papel S.A.	L - Ind.	78,47	0,17	5,54	2,07	0,30	0,08	0,10	0,30	11,71	11,50	1,87	6,13
Campinas - captação urbana		76,40		2,13	47,42	0,30	1,83	0,10	0,30	11,50	7,55	2,68	5,32
Liquid Carbonic Ind. S.A.	L - Ind.	28,98	0,01	0,05	0,00	0,30	0,00	0,10	0,30	9,17	9,17	2,68	5,32
Rhodia S.A.	L - Ind.	28,98	6,44	2,44	0,01	0,30	0,00	0,10	0,30	30,73	30,72	2,68	5,32
Campinas	L - Urb.	28,97	12,76	4,00	0,00	0,30	0,00	0,10	0,30	55,65	55,65	2,68	5,32
Campinas (out. ind.)	L - Ind.	28,97	4,13	4,00	1,17	0,30	0,05	0,10	0,30	67,61	66,91	3,28	4,72
Rhodiaco Ind. Química Ltda.	L - Ind.	27,80	0,02	4,03	2,36	0,30	0,09	0,10	0,30	66,47	65,09	4,42	3,58
Replan Refin. do Planalto	L - Ind.	25,44	0,29	4,20	2,49	0,30	0,10	0,10	0,30	63,26	61,87	5,48	2,52
Shell Química S.A.	L - Ind.	22,95	0,01	4,23	4,48	0,30	0,17	0,10	0,30	61,47	59,07	7,12	0,88
Paulínia	L - Urb.	18,47	0,77	4,38	0,16	0,30	0,01	0,10	0,30	59,08	59,00	7,17	0,83
J. Bressler S.A. Ind. Papel	L - Ind.	18,31	0,47	4,05	1,13	0,30	0,04	0,10	0,30	60,34	59,74	7,55	0,45
Sumaré - captação urbana		17,18		3,76	17,18	0,01	15,00	0,10	0,30	59,74	1,89	0,94	7,06
Foz do rio Atibaia		0,00		4,14				0,10	0,30	1,72			
Total				32,24									

Figura 10
Rio Atibaia – Balanço de cargas e oxigênio



11. Cobrança pelo uso da água

A opção pela cobrança do uso da água é adotada em muitos países¹⁹ para fazer frente à escassez, à utilização, ao uso ineficiente e às necessidades crescentes de investimentos para seu uso e conservação racionais.

A cobrança pelo uso da água funciona, por um lado, como um incentivo para que os usuários adotem tecnologias e hábitos que proporcionem uso mais eficiente, reduzindo perdas e mudando padrões individuais de consumo, associado ao aumento do controle de sua qualidade através do tratamento de esgotos, mudanças tecnológicas nos processos produtivos e intervenções nas tendências espontâneas de uso e ocupação do solo. Por outro lado, a cobrança pelo uso da água gera recursos que têm a finalidade de financiar os programas que propiciem equilibrar oferta e demanda de água, tanto no aspecto quantitativo como no qualitativo.

No estado de São Paulo, a Constituição promulgada em 1989 prevê, no art. 211, que a utilização dos recursos hídricos seja cobrada segundo as peculiaridades de cada bacia hidrográfica, na forma da lei, especificando os serviços e obras em que os recursos gerados devem ser aplicados.

Por se tratar de assunto bastante complexo, que requer informações não facilmente disponíveis e estudos detalhados que fogem ao escopo deste trabalho, a

¹⁹ OECD. *Pricing of water services*. Paris, Organization for Economic Co-operation and Development, 1987.

análise aqui feita é simplificada, devendo ser encarada com reservas. Tendo em vista fornecer uma primeira idéia sobre a questão, estimam-se a seguir valores a serem cobrados pelo uso da água, os recursos gerados, os impactos da cobrança sobre os usuários e a magnitude dos investimentos necessários para a bacia do rio Piracicaba.

Consideram-se, para fins de cobrança, somente os usos da água para o abastecimento urbano, industrial e a irrigação. Outra simplificação consistiu na adoção de tarifas para o volume retirado de água e para a carga poluidora orgânica biodegradável, não levando em conta nem o consumo de água, nem outros tipos de poluentes. Considerou-se, ainda, que as vazões captadas e as cargas poluidoras fossem constantes ao longo do ano, o que pode levar à superestimação desses valores.

Para chegar aos resultados apresentados, as seguintes premissas foram observadas:

- 1) a tarifa de água captada para uso urbano, por tratar do abastecimento das populações, assegurar condições sanitárias e ser fator de melhoria da qualidade de vida, deve ser menor que a industrial e a da irrigação;
- 2) a tarifa pela poluição também seria menor para o esgoto doméstico urbano, devido à sua menor capacidade de pagamento e à flexibilidade, em termos de opções locacionais, menor que a da indústria;
- 3) o pagamento de tarifa pela poluição da água não dá ao poluidor direito de lançar cargas conforme seu interesse e tampouco o exime de seguir estritamente as imposições fixadas pelo órgão ambiental;
- 4) a tarifa cobrada deve ser compatível com a capacidade econômica do usuário, ou seja, o impacto econômico da cobrança não causará sérios desequilíbrios à economia ou ao sistema de saneamento;
- 5) a receita gerada pela cobrança da água deve ser compatível com as necessidades de investimento em recursos hídricos na bacia hidrográfica.

As tabelas 12 e 13 mostram as tarifas adotadas para a retirada de água e pela poluição lançada, assim como as receitas anuais geradas por setor usuário da água. Observa-se, na tabela 12, que foi considerada a tarifa de retirada de água para a vazão exportada para São Paulo através do Sistema Cantareira, preservando-se o princípio de que os recursos gerados devem ser aplicados no âmbito ou em favor da bacia hidrográfica que fornece a água.

Tabela 12
Retiradas de água, tarifas e receitas

<i>Setor usuário</i>	<i>Vazão retirada em 1989 (m³/s)</i>	<i>Tarifa (US\$/m³)</i>	<i>Receita anual (milhões US\$)</i>
Urbano	9,1	0,02	5,7
Industrial	20,4	0,03	19,3
Irrigação	6,1	0,03	5,8
Exportação (SP)	31,0	0,02	19,5
Total	66,6		50,3

Tabela 13
Cargas poluidoras, tarifas e receitas

<i>Setor usuário</i>	<i>Carga lançada em 1985 (tDBO/dia)</i>	<i>Tarifa (US\$/kgDBO)</i>	<i>Receita anual (milhões US\$)</i>
Urbano	76	0,2	5,5
Industrial	77	0,4	11,2
Total	153		16,7

A tabela 14 mostra as receitas geradas pela cobrança do uso da água e os indicadores econômicos de cada setor usuário como a receita comercial, o valor da produção industrial e a receita agropecuária na bacia hidrica. O impacto econômico foi avaliado simplifcadamente através do percentual do indicador econômico que representa a receita cobrada de cada setor. Pode-se verificar que o impacto é sempre inferior a 1 %, chegando a 0,1 % no setor urbano e a 0,2% na indústria.

Tabela 14
Receitas geradas e impacto econômico no setor

<i>Setor usuário</i>	<i>Receita anual gerada (milhões US\$)</i>			<i>Indicador econômico (10US\$)</i>	<i>Impacto econômico⁴ (%)</i>
	<i>retirada</i>	<i>poluição</i>	<i>total</i>		
Urbano	5,7	5,5	11,2	10.828 ¹	0,10
Industrial	19,3	11,2	30,5	15.098 ²	0,20
Irrigação	5,8	0	5,8	600 ³	0,97
Exportação (S.P.)	19,5	0	19,5		
Total	50,3	16,7	67,0		

¹ Receita comercial anual.

² Valor da produção industrial anual.

³ Receita agropecuária anual.

⁴ Impacto econômico = receita total / indicador econômico × 100.

No setor urbano, fez-se ainda a avaliação do aumento que acarretaria, à tarifa dos sistemas de abastecimento urbano de água, a cobrança postulada. A análise baseou-se em dados da Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S.A. – Sanasa, entidade responsável pelo abastecimento da cidade de Campinas. O custo médio do metro cúbico de água faturado em agosto de 1988 era de US\$0,665. Por outro lado, o volume de água faturado era da ordem de 60% do volume captado. Extrapolando esses dados para todos os municípios da bacia, tem-se que a retirada de 9,1m³/s de água para abastecimento urbano equivale ao faturamento de 172 milhões de metros cúbicos de água por ano, gerando uma receita da ordem de US\$115 milhões por ano.

Assim, a receita adicional estimada de US\$11,2 milhões por ano, a ser cobrada do setor urbano pela captação de água, representa um acréscimo de cerca de 10%

na tarifa atual, um valor bastante aceitável. Ante as imprecisões e simplificações desta análise, estima-se que esse percentual possa chegar a até 25%.

No que diz respeito à magnitude dos investimentos necessários em recursos hídricos na bacia, com cerca de US\$350 milhões seria possível o tratamento dos esgotos urbanos (US\$150 milhões) e a construção das três barragens de regularização citadas (US\$200 milhões), com os benefícios já apontados.

A receita anual total gerada na bacia através da cobrança do uso da água, estimada em US\$67 milhões, permitiria o desenvolvimento dos referidos programas em cerca de cinco anos, prazo relativamente curto.

Portanto, como primeira estimativa, as tarifas adotadas para a cobrança pelo uso da água parecem aceitáveis, sendo compatíveis com a capacidade econômica dos usuários e gerando recursos significativos para a implementação de obras e medidas reclamadas com urgência pelo setor de recursos hídricos. No entanto, a cobrança pelo uso da água requer estudos mais detalhados, muita discussão e negociação para sua implementação. Tais estudos estão em fase inicial de desenvolvimento no estado de São Paulo, e especificamente para a bacia do rio Piracicaba.²⁰

²⁰ DAEE. op. cit., 1991.