

**Chamada Pública MCT/FINEP/CT-HIDRO-GRH – 01/2004**

**Convênio FINEP nº 3511/04**

**Proponente: Fundação COPPETEC**

**Cobrança pela diluição de efluentes na bacia  
do rio Paraíba do Sul**

**Relatório final**

**Coordenador:  
Prof. José Paulo Soares de Azevedo**

**Agosto de 2007**

## Equipe

### **Instituição Proponente**

Fundação Coordenação de Projetos, Pesquisas e Estudos Tecnológicos - COPPETEC

### **Instituição Executora**

Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia- COPPE/ UFRJ

### **Instituição Interveniente**

Comitê para Integração da Bacia do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP), SP/MG/RJ

### **Equipe executora**

André Soares de Azevedo, Engenheiro e Arquiteto, bolsista DTI

Camilla Silva Motta dos Santos (Mestranda em Recursos Hídricos), bolsista ITI

Camila Souto (Mestranda em Recursos Hídricos)

Elder Lopes Pedreira Bomfim (Mestre em Engenharia de Sistemas), bolsista DTI

Evaristo Samuel Villela Pedras (Especialista em Recursos Hídricos), bolsista DTI

Fernanda Rocha Thomaz (Mestre em Recursos Hídricos), bolsista DTI

Jander Duarte Campos (Doutor em Recursos Hídricos), bolsista DTI

José Paulo Soares de Azevedo, (Ph.D., Coordenador)

José Roberto de Freitas Gago (Engenheiro civil), bolsista DTI

Marcelo Pires Negrão , bolsista ITI

Paulo Henrique de Barros Maculo, (Estudante de Eng. Recursos Hídricos), bolsista ITI

Paulo Marcelo Lambert Gomes (Especialista em Ciências Ambientais), bolsista DTI

Paulo Roberto Ferreira Carneiro (Mestre em Plan. Urbano e Municipal), bolsista de DSc.

Rosa Maria Formiga Johnsson (Docteur), bolsista DTI

Vitor Ribeiro Alves Ferreira, (Estudante de geografia), bolsista ITI

Wilde Itaborahy Ferreira, bolsista ITI

# Índice

<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>BASES CONCEITUAIS PARA A COBRANÇA DE DILUIÇÃO DE EFLUENTES</b> .....	<b>4</b>
<b>1.1 NOÇÕES CONCEITUAIS BÁSICAS</b> .....	<b>4</b>
1.1.1 <i>Noções elementares</i> .....	4
1.1.2 <i>Alguns conceitos de físico-química básica</i> .....	5
1.1.3 <i>Concentrações em corpos d'água naturais</i> .....	11
<b>1.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE O CONCEITO DE DILUIÇÃO DE EFLUENTES APLICADO À GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS</b> .....	<b>15</b>
1.2.1 <i>Conceito de diluição de efluentes à luz da Política Nacional de Recursos Hídricos</i> ..	15
1.2.2 <i>Conceito de diluição de efluentes aplicado à gestão dos recursos hídricos</i> .....	17
a) Primeiras propostas .....	17
b) Outros estudos .....	18
c) Considerações finais.....	24
<b>1.3 AVALIAÇÃO DAS INTERFACES DA COBRANÇA PELA DILUIÇÃO DE EFLUENTES COM A OUTORGA E ENQUADRAMENTO</b> .....	<b>25</b>
1.3.1 <i>Cobrança e outorga</i> .....	25
1.3.2 <i>Cobrança e enquadramento</i> .....	27
<b>CAPÍTULO 2</b>	
<b>ANÁLISE DA METODOLOGIA DE COBRANÇA EM VIGOR NA BACIA PARAÍBA DO SUL ATÉ MARÇO DE 2006</b> .....	<b>37</b>
<b>2.1 USUÁRIOS-PAGADORES</b> .....	<b>40</b>
<b>2.2 METODOLOGIA E CRITÉRIOS INSTITUÍDOS PELO CEIVAP (EM VIGOR ATÉ DEZEMBRO DE 2006)</b> ....	<b>41</b>
2.2.1 <i>Metodologia principal de cobrança</i> .....	41
2.2.2 <i>Metodologia de cobrança aplicável às PCH's</i> .....	43
2.2.3 <i>Metodologia de cobrança aplicável à extração de areia</i> .....	44
2.2.4 <i>Metodologia de cobrança aplicável à transposição</i> .....	44
2.2.5 <i>Critérios de cobrança</i> .....	45
<b>2.3 REFLEXÕES SOBRE A FÓRMULA CEIVAP</b> .....	<b>47</b>
<b>CAPÍTULO 3</b>	
<b>PROPOSIÇÃO DE METODOLOGIA E CRITÉRIOS DE COBRANÇA QUE INCORPOREM O CONCEITO DE DILUIÇÃO DE EFLUENTES</b> .....	<b>48</b>
<b>3.1 METODOLOGIA BÁSICA PROPOSTA</b> .....	<b>48</b>
<b>3.2 ESCOLHA DE PARÂMETROS POLUIDORES PARA SIMULAÇÃO</b> .....	<b>50</b>
<b>3.3 ESTUDO DE CRITÉRIOS DE COBRANÇA RELATIVOS A PARCELA DE DILUIÇÃO</b> .....	<b>52</b>
<b>3.4 METODOLOGIA FINAL PROPOSTA (OU DETERMINAÇÃO DA EQUAÇÃO GERAL DA COBRANÇA)</b> .....	<b>54</b>

<b>3.5 SIMULAÇÕES DE COBRANÇA .....</b>	<b>56</b>
<b>3.6 IMPACTO DA COBRANÇA NOS SETORES USUÁRIOS .....</b>	<b>75</b>
3.6.1 <i>Setor Industrial</i> .....	75
3.6.2 <i>Setor de Saneamento</i> .....	76
<b>3.7 DESENVOLVIMENTO DE MECANISMOS DE IMPLANTAÇÃO E OPERACIONALIZAÇÃO DA COBRANÇA...</b>	<b>82</b>
<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>83</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>87</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>1</b>

## APRESENTAÇÃO

O presente documento constitui o relatório final do Projeto de Pesquisa CT-HIDRO intitulado “Cobrança pela diluição de efluentes na bacia do rio Paraíba do Sul”, cujas atividades tiveram início em março de 2005. O Projeto foi proposto pela Fundação Coordenação de Projetos, Pesquisas e Estudos Tecnológicos (COPPETEC) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) dentro do edital GRH2004 financiado com recursos do Fundo Setorial de Recursos Hídricos (CT-HIDRO) administrado pela Financiadora de Estudos e Projetos através do Convênio FINEP nº 3511/04. Coube à UFRJ a execução do Projeto, através da Área de Recursos Hídricos do Programa de Engenharia Civil da Coordenação dos Programas de Pós Graduação de Engenharia (COPPE). O Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul (CEIVAP) é o principal beneficiário direto do Projeto. Também se beneficiam indiretamente todos aqueles interessados na experiência prática da implementação da gestão de recursos hídricos no Brasil, já que o CEIVAP foi o primeiro comitê federal a implementar os instrumentos de gestão previstos na lei 9.433/97 e tem por objetivo o desenvolvimento de uma fórmula de cobrança por diluição de efluentes até 2009.

Os objetivos globais deste Projeto se resumem em dois temas centrais:

- 1) Aperfeiçoamento e estudo de aplicabilidade de metodologia e critérios de cobrança incorporando o conceito de diluição de efluentes.
- 2) Simulação de sua aplicação na Bacia federal do rio Paraíba do Sul.

Em termos de resultados, o projeto foi proposto como um conjunto de várias metas físicas, correspondentes aos seus objetivos específicos, que foram tratados nos diversos relatórios elaborados no âmbito do Projeto de Pesquisa, conforme indicado no quadro a seguir.

<b>Metas Físicas</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Documento onde o assunto foi tratado</b>
Meta Física 1	Definição de bases conceituais para a cobrança pela diluição de efluentes	Relatório 1 (todo o relatório), Relatório final (capítulo 1)
Meta Física 2	Aperfeiçoamento de metodologia e critérios de cobrança pela diluição de efluentes	Relatório 2 (todo o relatório), Relatório final (capítulos 2 e 3)
Meta Física 3	Avaliação global da metodologia proposta	Relatório final (capítulo 3)
Meta Física 4	Desenvolvimento de mecanismos de implantação e operacionalização da cobrança	Relatório final (capítulo 3)
Meta Física 5	Elaboração de Relatório Final	Relatório final

Este Relatório Final constitui, portanto, o último relatório elaborado no âmbito do Projeto de Pesquisa CT-HIDRO que tem por objetivo apresentar os resultados finais alcançados. É importante mencionar que este relatório apresenta a essência dos relatórios elaborados anteriormente, de modo a dar uma visão de conjunto do conjunto da pesquisa. No entanto, o aperfeiçoamento de metodologia e critérios de cobrança, finalmente aqui proposto, aprofunda e define mais claramente a metodologia e critérios de cobrança propostos no relatório anterior.

Finalmente, é importante ressaltar que este relatório foi estruturado com a preocupação de clareza e precisão na busca do atendimento aos objetivos do Projeto. Por essa razão, ele não obedece à seqüência de metas físicas do Projeto de pesquisa, embora todos as metas tenham sido geralmente alcançadas. Cabe destacar que a atividade correspondente à implementação da metodologia proposta no sistema de informações do Laboratório de Hidrologia foi substituída pela extração das informações relevantes e simulação *offline* da metodologia em planilhas Excel, permitindo que a metodologia aqui descrita possa ser utilizada no sistema do Paraíba do Sul existente na ANA, cuja versão avançou em relação à originalmente desenvolvida no Laboratório de Hidrologia da COPPE/UFRJ.

■ ■ ■

Além da presente apresentação e conclusão, este relatório está estruturado em três capítulos, a saber:

- O primeiro capítulo dedica-se as bases conceituais de diluição de efluentes, tanto em relação às noções elementares quanto ao conceito aplicado à gestão de recursos hídricos, para, em seguida, discorrer sobre a relação da cobrança com a outorga de direitos de uso e o enquadramento dos corpos d'água, o instrumento de gestão que permite operacionalizar o conceito de diluição de efluentes.
- No segundo capítulo, é feita uma análise acerca da metodologia de cobrança em vigor na Bacia do rio Paraíba do Sul até março de 2006. Ressalte-se que o segundo relatório deste projeto disponibiliza uma análise ainda mais detalhada.
- O terceiro capítulo e a essência deste projeto: ele apresenta a metodologia básica de aperfeiçoamento, define os parâmetros poluidores de estudo e simulação, desenvolve critérios de cobrança relativos à parcela de diluição, e propõe uma metodologia final de cobrança pelo uso da água que incorpora o conceito de diluição de efluentes. São ainda apresentados as simulações de cobrança e o impacto nos setores usuários. Finalmente, são rapidamente analisadas questões relativas ao desenvolvimento de mecanismos de implantação e operacionalização da cobrança.
- A conclusão resume os principais resultados alcançados e sua importância no contexto regional (Bacia do rio Paraíba do Sul) e nacional.

Considera-se, globalmente, que os objetivos foram plenamente alcançados e que os resultados possam ser de grande valia para o processo de discussão sobre o assunto que devera ocorrer na Bacia do rio Paraíba do Sul até 2009.

## CAPÍTULO 1

---

# BASES CONCEITUAIS PARA A COBRANÇA DE DILUIÇÃO DE EFLUENTES

A maneira mais simples de se efetuar a cobrança de usuários que possuem outorga de “diluição” é através das cargas dos poluentes lançados no corpo d’água receptor (obtidas a partir da vazão do efluente, no ponto de lançamento, e dos valores dos diversos parâmetros poluentes, em sua maioria expressos por concentrações). Não é surpreendente, portanto, que esta seja a forma utilizada quase que exclusivamente nas fórmulas propostas para cobrança pela “diluição” no Brasil.

Do ponto de vista de gestão dos recursos hídricos, é importante que também se leve em conta como o efluente lançado por um usuário altera os parâmetros de qualidade da água do corpo receptor e, conseqüentemente, a disponibilidade de água, seja para outros usuários detentores de outorgas, seja para a concessão de novas outorgas de captação, consumo e de diluição. Neste trabalho propomos uma modificação da parcela correspondente à cobrança pela “diluição” na fórmula do CEIVAP utilizando vazões equivalentes de água que seriam necessárias para “diluir” o efluente exatamente nas concentrações permitidas no corpo d’água receptor.

A razão de deixarmos diluição entre aspas é que não só as substâncias diluídas, mas também os sólidos em suspensão reduzem a disponibilidade de água para outorga de outros usuários. A seguir apresentamos alguns conceitos básicos que também serão úteis na leitura das referências existentes sobre o assunto na literatura de gestão de recursos hídricos.

## 1.1 Noções conceituais básicas

### 1.1.1 Noções elementares

Em linguagem coloquial, diluir é acrescentar um líquido conveniente (normalmente água) a uma solução para diminuir a concentração da substância dissolvida, ou seja, tornar a solução menos concentrada ou mais fraca (Larousse, 2004; Aurélio, 1999). A palavra vem do latim *diluere*, com a mudança de conjugação de *di(s) + luere*, de *lavare*, que significa lavar. (Caldas Aulete, 2004; Cunha, 1986). Diluição é a ação ou o efeito de diluir (Aurélio, 1999).

Concentração é uma medida da quantidade de uma substância dissolvida em uma dada quantidade de solução; a concentração de íons presentes na água engarrafada, por exemplo, é normalmente dada em miligramas por litro (Clugston, 1998)

Solução é uma mistura homogênea de duas ou mais substâncias que apresentam uma única fase. Muitas vezes, esta mistura é um líquido (no papel de solvente) que contém uma substância dissolvida ou diluída (soluto). (Larousse, 2004). Uma substância é solúvel quando ela é capaz de se dissolver ou se diluir em um solvente, normalmente a água.

Solubilidade é a propriedade de certas substâncias dissolverem-se quando combinadas com outras, formando uma solução; quanto maior a solubilidade, maior o grau com que uma substância se dissolve em outra. A solubilidade é extremamente dependente da temperatura (Clugston, 1998; Roditi, 2005).

Em termos coloquiais, depurar é livrar-se de impurezas, tornar puro, limpar, excluir impurezas. (Mini Caldas Aulete, 2004; Cunha, 1986). Autodepuração é a propriedade de purificar-se pelos seus próprios meios (Aurélio, 1999). Esta noção também presente em saneamento e qualidade de água, é considerada a redução da concentração de poluentes efetuada pelo próprio rio, que funciona como um reator no qual as reações bioquímicas são aceleradas pela turbulência e pela captura de ar pelo escoamento.

Em linguagem coloquial, conservativo é o que se conserva/mantém/não perde/não muda. (Cunha, 1986, Mini Caldas Aulete, 2004). Parâmetros de qualidade de água conservativos — por exemplo cloretos e nitratos — são aqueles que mantêm sua concentração praticamente inalterada no corpo d'água após a zona de mistura e que reduzirão a disponibilidade de água para outros usuários. Já os parâmetros não conservativos — por exemplo DBO — são aquelas cujas concentrações se reduzem consideravelmente ao longo do escoamento, voltando a disponibilizar para outras outorgas de “diluição”, total ou parcialmente, vazões usadas para diluir efluentes.

Diversas definições relevantes ligadas a qualidade da água podem ser vistas na parte introdutória da recente resolução CONAMA 357/05.

### **1.1.2 Alguns conceitos de físico-química básica**

Esta seção, baseada em Feltre (1985), tem o intuito de rever alguns conceitos básicos de físico-química úteis na descrição da interação entre o efluente lançado no corpo d'água e este corpo d'água.

**Dispersões** são sistemas nos quais uma substância (fase dispersa) está disseminada, sob a forma de pequenas partículas, numa segunda substância (dispersante ou fase de dispersão). As dispersões podem ser classificadas, de acordo com o tamanho médio das partículas dispersas, em soluções verdadeiras, soluções coloidais e suspensões. As principais características dos sistemas dispersos são apresentadas no Quadro 1 (Feltre, 1985).

**Quadro 1: Principais características dos sistemas dispersos.**

	<b>Soluções verdadeiras</b>	<b>Soluções coloidais</b>	<b>Suspensões</b>
<b>Exemplos</b>	Sal na água	Gelatina na água	Sedimentos suspensos na água
<b>Natureza das partículas dispersas</b>	Átomos, íons ou moléculas	Aglomerados de átomos, íons ou moléculas ou mesmo moléculas gigantes ou íons gigantes	Grandes aglomerados de átomos, íons ou moléculas
<b>Tamanho médio das partículas</b>	De 0 a 1 m $\mu$	De 1 a 100 m $\mu$	Acima de 100 m $\mu$
<b>Visibilidade das partículas</b>	Partículas não são visíveis com nenhum aparelho (Sistema homogêneo)	Partículas visíveis ao <b>ultramicroscópio</b> (Sistema heterogêneo)	Partículas visíveis ao microscópio comum (Sistema heterogêneo)
<b>Sedimentação das partículas</b>	As partículas não se sedimentam de nenhum modo	As partículas são separadas por meio de <b>ultracentrifugas</b>	Há sedimentação espontânea ou por meio de centrífugas comuns.
<b>Separação por filtração</b>	A separação não é possível por nenhum tipo de filtro	As partículas são separadas por meio de <b>ultrafiltros</b>	As partículas são separadas por meio de filtros comuns (em laboratório, c/papel de filtro)
<b>Comportamento em um campo elétrico (Condutividade elétrica)</b>	Solução molecular não permite a passagem de corrente elétrica. Na solução é iônica, os cátions vão para o pólo negativo e os ânions para o pólo positivo, resultando numa reação química chamada de <b>eletrólise</b>	As partículas de um determinado colóide têm carga elétrica de mesmo sinal; por isso, todas migram para o mesmo pólo elétrico; este fenômeno é chamado de <b>eletroforese</b>	As partículas não se movimentam pela ação de um campo elétrico

Fonte: Feltre, 1985.

Desta tabela concluímos que se houver uma retenção de resíduos sólidos mais grosseiros, o efluente lançado no corpo d'água estará totalmente disperso na água. Portanto, um termo mais geral que pode ser usado na cobrança seria *cobrança pela dispersão de efluentes*, já que tanto as substâncias dissolvidas (soluções verdadeiras e soluções coloidais) quanto os sólidos em suspensão serão transportados pela água, podendo reduzir a disponibilidade de água para captação por outros usuários dentro dos padrões de qualidade permitidos e por esta razão implicar em uma cobrança. Quando houver autodepuração ou sedimentação entre o lançamento e a próxima captação, a parcela de água sujeita a cobrança por dispersão ficará reduzida.

As soluções verdadeiras são normalmente chamadas simplesmente de soluções e podem ser definidas como misturas homogêneas de duas ou mais substâncias. Nas soluções, o disperso recebe o nome de **soluto** e o dispersante o nome de **solvente**. Ao dissolvermos, por exemplo, sal de cozinha (NaCl) em água, o sal é o soluto e a água o solvente.

### Classificação das soluções

As soluções podem ser classificadas de acordo com o seu estado de agregação, de acordo com os estados de agregação dos componentes, de acordo com a proporção entre soluto e solvente, e de acordo com a natureza do soluto.

De acordo com o *estado de agregação da solução*, as soluções podem ser sólidas, *líquidas* ou gasosas. Em gestão de recursos hídricos estamos interessados em soluções líquidas.

De acordo com os *estados de agregação dos componentes*, temos 9 arranjos simples (sólido-sólido, sólido-líquido, etc), sendo o primeiro estado aquele presente em menor quantidade (soluto) e o segundo aquele em maior quantidade (solvente). Destas soluções, três são consideradas mais comuns e importantes: As soluções sólido-líquido (p. ex. sal em água), as soluções líquido em líquido e as soluções gás-gás (todas as misturas gasosas, como por exemplo o ar atmosférico), sendo as duas primeiras relevantes para a gestão de recursos hídricos.

De acordo com a *proporção entre soluto e solvente*, as soluções podem ser diluídas (com pouco soluto em relação ao solvente) ou concentradas (caso contrário).

De acordo com a *natureza do soluto* as soluções podem ser moleculares, quando as partículas dispersas são moléculas (por exemplo moléculas de açúcar em água), ou iônicas, quando as partículas dispersas são íons, como, por exemplo, os íons do sal comum ( $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ ) em água. Há muitas soluções que apresentam simultaneamente moléculas e íons dispersos.

### Saturação de uma solução

Ao acrescentar-se gradualmente sal comum à água, em temperatura ambiente e agitação contínua, verifica-se que a partir de um certo momento o sal não se dissolve mais; no caso do NaCl, isto ocorre quando há aproximadamente 360 gramas de sal por litro de água. A partir daí, qualquer sal adicionado à solução irá **depositar-se**, ou **precipitar**, no fundo do recipiente; nestas condições, dizemos que a **solução** está **saturada**, ou que ela atingiu o **ponto de saturação**. O soluto que não se dissolveu é chamado de precipitado, corpo de fundo ou corpo de chão.

O ponto de saturação depende do **soluto**, do **solvente** e das **condições físicas**. A **temperatura** sempre influi e a **pressão** passa a ser importante em soluções onde existem gases.

O **coeficiente ou grau de solubilidade** é a quantidade de uma substância, geralmente expressa em gramas, necessária para saturar uma quantidade padrão, em geral 100 g,

1000 g ou 1 L de solvente, em determinadas condições de temperatura e pressão. Por exemplo, 357 g de NaCl por litro de água a 0 °C.

Quando o coeficiente de solubilidade é praticamente nulo, a substância é **insolúvel** naquele solvente. Quando o soluto e o solvente são líquidos, diz-se que eles são **imiscíveis**, como a água e o álcool.

As soluções podem ser classificadas em função do ponto de saturação em **não-saturadas**, **saturadas** (as que atingiram o coeficiente de solubilidade) ou **supersaturadas** (as que ultrapassaram o coeficiente de solubilidade).

O ponto de saturação representa um **limite de estabilidade**, fazendo com que soluções supersaturadas só existam em condições especiais e, quando existem, são sempre instáveis.

**Curvas de solubilidade** representam a variação dos coeficientes de solubilidade das substâncias em função da temperatura.

### **Concentração das Soluções**

Numa dada quantidade de solvente, em particular na água, podemos dissolver quantidades de substâncias (solutos) desde que não seja ultrapassado o ponto de saturação.

**Concentração** de uma solução é toda e qualquer maneira de expressar a proporção existente entre as quantidades de soluto e de solvente ou entre as quantidades de soluto e de solução. As definições mais comuns são: Concentração comum (ou simplesmente concentração), molaridade ou concentração molar, título em massa (ou simplesmente título), fração molar, molalidade e normalidade. Em todas elas, usa-se por convenção o índice 1 para as quantidades relativas ao soluto, o índice 2 para as quantidades relativas ao solvente e nenhum índice ao que se referir à própria solução.

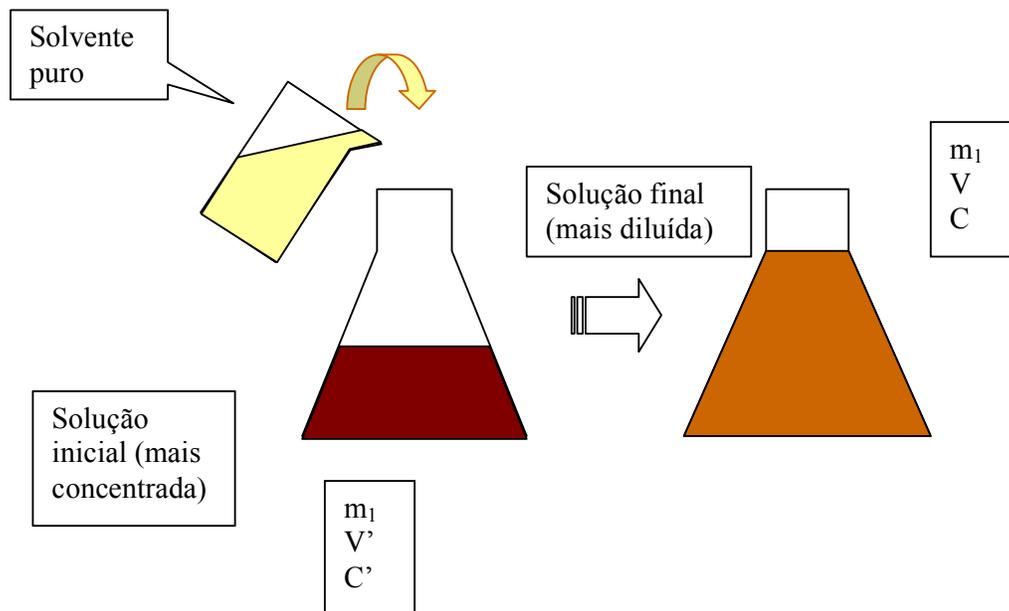
**Concentração (comum)** é o quociente entre a massa do soluto (normalmente em gramas) e o volume da solução (normalmente em litros): **C**

Matematicamente,

$$C = m_1/V \quad (1.1)$$

### **Diluição das Soluções**

Diluir uma solução consiste em se adicionar uma porção do solvente puro, como representado na Figura 1.



**Figura 1: Diluição de uma solução**

Esta operação é denominada **diluição da solução**. Como a massa do soluto ( $m_1$ ) se conserva (é a mesma tanto na solução inicial quanto na final), a concentração  $C'$  irá diminuir para  $C$  já que o volume aumentou para  $V$ .

Para a solução inicial:

$$C' = m_1/V' \text{ ou } m_1 = V' C' \quad (1.2)$$

Para a solução final:

$$C = m_1/V \text{ ou } m_1 = V C \quad (1.3)$$

A nova concentração é obtida igualando-se a massa de soluto nas duas soluções:

$$C = V' C' / V \quad (1.4)$$

mostrando que a concentração é inversamente proporcional ao volume.

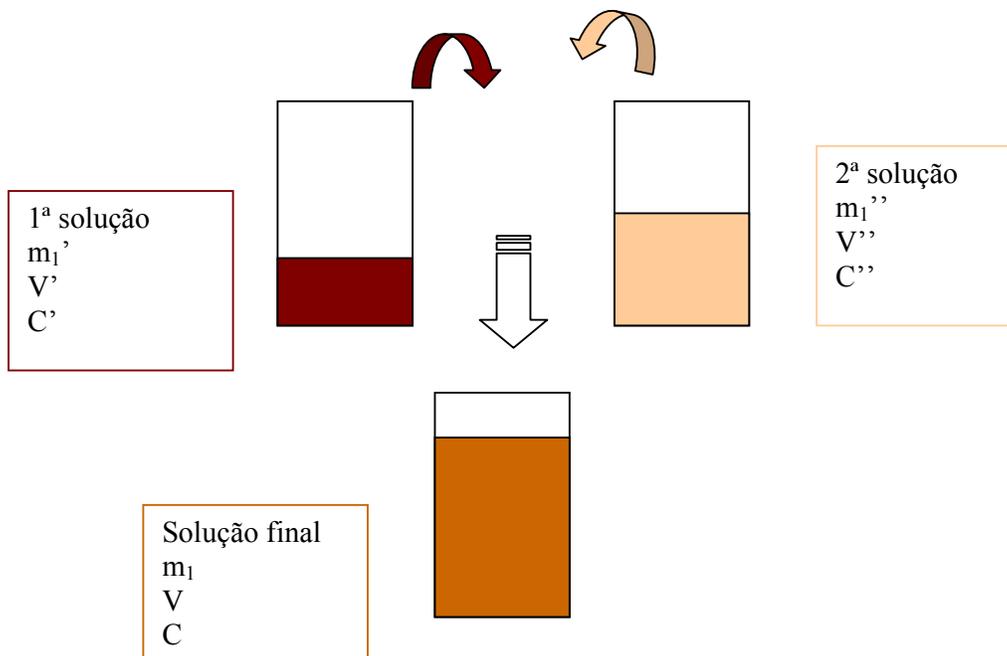
A operação inversa a diluir chama-se **concentrar** a solução; ela consiste num aquecimento cuidadoso da solução, de modo que apenas o solvente venha a evaporar (supondo que o soluto não seja volátil). Neste caso, continuam valendo as fórmulas matemáticas apresentadas anteriormente.

Observe que, segundo esta terminologia, ao lançarmos um efluente contendo uma substância em alta concentração a fim de reduzirmos sua concentração não estaríamos

fazendo uma operação de diluição quando o corpo receptor já contivesse alguma concentração deste mesmo soluto. Neste caso teríamos uma mistura de soluções de mesmo soluto, como veremos a seguir.

### Misturas de soluções de mesmo soluto

É comum, nos laboratórios químicos, efetuar-se a mistura de duas (ou mais) **soluções de um mesmo soluto**.



**Figura 2: Mistura de duas soluções de um mesmo soluto**

Neste caso, a massa total do soluto na solução final será a soma das massas do soluto das soluções iniciais ( $m_1' + m_1''$ ). Da mesma forma, o volume final será a soma dos volumes iniciais ( $V' + V''$ ). A concentração final será simplesmente o quociente entre a massa total de soluto pelo volume total de solvente:

$$C = m_1 / V \quad (1.5)$$

Neste caso,

$$m_1 = (m_1' + m_1'') \text{ e } V = (V' + V'') \quad (1.6)$$

ou

$$C = (m_1' + m_1'') / (V' + V'') \quad (1.7)$$

A massa de soluto de cada solução é dada pelo produto do volume pela concentração, logo

Para a primeira solução ( ' ) :

$$m'_1 = V' C' \quad (1.8)$$

Para a segunda solução ( '' ) :

$$m''_1 = V'' C'' \quad (1.9)$$

Logo, a concentração para a solução final após a mistura é dada por

$$C = (V' C' + V'' C'') / (V' + V'') \quad (1.10)$$

ou

$$C = (V' C' + V'' C'') / V \quad (1.11)$$

Ou seja, a concentração final é a média ponderada das concentrações iniciais, tomando-se por “pesos” os volumes correspondentes.

Como esperado, esta fórmula recai na fórmula de simples diluição bastando considerar a segunda solução como o solvente puro (  $C'' = 0$  ).

Pela própria natureza química dos solutos, na mistura de soluções com solutos diferentes é possível que eles reajam integralmente ou parcialmente.

### 1.1.3 Concentrações em corpos d'água naturais

As definições básicas de dispersão da físico-química, que incluem a diluição e a suspensão, são estabelecidas para uma situação muito mais simples do que a existente em corpos d'água naturais. No contexto da físico-química básica, a concentração é a mesma em todos os pontos da solução, como acontece quando misturamos água e sal de cozinha (NaCl) em um recipiente e agitamos a solução com uma colher. Neste caso, existe apenas uma fase líquida e a concentração é a mesma em todos os pontos.

Em corpos d'água naturais ocorrem fenômenos de transferência de massa, energia e quantidade de movimento que fazem com que estas concentrações não sejam uniformes e dependam fortemente da hidrodinâmica destes corpos d'água.

Nos corpos d'água naturais, processos mais complexos fazem com que a concentração seja função da posição e do tempo, em decorrência:

- do transporte promovido por processos difusivos e advectivos, incluindo transferência de massa, energia e quantidade de movimento;
- das reações químicas e bioquímicas, afetadas pelas condições ambientais, como a distribuição de temperatura, tensões provocadas pelos ventos e a comunidade de organismos existentes e suas interações;
- da carga de poluentes e sedimentos introduzidos de forma difusa tanto por processos naturais quanto por ações antrópicas
- da carga de poluentes introduzida no corpo d'água por lançamentos pontuais de efluentes domésticos e industriais, estes dois sujeitos a cobrança pelo uso de água bruta para diluição.

Não só a diluição, mas também os sólidos em suspensão podem reduzir a disponibilidade de água para uso por outros usuários; os sólidos em suspensão estão presentes pela ação da turbulência nos rios e se precipitam com a redução desta, notadamente em reservatórios; já em estuários, a inversão de corrente e a alta salinidade têm um papel significativo no transporte dos sedimentos, na sua precipitação e formação de lodo.

Mesmo quando não há nenhum usuário lançando efluentes em um corpo d'água, parte do material proveniente da desagregação das rochas e erosão de terrenos (sedimentos), é transportada pelos rios, dissolvida ou em suspensão, em direção aos oceanos e mares. Anualmente, os rios transportam para os mares cerca de 2,7 bilhões de toneladas de sais dissolvidos (GEPEQ/IQ-USP, 2005).

Também estão presentes nas águas gases atmosféricos dissolvidos (como o  $\text{CO}_2$  e  $\text{O}_2$ ), em concentrações que dependem da temperatura e da pressão parcial do gás.

Pelo fato de a água ser um solvente para muitos produtos químicos, as águas naturais são um grande reservatório de soluções aquosas.

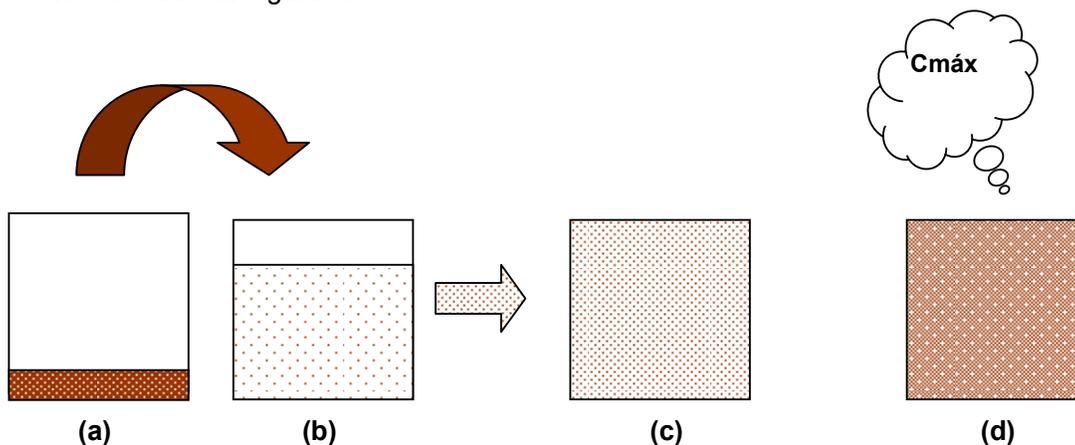
O custo envolvido para o monitoramento necessário à utilização de modelos matemáticos para se prever com precisão este campo de concentrações não é condizente com a simplicidade exigida das fórmulas de cobrança; no entanto, tanto o monitoramento quanto os modelos podem ser úteis para se definir coeficientes correspondentes a certos trechos representativos juntamente com ensaios de traçadores para se determinar a dispersão do efluente e sua zona de mistura. Em estudos ambientais detalhados, estes modelos são importantes para se prever o impacto local de um grande lançamento de efluentes e sua interferência com captações de usuários muito próximos como, por exemplo, nas imediações da CSN no rio Paraíba do Sul, onde foram feitas simulações considerando a hidrodinâmica e o transporte de efluentes usando o sistema SisBAHIA<sup>®</sup>.

No caso de rios, em muitas situações práticas, o uso de concentrações médias nas seções do escoamento e modelos matemáticos de qualidade de água unidimensionais em regime permanente, como o QUAL2E, para caracterizar a redução da concentração

de parâmetros não conservativos ao longo do escoamento, podem ser utilizados para fins de aplicação dos instrumentos de gestão. Isto é possível, utilizando-se sistemas de informações, quando os usuários estão suficientemente afastados entre si para que se possa considerar o escoamento do rio como unidimensional na sua direção longitudinal e a zona de mistura se encerrar a montante do próximo usuário captando água a jusante.

Quando o lançamento do efluente de um usuário em um rio pode ser considerado pontual, o escoamento do rio unidimensional e, além disso, as várias substâncias diluídas não estiverem reagindo umas com as outras, ou seja, se não houver efeitos sinérgicos, podemos considerar a diluição de cada uma delas separadamente de maneira simplificada de forma semelhante ao que vimos anteriormente na breve revisão de físico-química básica.

Para uma substância diluída no efluente de cada vez, o lançamento do efluente no corpo d'água (considerando que haja mistura completa) permite que a concentração final da substância considerada no corpo d'água esteja aquém dos limites permitidos para esta substância. Se a vazão de lançamento e a vazão do rio se mantiverem constantes durante um intervalo de tempo  $\Delta t$ , podemos representar esta diluição por volumes em recipientes, de maneira análoga ao experimento de diluição de sal de cozinha na água, como mostrado na Figura 3.



(a) presente no efluente, (b) existente no corpo receptor antes do lançamento, (c) existente no corpo receptor após o lançamento do efluente se houvesse mistura completa; (d) concentração máxima permitida no corpo receptor.

**Figura 3: Concentração de uma substância**

Outra forma de se raciocinar, usada para se determinar a quantidade de água disponível para ser outorgada para diluição, como veremos adiante, é imaginar que, no mesmo intervalo de tempo  $\Delta t$ , em vez de utilizarmos todo o volume que atravessa a seção do rio para obtermos uma solução da substância do efluente com uma concentração abaixo da permitida, podemos separar durante  $\Delta t$  uma parcela menor do volume de água que atravessa a seção do rio suficiente para fornecer uma solução mais concentrada com a concentração permitida desta substância. O restante do volume que atravessa esta seção neste intervalo de tempo ainda estaria disponível para reduzir a concentração

desta mesma substância por meio de mistura com a água proveniente do rio com a mesma concentração existente antes dos lançamentos no rio. Esta forma é conveniente por permitir incluir nas fórmulas de cobrança a parcela de “diluição” também como uma vazão.

A noção que vem sendo desenvolvida em torno do conceito de ‘diluição de efluentes’ na gestão de recursos hídricos, e em particular a outorga de direitos de uso e a cobrança pelo uso da água bruta, parte desses conceitos, mas também os amplia de forma significativa a partir das proposições da lei das águas. O próximo capítulo se dedica a essa discussão.

## 1.2 Revisão bibliográfica sobre o conceito de diluição de efluentes aplicado à gestão de recursos hídricos

### 1.2.1 Conceito de diluição de efluentes à luz da Política Nacional de Recursos Hídricos

A Lei 9.433/97, a Lei das Águas, que instituiu a Política e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e as correspondentes leis estaduais sobre recursos hídricos, dispõem que serão cobrados os seguintes usos de recursos hídricos sujeitos a outorga de direito de uso (Art. 12):

- I. derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo de água para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo;
- II. extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo;
- III. **lançamento em corpo hídrico de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final;**
- IV. aproveitamento dos potenciais hidrelétricos;
- V. outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água.

O conceito de vazão de diluição surge inicialmente, e de forma indireta, através de alguns artigos da Lei das Águas, como o artigo indicado (art.12, III), bem como o artigo referente à fixação dos valores a serem cobrados pelo uso da água onde serão observados, nos lançamentos de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, o volume lançado e seu regime de variação e as características físico-químicas, biológicas e de toxicidade do efluente (art. 21, II). Associando o conteúdo desses artigos com aquele que estabelece o enquadramento dos corpos hídricos em classes, segundo os usos preponderantes, como um dos instrumentos de gestão (art.5º, II), conclui-se que a vazão de diluição, visando ao atendimento do limite de concentração de cada parâmetro estabelecido pela classe de enquadramento prevista na Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, deve ser uma das variáveis sujeitas à outorga de direito de uso e, portanto, à cobrança pelo uso da água, principalmente para aqueles poluentes diluíveis em corpos hídricos.

Reforçando o conceito de vazão de diluição, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) por meio da Resolução Nº 16, de 08 de maio de 2001, estabelece, no artigo 15, que a outorga de direito de uso para lançamento de efluentes será dada em quantidade de água necessária à diluição da carga poluente, que poderá variar ao longo do prazo da outorga, com base nos padrões de qualidade de água correspondentes a classe de enquadramento do respectivo corpo receptor e/ou em critérios específicos definidos no correspondente Plano de Recursos Hídricos ou pelos órgãos competentes.

Destaca-se também a Resolução nº 48, de 21 de março de 2005, do CNRH que estabelece critérios gerais para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos. O artigo 7º desta Resolução dispõe que para fixação dos valores a serem cobrados deverão ser observados, quando pertinentes, os seguintes aspectos relativos ao lançamento com o fim de diluição, assimilação, transporte ou disposição final de efluentes:

- a) natureza do corpo hídrico;
- b) classe em que estiver enquadrado o corpo de água receptor no ponto de lançamento;
- c) a disponibilidade hídrica;
- d) grau de regularização assegurado por obras hidráulicas;
- e) carga de lançamento e seu regime de variação, ponderando-se os parâmetros biológicos, físico-químicos e de toxicidade dos efluentes;
- f) natureza da atividade;
- g) sazonalidade do corpo receptor;
- h) características e a vulnerabilidade das águas de superfície e dos aquíferos;
- i) características físicas, químicas e biológicas do corpo receptor;
- j) localização do usuário na bacia;
- k) práticas de racionalização, conservação, recuperação e manejo do solo e da água;
- l) grau de comprometimento que as características físicas e os constituintes químicos e biológicos dos efluentes podem causar ao corpo receptor;
- m) vazões consideradas indisponíveis em função da diluição dos constituintes químicos e biológicos e da equalização das características físicas dos efluentes;
- n) redução da emissão de efluentes em função de investimentos em despoluição;
- o) atendimento das metas de despoluição programadas nos Planos de Recursos Hídricos pelos Comitês de Bacia;
- p) redução efetiva da contaminação hídrica;
- q) sustentabilidade econômica da cobrança por parte dos segmentos usuários.

Além disso, o conceito de vazão de diluição está presente também em diversas versões do projeto de lei 1.616/99, que dispõe sobre a gestão administrativa e a organização institucional do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). Este PL possui um capítulo específico que trata da sistemática de outorga de direito de uso de recursos hídricos em que a outorga pelos lançamentos de efluentes é entendida como uma outorga da vazão que se faz necessária para diluição dos respectivos efluentes.

Finalmente, cabe ressaltar que relacionada à cobrança de um modo geral e, em alguns casos, à cobrança pela diluição, há diversos aspectos a serem considerados no estabelecimento de uma metodologia de cobrança, entre os quais se destacam:

- A ANA poderá propor ao CNRH o estabelecimento de incentivos, inclusive financeiros, à conservação qualitativa e quantitativa de recursos hídricos (Lei 9.984/00, Art 4, XVII);
- Os Comitês de Bacia Hidrográfica poderão instituir mecanismos de incentivo e redução do valor a ser cobrado pelo uso dos recursos hídricos, em razão de investimentos voluntários para ações de melhoria da qualidade de água e do regime fluvial, que resultem em sustentabilidade ambiental da bacia e que tenham sido aprovados pelo respectivo Comitê (Resolução CNRH N° 48/2005 – Art 7º, § 2º);
- O lançamento de efluentes que apresentem qualidade superior à da água captada no mesmo corpo hídrico, a operação de reservatórios, a implementação de obras e execução de serviços, estudos e atividades que resultarem em melhoria da qualidade da água ou do regime fluvial, poderão ser considerados para redução dos valores cobrados pelo uso dos recursos hídricos, mediante critério estabelecido pelo respectivo Comitê de Bacia Hidrográfica ou, na inexistência deste, pela correspondente autoridade outorgante (PL 1.616/99 - Art 22).

## 1.2.2 Conceito de diluição de efluentes aplicado à gestão dos recursos hídricos

### a) Primeiras propostas

Os trabalhos desenvolvidos por Kelman (1997a, 1997b e 2000) constituem uma das primeiras propostas no país sobre outorga e cobrança de qualidade utilizando o conceito de diluição de efluentes através do enquadramento dos corpos d'água em classes de uso, de modo a fazer a ligação entre a gestão da quantidade e a gestão da qualidade da água.

Kelman argumenta que um dado usuário  $i$  de um trecho  $k$  que lança num curso d'água um efluente durante um intervalo de tempo  $\Delta t$ , "se apropria" de um certo volume de água  $q_p(i,t)$  para diluir um poluente  $p$  deste efluente.

O cálculo é relativamente simples:

Suponha que ao longo de um intervalo de tempo  $\Delta t$  o usuário  $i$  lança um volume de efluente  $h(i,t)$ , com concentração de poluente do tipo  $p$  (por exemplo,  $p=1 \rightarrow$ DBO,  $p=2 \rightarrow$ nitrogênio,  $p=3 \rightarrow$ cloretos, etc) igual a  $c_p(i,t)$ . Em função do enquadramento do curso d'água, sabe-se qual a concentração máxima permissível,  $c_p^*$ . Portanto, supondo que haja mistura perfeita, para cada poluente  $p$ , o usuário  $i$  irá se apropriar do volume de água

$$q_p(i,t) = c_p(i,t) h(i,t) / c_p^* \quad (2.1)$$

Em outras palavras, a massa do poluente  $p$  existente no volume de efluente  $h$ , dada pelo produto da sua concentração pelo volume de efluente,  $c_p h$ , é igual à mesma massa diluída no volume de água apropriado, dada pelo produto da concentração máxima permissível,  $c_p^*$ , pelo volume de água apropriado,  $q_p$ . Na terminologia de físico-química básica, esta água como solvente puro está sendo usada para diluir o efluente.

Como em cada trecho  $k$  a disponibilidade hídrica para diluição de cada tipo de poluente é  $q^*(t)$  menos todos os usos consuntivos em  $k$  e a montante de  $k$ , a equação [acima] pode ser generalizada para uso quantitativo e qualitativo:

$$\sum_{i \in M(k)} [a(i)q(i,t) + a_{p,k}(i)q_p(i,t)] \leq q_k^*(t), \forall p, \forall k, \forall t \quad (2.2)$$

O coeficiente de utilização  $a_{p,k}(i)$  do usuário  $i$  depende do tipo de poluente  $p$  e da distância que o separa do trecho de rio  $k$ , situado a jusante. Caso o poluente  $p$  seja conservativo, como por exemplo no caso de cloretos, tudo se passa como se o usuário  $i$  se apropriasse da quantidade  $q_p(i,t)$  não apenas no trecho de rio em que está situado, mas também em todos os trechos a jusante. Isto é, neste caso  $a_{p,k}(i)=1$ , para qualquer  $k \in J(i)$ . Caso o poluente  $p$  seja não-conservativo, como por exemplo DBO, a capacidade de auto-depuração do curso d'água faz com que o coeficiente de utilização seja menor do que a unidade, diminuindo com a distância entre o ponto de lançamento do usuário  $i$  e o trecho  $k$ . O valor numérico do coeficiente de utilização, em cada caso, pode ser estimado a partir do uso de modelo matemático de qualidade de água, devidamente calibrado para a bacia.

Em um outro trabalho, Kelman (2000) detalha ainda mais a sua proposta ao precisar que não se pode outorgar nem cobrar pelo lançamento de outros tipos de poluentes não diluíveis, como aqueles que se acumulam nos sedimentos, na flora ou na fauna do corpo hídrico, por exemplo, o chumbo e o mercúrio. Nesse caso, o lançamento deve ser reprimido por intermédio de mecanismos de “comando e controle” disponíveis na legislação ambiental.

## b) Outros estudos

A literatura brasileira de recursos hídricos, desenvolvida a partir do conceito de diluição de efluentes, é ainda extremamente limitada, com destaque para os trabalhos de Ribeiro e Lanna (2003), Rodrigues (2005), COPPE/UFRJ (2004), SISAGUA (2000) e Meneses C. da Silva e Monteiro (2001). A maior parte destes estudos restringe-se a um único parâmetro poluidor, a Demanda Bioquímica de Oxigênio-DBO. A única exceção é o

estudo de Meneses C. da Silva e Monteiro (2001) que discorre longamente sobre a quantificação dos impactos qualitativos do lançamento de efluentes; para tanto, o estudo se apóia nos conceitos propostos por Kelman (1997 e 2000) e desenvolvidos por Cardoso da Silva *et al.* no âmbito do SISAGUA (2000), onde as interferências qualitativas no corpo hídrico são ‘transformadas’ em equivalentes quantitativos para alguns parâmetros poluidores.

### **Proposta básica de Cardoso da Silva e Monteiro (2001)**

A expressão matemática de Cardoso da Silva *et al* (2001) é obtida do balanço de massa de um determinado parâmetro de qualidade, ou seja, da Equação 1.10 fazendo  $C = C_{\text{mistura}}$ ,  $C' = C_a$ ,  $V' = Q_a \Delta t$ ,  $C'' = C_b$ ,  $V'' = Q_b \Delta t$ , todos correspondentes a um mesmo intervalo de tempo  $\Delta t$  :

$$C_{\text{mistura}} = (C_a Q_a + C_b Q_b)/(Q_a + Q_b) \quad (2.3)$$

onde

$C_a$  é a concentração de um determinado parâmetro de qualidade no efluente **a**;

$Q_a$  é a vazão do efluente **a**;

$C_b$  é a concentração de um determinado parâmetro de qualidade no efluente **b**;

$Q_b$  é a vazão do efluente **b**;

$C_{\text{mistura}}$  é a concentração de um determinado parâmetro na mistura resultante dos efluentes **a** e **b**.

Observe que a fórmula da concentração da mistura, como esperado, não se altera se trocarmos **a** e **b**.

O volume da esquerda na Fig. 4 representa o volume da água do manancial  $V_{\text{man}}$  com concentração  $C_{\text{man}}$  que atravessou a seção transversal do ponto de lançamento durante um intervalo de tempo  $\Delta t$ . Durante o mesmo intervalo de tempo, o volume do efluente  $V_{\text{eff}}$  com concentração  $C_{\text{eff}}$  é lançado no rio. Considerando um dado parâmetro de qualidade de água, a equação 2.3 fornece a concentração da mistura homogênea destas duas soluções a fim de obter uma concentração mais baixa do parâmetro poluidor na mistura homogênea.

Podemos imaginar que separamos uma fração da água do manancial que atravessou a seção neste intervalo de tempo e fazer uma mistura do efluente com esta fração de água com concentração da mistura resultante igual à concentração permitida. Esta hipótese é mostrada no lado direito da Fig. 4.

A conservação de massa do parâmetro de qualidade escolhido exige que a massa do parâmetro escolhido no volume  $V_{\text{man}}$  a uma concentração  $C_{\text{man}}$  mais a massa do mesmo parâmetro no volume do efluente  $V_{\text{eff}}$  a uma concentração  $C_{\text{eff}}$  seja igual à massa do mesmo parâmetro no volume combinado do efluente  $V_{\text{eff}}$  com o volume de diluição  $V_{\text{dil}}$ ,

ambos a uma concentração  $C_{perm}$ , mais a massa do mesmo parâmetro no volume  $(V_{man} - V_{dil})$  a uma concentração  $C_{man}$ .

Matematicamente,

$$V_{man} C_{man} + V_{efl} C_{efl} = (V_{efl} + V_{dil}) C_{perm} + (V_{man} - V_{dil}) C_{man} \quad (2.4)$$

que após simplificação e divisão de todos os termos pelo intervalo de tempo fornece a vazão de diluição:

$$Q_{dil} = Q_{efl} (C_{efl} - C_{perm}) / (C_{perm} - C_{man}) \quad (2.5)$$

onde

$Q_{dil}$  é a vazão de diluição para determinado parâmetro de qualidade de água;

$Q_{efl}$  é a vazão de diluição para determinado parâmetro de qualidade de água;

$C_{efl}$  é a concentração do parâmetro de qualidade de água analisado;

$C_{perm}$  é a concentração máxima permitida do parâmetro de qualidade de água no manancial onde é efetuado o lançamento;

$C_{man}$  é a concentração natural do parâmetro de qualidade de água no manancial onde é efetuado o lançamento;

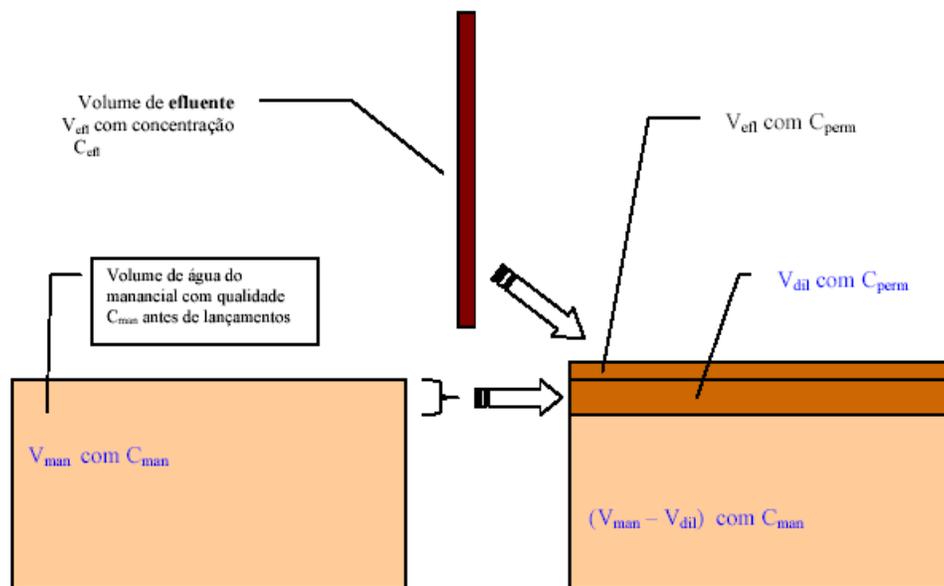


Figura 4: Apropriação virtual, durante  $\Delta t$ , de um volume para obter mistura com concentração máxima permitida ( $C_{perm}$ )

A “vazão de diluição ( $Q_{dil}$ ) é a vazão necessária para diluir determinada concentração ( $C_{efl}$ ) de dado parâmetro de qualidade, de modo que a concentração resultante ( $C_{mistura}$ ) seja igual à concentração permitida ( $C_{perm}$ )”.

Ou seja, a equação 2.5 fornece uma parcela da vazão do manancial ( $Q_{dil}$ ), da qual o usuário se “apropria” virtualmente para diluir determinado parâmetro presente em seu efluente (Cardoso da Silva e Monteiro, 2001).

Admite-se que o manancial receptor do efluente estará sempre na condição natural de concentração do parâmetro de qualidade ( $C_{man}$ ) em estudo. São ainda apontadas três razões principais para a adoção da concentração natural de determinado parâmetro de qualidade no manancial ( $C_{man}$ ), ao invés da concentração atual:

- É possível avaliar o quanto cada usuário comprometerá qualitativamente o manancial em termos absolutos, de forma independente e sem a interferência de outros usuários;
- Considerando-se a concentração atual do manancial, quando dois usuários lançassem efluentes com as mesmas características qualitativas e quantitativas, em épocas diferentes, eles seriam tratados de forma distinta. Por exemplo, se um usuário iniciar o lançamento de seus efluentes cinco anos depois de um outro, as vazões de diluição desse último seriam maiores, admitindo-se um maior comprometimento do manancial nesse ínterim;
- Da mesma forma, o resultado da equação poderia ser negativo se for considerada a concentração atual do manancial, o que significa a ausência de água para diluir os efluentes lançados.

Cardoso da Silva e Monteiro (2001) discorrem ainda sobre as condições que interferem na propagação de uma determinada ‘vazão de diluição’ a jusante do ponto de lançamento. O valor desta vazão pode aumentar, diminuir, ou mesmo se manter constante, dependendo das seguintes condições:

- Se o parâmetro de qualidade que está sendo diluído é conservativo ou não-conservativo;
- Se as concentrações permitidas ( $C_{perm}$ ) do parâmetro considerado sofrem mudanças nos trechos a jusante do lançamento.

Quando do lançamento de efluentes, a vazão do rio disponível para diluição somada à vazão do próprio efluente resulta em uma **vazão de mistura** cuja concentração final não deverá ultrapassar determinado limite (concentração permitida –  $C_{perm}$ ) (Fig. 5).

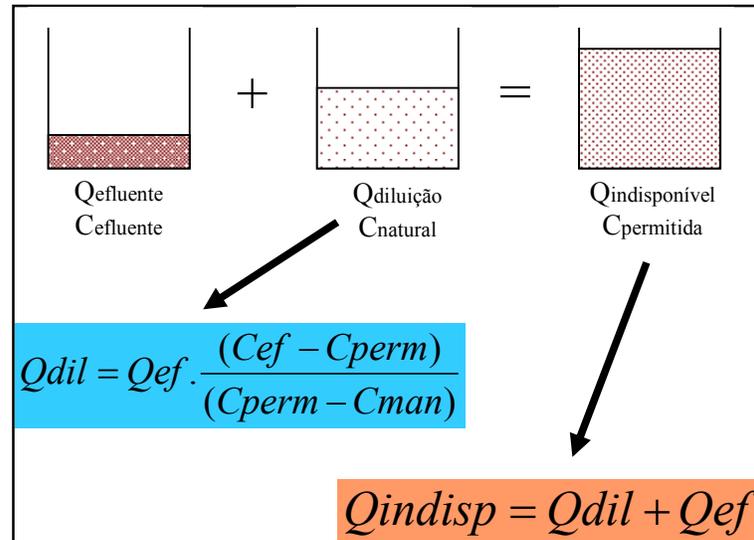


Figura 5: Vazão indisponível pelo lançamento de um determinado efluente

Fonte: Braga, 2004.

Na **vazão de mistura** de um determinado parâmetro de qualidade, não poderá ser diluído mais nenhum lançamento deste mesmo parâmetro, sendo possível, porém, a sua utilização para diluição de outros parâmetros, bem como para captação.

No caso de lançamento de efluentes que possuam poluentes não-conservativos, como a DBO por exemplo, a concentração resultante na vazão de mistura sofrerá um decaimento natural a jusante do ponto de lançamento ao longo do tempo, decorrente da possibilidade de autodepuração do corpo hídrico. Se a concentração permitida se mantiver a mesma, haverá uma redução da vazão reservada para diluição do efluente a uma concentração  $C_{perm}$ . A vazão da mistura que este usuário torna indisponível no manancial para outras diluições do mesmo parâmetro é aqui chamada de **vazão indisponível** ( $Q_{indisp}$ ). É importante lembrar que a indisponibilidade hídrica mencionada é virtual.

A vazão indisponível no ponto de lançamento ( $Q_{indisp1}$ ) é dada pela equação abaixo:

$$Q_{indisp1} = Q_{dil} + Q_{efl} \quad (2.6)$$

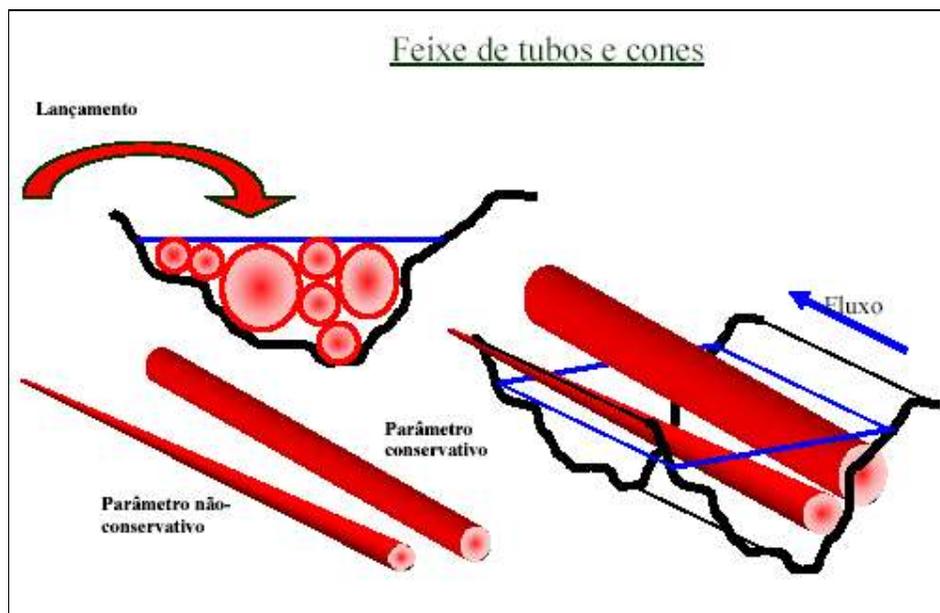
Cabe lembrar que a  $Q_{indisp1}$  sofrerá um decaimento natural se o parâmetro for não-conservativo. O balanço qualitativo deve ser realizado quantificando-se, mensalmente, em todos os trechos, a vazão indisponível total de cada parâmetro de qualidade, com ou sem decaimento, proveniente dos diversos lançamentos efetuados pelos usuários.

A verificação de atendimento ao balanço qualitativo deve ser realizada comparando-se a vazão indisponível total de determinado parâmetro de qualidade (soma de todas as vazões indisponíveis que ocorrem no trecho, mês a mês), com a vazão remanescente ( $Q_{reman}$ ), ou seja, a vazão que resta no manancial após todas as interferências quantitativas. Se a vazão indisponível total em qualquer mês, ou qualquer trecho, for

maior que a vazão remanescente ( $Q_{indisp} > Q_{reman}$ ), significa que não há vazão suficiente para diluir os efluentes e manter o manancial na qualidade desejada, ou na qualidade permitida.

### Detalhamento das propostas de Cardoso da Silva e Monteiro (2001)

O estudo propõe, ainda, o cálculo das vazões de diluição para os seguintes parâmetros de qualidade não-conservativos e seus decaimentos correspondentes: DBO, microorganismos patogênicos, oxigênio dissolvido e temperatura. Para os elementos conservativos, os autores referem-se à vazão de diluição como vazão 'indisponível' (Figura 6).



**Figura 6: Feixes de tubos e cones**  
Fonte: Meneses C. da Silva, Luciano (s.d.)

Para o cálculo de vazão indisponível ( $Q_{indisp}$ ) de parâmetros conservativos, é utilizada a equação que calcula a vazão indisponível em qualquer trecho para parâmetros não-conservativos por não haver coeficiente de decaimento ( $K = 0$ ).

$$Q_{indispn} = (Q_{efl} + Q_{dil1}) (C_{perm1} / C_{permn}) \quad (2.7)$$

onde o índice 1 representa valores no ponto de lançamento;  $Q_{dil1}$  é a vazão de diluição no ponto de lançamento, obtida a partir da equação 2.6.

$$Q_{dil1} = Q_{efl} (C_{efl} - C_{perm1}) / (C_{perm1} - C_{man1}) \quad (2.8)$$

onde o fator  $(C_{perm1} / C_{permn})$  considera a variação da concentração permitida a jusante do ponto de lançamento.

Meneses ressalta que essa formulação deve ser utilizada somente para parâmetros não conservativos ou para poluentes iônicos que não sofrem precipitação, tais como os cloretos, os nitratos, entre outros.

Aproveitando a representação da Figura 6, se a concentração  $C_{perm}$  se reduzir ao longo do rio, os cilindros e cones incham na direção do escoamento. Caso  $C_{perm}$  aumente ao longo do rio, os cilindros e cones encolhem na direção do escoamento.

Caso haja descontinuidades de vazões (entrada de afluentes, derivações, etc) ou de valores de concentrações permitidas, a representação geométrica dos cilindros e cones teria também variações bruscas de seção. A própria representação da redução da vazão indisponível para parâmetros não conservativos teria a forma de uma “corneta” quando o decaimento não fosse linear ao longo do comprimento do rio (como acontece na representação pelo cone).

### **c) Considerações finais**

A lei das águas introduz um conceito amplo de lançamento de efluentes que concerne tanto a ‘diluição de efluentes’ quanto aos fenômenos de ‘transporte’ e ‘disposição final’ de efluentes. A resolução 48 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) acrescenta a estes a assimilação. O conjunto desses conceitos é certamente mais abrangente do que o fenômeno de diluição de efluentes, conforme disposto na literatura de qualidade de água e saneamento básico.

Portanto, embora o projeto de cobrança proposto ao CT-HIDRO tenha a denominação de ‘diluição de efluentes’, consideraremos nas discussões outros aspectos presentes na lei das águas (diluição, transporte e disposição final).

Para tanto, utilizaremos o conceito de ‘diluição equivalente’ calcado nas propostas de enquadramento de corpos d’água da Resolução CONAMA nº 357, assumindo que todos os parâmetros considerados por essa resolução possam ser transformados em ‘equivalente-água’. Ou seja, transporemos para a cobrança o que a Resolução CNRH 16/2001 definiu para a outorga: ‘a outorga pelo lançamento de efluentes será conferida pela quantidade de água necessária para a diluição da carga poluente, com base nos padrões de qualidade correspondentes à classe de enquadramento do corpo receptor ou em critérios específicos definidos no plano de recursos hídricos ou pelos órgãos competentes’.

Uma aspecto da cobrança pela diluição fundamental na continuação do projeto é a forma de alocação das águas outorgadas e/ou cobradas para efeito de diluição de diferentes parâmetros poluidores. Considerando que o princípio norteador da presente proposta metodológica é a transformação do uso qualitativo da água em quantidades equivalentes de água necessárias à diluição de diferentes parâmetros poluidores, resta também estabelecer de que maneira será cobrada a diluição dos diferentes parâmetros. Dentre as

possíveis formas a serem propostas, testadas e apresentadas ao CEIVAP estaremos considerando a soma das vazões correspondentes a cada parâmetro, apenas a maior vazão indisponibilizada e a soma ponderada destas vazões.

## **1.3 Avaliação das interfaces da cobrança pela diluição de efluentes com a outorga e enquadramento**

### **1.3.1 Cobrança e outorga**

A cobrança pelo uso da água é um instrumento econômico de gestão dos recursos hídricos que foi introduzido recentemente no Brasil pelas leis das águas, federal e dos estados, com os seguintes objetivos: i) reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor; ii) incentivar a racionalização do uso da água; iii) obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos.

Já o objetivo da outorga de direitos de uso de recursos hídricos é ‘assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água’ (Lei 9.433/97, Artigo 11). Trata-se, portanto, de um instrumento de alocação de água entre os mais diversos usos dentro de uma bacia — uso doméstico, industrial, irrigação, navegação, lazer, turismo, etc. — que deve buscar pelo menos os seguintes objetivos: atendimento das necessidades ambientais, econômicas e sociais por água; redução ou eliminação dos conflitos entre usuários da água e possibilidade de que as demandas futuras também possam ser atendidas. Essa alocação ou distribuição de água deve se referir tanto aos aspectos quantitativos e qualitativos quanto à distribuição temporal e espacial da água.

Essa definição de outorga é recente no Brasil e propõe uma mudança radical nas práticas de gestão observadas até a aprovação das leis das águas, federal e estaduais, ao longo dos anos 1990<sup>1</sup>. De fato, a outorga de direitos de uso é um instrumento introduzido no Brasil há décadas, mas a sua utilização por parte do poder público pode ser caracterizada como insuficiente e burocrática. Um dos grandes objetivos das novas políticas de gestão que estão sendo implementadas, no âmbito federal e dos estados, é fazer valer a outorga como um verdadeiro instrumento de gestão, conforme estabelecido nas leis das águas. Outra mudança importante diz respeito ao alcance desse instrumento que passa a compreender os aspectos não só quantitativos, considerados até então, mas

---

<sup>1</sup> A gestão das águas no Brasil é compartilhada entre dois níveis de governo, devido às particularidades constitucionais quanto ao domínio das águas. A Constituição de 1988 estabeleceu que os corpos hídricos superficiais são de dominialidade pública, da União, quando tocam mais de um estado ou territórios estrangeiros, e dos Estados, em todos os outros casos. A água subterrânea é parte do domínio estadual.

também aspectos qualitativos dos corpos d'água, antes limitado aos aspectos quantitativos<sup>2</sup>.

Ao introduzir o conceito de outorga de diluição de efluentes, a Lei 9.433 e outros textos legais ampliam as competências dos órgãos gestores de recursos hídricos que, além dos aspectos quantitativos, passam a assumir competências na área de qualidade da água. O enquadramento dos corpos d'água é o instrumento que permite fazer a ligação entre a quantidade e a qualidade da água com vistas a assegurar água com qualidade compatível aos usos mais exigentes da bacia, pois a concentração do poluente está diretamente relacionada à vazão do corpo hídrico. A integração quali-quantitativa exige, portanto, a articulação entre o enquadramento, o regime de vazão e outros aspectos da bacia hidrográfica considerados nas metodologias de cobrança e outorga.

Portanto, a alocação ou distribuição de água (e a outorga conseqüente), nos novos ambientes institucionais de gestão, requer entendimento e aplicação de questões conceituais mais abrangentes, como as propostas por Meneses C. da Silva e Monteiro (2001):

- questões técnicas (hidrologia, hidráulica, ecologia, qualidade de água, etc.);
- questões legais (competências, direitos e responsabilidades dos usuários, etc.); e
- questões políticas (mobilização social, acordos entre setores e governos para o desenvolvimento integrado e sustentável da bacia, articulação institucional, etc.).

Existem, hoje, inúmeros estudos concluídos ou em desenvolvimento que buscam operacionalizar a outorga de direitos de uso na sua nova dimensão legal e conceitual, como atestam, por exemplo, os anais dos Simpósios da ABRH e as revistas técnicas de recursos hídricos. O objetivo aqui não é proceder a uma revisão dessas propostas mas somente de ressaltar as interfaces entre a outorga de direitos de uso e a cobrança pelo uso da água bruta.

■ ■ ■

Ao definir, em seu artigo 20, que 'serão cobrados os usos de recursos hídricos sujeitos à outorga', a Lei 9.433 estabeleceu uma relação estreita e indissociável entre os dois instrumentos de gestão. Embora a redação desse artigo suscite discussões quanto à necessidade de um usuário estar previamente outorgado para tornar-se usuário-pagador,

---

<sup>2</sup> São definidos pela Lei 9.433/77 como sujeitos a outorga a derivação ou captação de água superficial, a extração de água de aquífero, o lançamento em água superficial de resíduos líquidos ou gasosos, o aproveitamento dos potenciais hidrelétricos e qualquer outro uso que altere o regime, a quantidade ou a qualidade da água. São isentos da outorga o uso de recursos hídricos por pequenos núcleos populacionais rurais e as derivações, captações, lançamentos e acumulações de volumes de água considerados insignificantes, conforme decisão dos Comitês de Bacia. É ainda determinado que a outorga deve se condicionar às prioridades de uso estabelecidas nos Planos de Recursos Hídricos e ao respeito ao enquadramento dos corpos de água.

na prática a cobrança tem sido aplicada sobre os usos de água outorgados ou cadastrados, com base na captação, no consumo e/ou lançamento de poluentes (DBO). Isso significa que as bases de cálculo para a cobrança – por exemplo, o volume de água captado – devem ser determinadas através do controle de uso pelos órgãos gestores (ANA e órgãos gestores estaduais).

No entanto, é importante ressaltar uma diferença na aplicação dos dois instrumentos de gestão quanto ao lançamento de efluentes: enquanto a outorga deve ser necessariamente mais ampla e controlar o lançamento dos parâmetros poluidores mais importantes da bacia hidrográfica, a cobrança pode se restringir a um número menor de poluentes, de acordo com a decisão do comitê de bacia. Ou seja, todo parâmetro objeto de cobrança tem que ser necessariamente outorgado (ou cadastrado), mas nem todo parâmetro outorgado (ou cadastrado) tem que ser cobrado.

### 1.3.2 Cobrança e enquadramento

O Brasil tem enfrentado enormes problemas de poluição dos rios, o que vem provocando a redução da disponibilidade hídrica, prejudicando a saúde humana e comprometendo o ambiente aquático. Durante muito tempo, foram priorizados investimentos na área de gestão de quantidade da água, em termos legais, institucionais, de planejamento, de monitoramento, etc. Somente nas últimas décadas, a gestão de qualidade da água passou a ser prioridade no país.

O setor de Meio Ambiente foi o responsável por iniciar o Sistema de gestão da qualidade da água, em nível federal, através da promulgação da resolução CONAMA nº 20 de 18/6/1986 que classificou as águas doces, salinas e salobras do Território Nacional, segundo seus usos preponderantes. A CONAMA 20 considera que os custos de controle de poluição poderiam ser melhor adequados, quando os níveis de qualidade exigidos em cada trecho de um curso d'água estivessem de acordo com os usos que se pretendem dar ao mesmo.

Contudo, conforme afirmado por Porto (2002), essa resolução não conseguiu tornar realidade os padrões ambientais indicados, por diversos motivos, que vão desde a insuficiência de recursos para o controle da poluição até problemas de arranjo institucional. No entanto, o **setor de recursos hídricos do Brasil ganhou forte impulso com a aprovação da Lei federal 9.433/97 que instituiu a Política e o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos**. Alguns pontos desta lei devem ser destacados:

- A visão integrada da gestão de qualidade e quantidade da água através do enquadramento dos corpos de água em classes de uso;
- O reconhecimento do binômio uso x qualidade da água;

- A necessidade de integração entre a legislação ambiental relativa à água com a legislação do setor de recursos hídricos.

A Lei 9.433 estabelece em um de seus fundamentos que “a gestão de recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas” (art 1º); define os objetivos da PNRH, dentre os quais o de “assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos” (art 2º); estabelece as diretrizes gerais de ação para implementação da PNRH, dentre as quais, “a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de qualidade e quantidade” e “a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental” (art 3º).

A integração da gestão de quantidade e qualidade da água verifica-se na definição do enquadramento dos corpos de água em classes, segundo seus usos preponderantes, como um dos seis instrumentos de gestão de recursos hídricos (art. 5). O objetivo do enquadramento, estabelecido no artigo 9, é de assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas, e reduzir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes.

Além disso, a Lei 9.433 estabelece que as classes de corpos de água serão definidas pela legislação ambiental, que toda outorga de direito de uso da água deve respeitar a classe em que o corpo de água estiver enquadrado (art. 13) e que compete às agências de água propor ao(s) respectivo(s) comitês de bacia o enquadramento dos corpos hídricos, para encaminhamento ao respectivo Conselho Nacional ou Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, de acordo com o domínio destes (art. 44).

Posteriormente à promulgação da Lei 9.433, verificou-se a necessidade de criação de procedimentos de forma a subsidiar a implantação do enquadramento como instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos. Desta forma, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos estabeleceu diretrizes para o enquadramento através da resolução CNRH nº 12 de 19 de julho de 2000. As principais diretrizes inseridas nesta resolução são as seguintes:

- As agências de água, proporão aos respectivos comitês o enquadramento de corpos de água, com base nas legislações de recursos hídricos e ambiental e segundo os procedimentos dispostos na referida resolução. Elas adotarão, ainda, providências visando à efetivação do enquadramento aprovado.
- Cabe aos órgãos gestores de recursos hídricos e aos órgãos de controle ambiental competentes monitorar, controlar e fiscalizar os corpos de água para avaliar se as metas do enquadramento estão sendo cumpridas. A cada dois anos, os órgãos gestores de recursos hídricos e os órgãos de controle ambiental competentes encaminharão relatório ao respectivo Comitê de Bacia Hidrográfica e ao CNRH (Conselho nacional de recursos hídricos) ou ao CERH (Conselho estadual de

recursos hídricos), identificando os corpos de água que não atingiram as metas estabelecidas e as respectivas causas pelas quais não foram alcançadas.

- O CNRH ou o CERH, em consonância com as Resoluções do CONAMA, avaliará e determinará as providências e intervenções, necessárias para atingir as metas estabelecidas, com base nos relatórios referidos no artigo anterior e nas sugestões encaminhadas pelo respectivo Comitê. O enquadramento deve ser desenvolvido em conformidade com o Plano de Recursos Hídricos da bacia e os Planos de Recursos Hídricos Estadual ou Distrital, Regional e Nacional e que deve apresentar as seguintes etapas de desenvolvimento: Diagnóstico do uso do solo e dos recursos hídricos na bacia;
  - Prognóstico do uso do solo e dos recursos hídricos na bacia;
  - Elaboração da proposta de enquadramento;
  - Aprovação da proposta de enquadramento e respectivos atos jurídicos.
  
- Determina que o CNRH ou o respectivo Conselho Estadual de Recursos Hídricos, em consonância com as Resoluções do CONAMA, aprovará o enquadramento dos corpos de água, de acordo com a alternativa selecionada pelo Comitê de Bacia Hidrográfica, por meio de Resolução.

Frente ao crescente avanço da gestão de recursos hídricos no Brasil, observado principalmente após a promulgação da lei Federal 9.433 e da resolução CNRH nº 12, verificou-se a necessidade de atualização e revisão da resolução CONAMA 20, principalmente no que diz respeito aos seguintes aspectos:

- As normas devem ser um instrumento efetivo de integração entre o sistema de gestão ambiental e de recursos hídricos. O Artigo 35 determina que “aos órgãos de controle ambiental compete a aplicação da resolução (CNRH 12), cabendo-lhes a fiscalização para o cumprimento da legislação, bem como a aplicação das penalidades previstas, inclusive a interdição de atividades industriais poluidoras”. Por ser anterior à Lei 9.433, verifica-se que a CONAMA 20 não faz referência à gestão de recursos hídricos nem aos órgãos afins.
  
- Ausência de flexibilidade - adotam-se critérios de qualidade da água (limites estabelecidos de forma científica) como padrões a serem seguidos sem o reconhecimento das especificidades locais. Os valores de background de diversos rios — ou seja, a qualidade da água natural antes de qualquer ação antrópica na bacia—, se aproximam dos padrões de alguns parâmetros. Por exemplo, no rio Paraíba do Sul são encontrados elevados índices de violação de classe de alumínio ao longo de todo o rio, mesmo nas regiões preservadas da cabeceira; isso ocorre devido ao solo da bacia, rico em alumínio.

- Pelo fato de os padrões de lançamento serem expressos em termos de concentração, são tratados da mesma maneira, tanto o pequeno poluidor (baixa vazão) quanto o grande poluidor (alta vazão).
- Padrões ambientais próximos dos limites de detecção dos testes laboratoriais, dificultando a interpretação dos resultados. Por exemplo, no rio Paraíba do Sul o valor do limite de detecção do parâmetro Cádmio nos testes realizados pela FEEMA é igual ao padrão definido para rios de Classe 2.
- Integração de Gestão de quantidade e qualidade da água. “Art. 13º - Os limites de DBO, estabelecidos para as Classes 2 e 3, poderão ser elevados, caso o estudo da capacidade de autodepuração do corpo receptor demonstre que os teores mínimos de OD, previstos, não serão desobedecidos em nenhum ponto do mesmo, nas condições críticas de vazão ( $Q_{crit.} = Q_{7,10}^3$ )”. Não fica claro qual a condição de vazão a ser considerada para outros poluentes e se é apenas para o caso da simulação de OD para DBO elevada. Por outro lado, a adoção da  $Q_{7,10}$  pode ser bastante restritivo.

Face aos aspectos mencionados anteriormente, em 17 de Março de 2005 a resolução CONAMA 357 substituiu a CONAMA 20, classificando e estabelecendo diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, bem como as condições e padrões de lançamento de efluentes.

A CONAMA 357 apresenta importantes avanços em relação à CONAMA 20, conforme explicitado pela própria resolução em suas considerações iniciais:

- O art. 9o, inciso I, da **Lei no 9.433**, de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos, e demais normas aplicáveis à matéria”;
- “ (...) a água integra as preocupações do desenvolvimento sustentável, baseado nos princípios da função ecológica da propriedade, da prevenção, da precaução, do **poluidor-pagador**, do **usuário-pagador** e da **integração**, bem como no **reconhecimento de valor intrínseco à natureza**;
- “(...) a Constituição Federal e a Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, visam controlar o lançamento no meio ambiente de poluentes, proibindo o lançamento em níveis nocivos ou perigosos para os seres humanos e outras formas de vida”;
- “(...) o enquadramento expressa metas finais a serem alcançadas, podendo ser fixadas metas progressivas intermediárias, obrigatórias, visando a sua efetivação”;
- “(...) os termos da Convenção de Estocolmo, que trata dos Poluentes Orgânicos Persistentes-POPs, ratificada pelo Decreto Legislativo no 204, de 7 de maio de 2004”;
- “(...) o controle da poluição está diretamente relacionado com a proteção da saúde, garantia do meio ambiente ecologicamente equilibrado e a melhoria da qualidade

---

<sup>3</sup>  $Q_{7,10}$  é a média das mínimas de 7 (sete) dias consecutivos com tempo de recorrência de 10 (dez) anos em cada seção do corpo receptor.

de vida, levando em conta os usos prioritários e classes de qualidade ambiental exigidos para um determinado corpo de água”.

As considerações acima, principalmente as três primeiras, mostram que a CONAMA 357 passa a representar um instrumento efetivo de integração dos sistemas de gestão ambiental e de recursos hídricos, quando se refere à Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei 9.433 e às funções ecológicas da água.

Verifica-se também a integração com outros instrumentos de gestão de recursos hídricos, principalmente com a cobrança pelo uso da água, quando refere-se ao desenvolvimento sustentável tendo como base os princípios de poluidor-pagador e usuário-pagador.

Um outro aspecto importante que deve ser ressaltado é que a CONAMA 357 já mostra uma flexibilização do enquadramento quando permite o estabelecimento de metas progressivas para sua efetivação.

Além destas considerações, observa-se uma padronização de conceitos e definições, como por exemplo a substituição de “parâmetros e limites associados aos níveis de qualidade” por “condições e padrões de qualidade requeridos”.

A resolução CONAMA 357 reúne em texto, ainda, as seguintes definições:

- Enquadramento: Estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo;
- Efetivação do Enquadramento: Alcance da meta final do enquadramento;
- Classificação: Qualificação das águas doces, salobras e salinas em função dos usos preponderantes (sistema de classes de qualidade) atuais e futuros;
- Classe de qualidade: conjunto de condições e padrões de qualidade de água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais ou futuros;
- Condição de qualidade: qualidade apresentada por um segmento de corpo d'água, num determinado momento, em termos dos usos possíveis com segurança adequada, frente às Classes de Qualidade;
- Metas: é o desdobramento do objeto em realizações físicas e atividades de gestão, de acordo com unidades de medida e cronograma preestabelecidos, de caráter obrigatório;
- Padrão: valor limite adotado como requisito normativo de um parâmetro de qualidade de água ou efluente;
- Vazão de referência: vazão do corpo hídrico utilizada como base para o processo de gestão, tendo em vista o uso múltiplo das águas e a necessária articulação das instâncias do Sistema Nacional de Meio Ambiente-SISNAMA e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos-SINGRH;

De acordo com a CONAMA 357, as águas doces do território Nacional foram classificadas, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, em cinco classes de qualidade:

**I - CLASSE ESPECIAL – águas destinadas:**

- a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas;
- c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

Ressalta-se que na resolução CONAMA 20 não existia o **item c e o item a** foi modificado (texto CONAMA 20 item a: ao abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção). De um lado, reconhece a degradação crescente das águas doces; de outro, reforça a dimensão ambiental da água.

**II - CLASSE 1 - águas destinadas:**

- a) ao abastecimento para consumo humano após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário(natação, esqui aquático e mergulho);
- d) à irrigação de hortaliças e frutas (rentes ao solo e consumidas cruas);
- e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras indígenas.

Ressalta-se que o **item a** e o **item e** foram modificados em relação à resolução CONAMA 20 (texto CONAMA 20 **item a**: ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado; texto CONAMA 20 **item e**: à criação natural e/ou intensiva - aqüicultura de espécies destinadas à alimentação humana) que passa a ser menos exigente em termos de qualidade de água (classe 2).

**III - CLASSE 2 - águas destinadas:**

- a) ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho);
- d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer (contato direto do público);
- e) à aqüicultura e à atividade de pesca.

Ressalta-se que os **item a, d e e** foram modificados em relação à resolução CONAMA 20 (texto CONAMA 20 **item a**: ao abastecimento doméstico após tratamento convencional); texto CONAMA 20 **item d**: à irrigação de hortaliças e plantas frutíferas; texto CONAMA 20 **item e**: à criação natural e/ou intensiva (aqüicultura) de espécies destinadas à alimentação humana).

#### **IV - CLASSE 3** - águas destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado;
- b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) À recreação de contato secundário;
- d) à pesca amadora;
- e) à dessedentação de animais.

Ressalta-se que o **item a** foi modificado em relação à resolução CONAMA 20 e os **itens c e d** são novos (texto CONAMA 20 **item a**: ao abastecimento doméstico após tratamento convencional).

#### **V - CLASSE 4** - águas destinadas:

- a) à navegação;
- b) à harmonia paisagística;

Ressalta-se que na CONAMA 20 existia o **item c**, suprimido na CONAMA 357 (texto CONAMA 20 **item c**: aos usos menos exigentes).

#### **Condições e Padrões de Qualidade da Água:**

Com relação às condições e padrões de qualidade da água, a resolução CONAMA 357 apresenta diversas mudanças significativas em relação à CONAMA 20.

O artigo 8 determina que o conjunto de parâmetros de qualidade de água selecionados para subsidiar a proposta de enquadramento deverá ser monitorado periodicamente pelo Poder Público. Observa-se neste artigo que a proposta de enquadramento poderá ter como base um conjunto de parâmetros específico e não todos os parâmetros de qualidade da água como se verificava anteriormente na CONAMA 20. Nesse caso, a escolha do conjunto de parâmetros poderá ser feita em nível local, de acordo com os usos pretendidos na bacia. Conforme afirmado em Porto (2002), o planejamento de uma bacia pode ser ineficiente para muitos impactos e parâmetros.

De acordo com o artigo 10, os valores máximos estabelecidos para os parâmetros relacionados em cada uma das classes de enquadramento deverão ser obedecidos nas condições de **vazão de referência**. Verifica-se neste caso a integração entre a gestão de qualidade e quantidade da água, uma vez que a vazão de referência deve ser aquela utilizada para outorga de captação, consumo e diluição. Observa-se também, um grande avanço em relação à CONAMA 20, que não explicitava claramente as condições de vazão relacionadas a cada classe de qualidade.

Verifica-se, no artigo 11, que “O Poder Público poderá, a qualquer momento, acrescentar outras condições e padrões de qualidade, para um determinado corpo de água, ou torná-los mais restritivos, tendo em vista as condições locais, mediante fundamentação técnica”, uma substituição do “Órgão de controle ambiental”, definido anteriormente na CONAMA 20, pelo Poder Público, definido na CONAMA 357.

Com relação às situações críticas de estiagem, o artigo 12 traz uma inovação quando determina que o Poder Público poderá estabelecer restrições e medidas adicionais, de caráter excepcional e temporário, quando a vazão do corpo de água estiver abaixo da vazão de referência (“escassez de qualidade”). Nesse caso, todos deverão se adequar a padrões mais restritivos, por um período determinado, de acordo com o que for determinado pelo poder público.

O artigo 13 determina que nas águas de classe especial deverão ser mantidas as condições naturais do corpo de água.

O Anexo 1 (Tabelas 1, 1a, 2, 2a, 3 e 3a) apresenta, para cada uma das classes de qualidade da água estabelecidas na CONAMA 20/86 e CONAMA 357/05, uma comparação entre as condições de qualidade da água e padrões referentes ao conjunto de parâmetros definidos nas duas resoluções.

Nessa comparação procurou-se associar os parâmetros da resolução CONAMA 357 com os parâmetros da CONAMA 20, mantendo-se as nomenclaturas atuais, facilitando desta forma a análise das mudanças referentes às condições e padrões de qualidade da água, bem como do conjunto total de parâmetros, introduzidos pela CONAMA 357, resultando nas seguintes conclusões:

- Para a Classe I, verifica-se na resolução CONAMA 357 a ampliação do número de parâmetros considerados, sendo a maior parte destes de origem orgânica.
- Destaca-se a modificação introduzida em relação ao enquadramento do Fósforo total, cujo valor máximo permitido passou a ser estabelecido de acordo com o tipo de ambiente e corpo d’água, diferentemente da CONAMA 20 que considerava o Fosfato total, tornando o enquadramento extremamente rígido para a maioria das bacias brasileiras.
- Verifica-se, de forma geral, uma redução na tolerância de alguns parâmetros orgânicos tornando o enquadramento mais rigoroso. Para Classe IV, mantiveram-se os mesmos conjuntos de parâmetros com as mesmas condições e padrões de qualidade da água.
- A CONAMA 357/05 apresentou maior rigor quanto ao enquadramento de diversos parâmetros de qualidade da água, orgânicos e inorgânicos, reduzindo os limites de tolerância, como por exemplo os limites do Chumbo e Cianeto que tinham concentração limite na CONAMA 20 de 0,03 e 0,01 mg/l, respectivamente, e passaram a ter um padrão de 0,01 e 0,005mg/l.

- Em relação ao enquadramento dos corpos d'água de classe II, a CONAMA 357 acrescenta novos parâmetros, como a clorofila, densidade de cianobactérias e Fósforo total de acordo com o tipo de ambiente e corpo d'água. Fora isso, não ocorreram grandes modificações entre as resoluções 20/86 e 357/05.
- No enquadramento dos corpos d'água de classe III, pode-se verificar ampliação da quantidade de parâmetros na CONAMA 357/05.
- Da mesma forma que na classe I, o enquadramento do Fósforo passou a ser estabelecido de acordo com o tipo de ambiente e corpo d'água. Já o enquadramento do Nitrogênio Amoniacal, que possuía um valor máximo fixo na CONAMA 20/86, passou a ser estabelecido de acordo com o pH do corpo d'água, mostrando uma maior flexibilidade da nova resolução.

### **Condições e Padrões de Lançamento de Efluentes:**

Comparando-se as condições e padrões de lançamento de efluentes estabelecidos nas resoluções CONAMA 20 e 357, verifica-se um avanço significativo na legislação atual, principalmente, no que diz respeito à integração entre a gestão ambiental e a gestão de recursos hídricos. Esses aspectos podem ser observados nos seguintes artigos:

- O Artigo 26 determina que os órgãos ambientais deverão estabelecer a carga poluidora máxima para o lançamento de substâncias de modo a não comprometer as metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final, estabelecidas pelo enquadramento para o corpo d'água. O órgão ambiental competente poderá exigir, a apresentação de estudo de capacidade de suporte de carga do corpo de água receptor, que deverá considerar, no mínimo, a diferença entre os padrões estabelecidos pela classe e as concentrações existentes no trecho desde a montante, estimando a concentração após a zona de mistura. Desta forma, observa-se a preocupação de não comprometer as metas de qualidade da água do corpo receptor dos lançamentos.
- No artigo 28, verifica-se esta integração na medida em que fica estabelecido que os efluentes não poderão conferir ao corpo de água características em desacordo com as metas obrigatórias progressivas, intermediárias e final, do seu enquadramento:
  - As metas obrigatórias serão estabelecidas mediante parâmetros;
  - Para os parâmetros não incluídos nas metas obrigatórias, os padrões de qualidade a serem obedecidos são os que constam na classe na qual o corpo receptor estiver enquadrado;
  - Na ausência de metas intermediárias progressivas obrigatórias, devem ser obedecidos os padrões de qualidade da classe em que o corpo receptor estiver enquadrado.

As Tabelas 4 e 5 (Anexo 1) comparam as condições e padrões de lançamento de efluentes nos corpos de água, estabelecidas no inciso 4 do artigo 34 da resolução CONAMA 357 e no artigo 21 da resolução CONAMA 20.

### **Diretrizes Ambientais para o Enquadramento:**

No que diz respeito às diretrizes ambientais para o enquadramento, o artigo 38 da CONAMA 357 determina que o enquadramento dos corpos de água deverá ser norteado por normas e procedimentos estabelecidos pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) e Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos.

O inciso 1 do artigo 38 estabelece que o enquadramento será definido pelos usos preponderantes mais restritivos da água, atuais ou pretendidos. Verifica-se no inciso 2 a flexibilização do enquadramento através da possibilidade de se estabelecer metas intermediárias de melhoria da qualidade da água para a efetivação do enquadramento nas bacias onde a qualidade da água estiver em desacordo com os usos pretendidos. Não farão parte das metas intermediárias e final, os parâmetros cujas concentrações naturais excedam os limites estabelecidos na resolução CONAMA 357.

No que diz respeito à outorga e à cobrança pelo uso da água, o inciso 3 estabelece que as ações de gestão de recursos hídricos ou referentes à gestão ambiental, como o licenciamento, termos de ajustamento de conduta e o controle da poluição, deverão basear-se nas metas progressivas intermediárias e final aprovadas pelo órgão competente para a respectiva bacia hidrográfica ou corpo hídrico específico. O inciso 4 se refere mais uma vez ao uso da vazão de referência para o alcance das metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final.

### **Disposições Finais:**

No artigo 42, verifica-se que a CONAMA 357 estabelece os mesmos procedimentos que a CONAMA 20 em relação à classificação das águas enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, considerando, assim, as águas doces em classe 2, as salinas e salobras em classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente.

A integração entre gestão ambiental e gestão de recursos hídricos pode ser observada mais uma vez no artigo 45, inciso 1, onde fica estabelecido que as competências de fiscalização e aplicação das penalidades administrativas cabem aos órgãos ambientais e gestores de recursos hídricos.

## CAPÍTULO 2

---

# ANÁLISE DA METODOLOGIA DE COBRANÇA EM VIGOR NA BACIA PARAÍBA DO SUL ATÉ MARÇO DE 2006

O gerenciamento dos recursos hídricos da bacia do rio Paraíba do Sul é visto em todo o Brasil, desde a instituição do Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP), por intermédio do Decreto do Presidente da República nº 1.842, de 22/03/1996, como a experiência piloto da Política e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Portanto, o comportamento, as ações desenvolvidas e os resultados obtidos pelo CEIVAP são observados por todos os interessados, visando a replicá-los em outras bacias hidrográficas brasileiras<sup>4</sup>.

Na bacia do rio Paraíba do Sul praticamente estão implantados todos os instrumentos de gerenciamento e as entidades integrantes do sistema gerenciamento de recursos hídricos de domínio da União. Entre os instrumentos se destacam o Plano de Recursos Hídricos da bacia, o sistema de cadastramento e de outorga de direito de uso da água dos principais empreendimentos econômicos, a cobrança pelo uso da água e a criação e operacionalização da Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (AGEVAP), formalizada oficialmente como entidade delegatária das funções de Agência de Bacia.

A instituição dessa entidade só foi possível graças à força política adquirida pelo CEIVAP devido ao seu papel pioneiro e sua competência na gestão integrada e participativa das águas em uma importante bacia hidrográfica brasileira. Com efeito, as articulações conduzidas por esse comitê junto ao CNRH e ao Ministério do Meio Ambiente, associadas à vontade política demonstrada pelo Governo Federal, levaram à promulgação da Medida Provisória nº 165, de 11/02/ 2004, e da Lei nº 10.881, de 9/06/2004, que dispõe sobre os contratos de gestão entre a ANA e as entidades delegatárias das funções de Agências de Águas relativas à gestão de recursos hídricos de domínio da União, como a AGEVAP. Com o contrato de gestão descentraliza-se a gestão de recursos hídricos e garante-se que os valores arrecadados com a cobrança pelo uso da água não sejam objeto de contingenciamento de despesas pelo Governo Federal.

É importante destacar que essa decisão do Governo Federal foi adotada antes da aprovação do Projeto de Lei 1.616/99, que dispõe sobre a gestão administrativa e a organização institucional do SINGRH e onde estão sendo tratadas a definição da

---

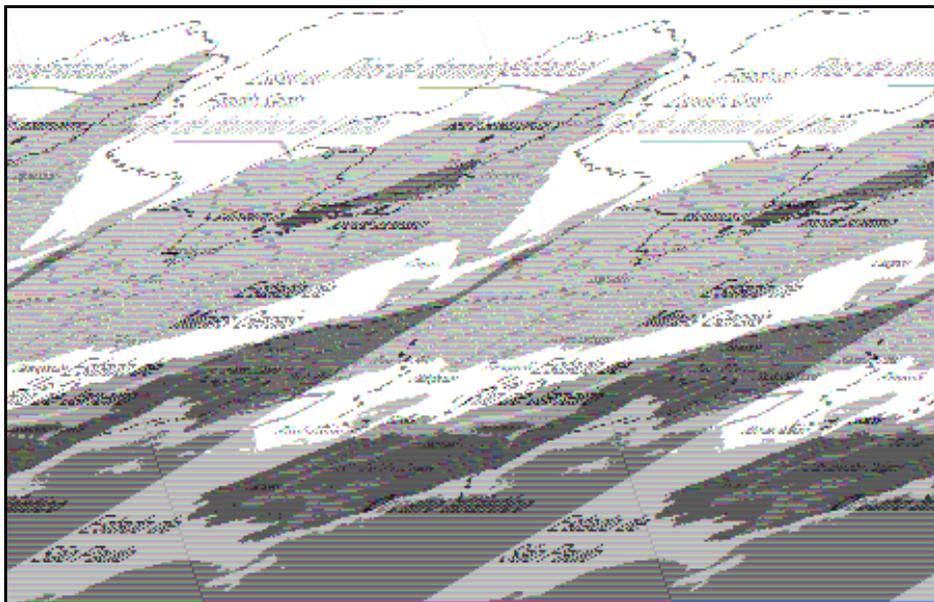
<sup>4</sup> Parte deste capítulo é baseado nos seguintes documentos: Formiga-Johnsson, Campos *et al* (2003) e Serrichio, Calaes *et al* (2006).

personalidade jurídica das Agências de Bacia e a regulamentação de aspectos organizacionais, administrativos e operacionais da política de recursos hídricos. Como já foi ressaltado, esse projeto de lei tramita desde 1999 no Congresso Nacional.

O “laboratório” de gerenciamento dos recursos hídricos, que se transformou o CEIVAP depara agora com dois novos desafios, quais sejam, tratar as questões de dominialidade dos corpos hídricos, principalmente em relação à cobrança pelo uso da água em uma bacia que compartilha domínios hídricos da União e de três importantes Estados - Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais – e discutir a gestão integrada e participativa da transposição hídrica para a bacia do rio Guandu com o envolvimento das autoridades outorgantes e de outro comitê de bacia, o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Guandu, em nível estadual (Campos, 2005).

#### Complexidades da cobrança em bacias de rio federal

A implantação da cobrança pelo uso da água no Brasil pode vir a ser particularmente complexa devido às peculiaridades jurídicas relativas aos recursos hídricos, notadamente tendo em vista que há águas de domínio da União e águas dos Estados da Federação (Figura 7). Essa particularidade implica, de modo geral, a existência de sistemas de cobrança distintos nos níveis federal e estadual. Quando se trata de bacias de rio de domínio da União — ou seja, bacias em que pelo menos o rio principal pertença à União —, o sistema federal e os sistemas estaduais devem ser necessariamente complementares e, na medida do possível, similares. No caso da bacia do rio Paraíba do Sul, além da União, três estados estão envolvidos com a gestão e a cobrança das águas de sua dominialidade: Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo.



**Figura 7: Exemplo de bacia de rio de domínio da União: a bacia do Rio Paraíba do Sul**

Fonte: Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente, COPPE/UFRJ

A exemplo do processo global de renovação dos modos de gestão das águas, a dinâmica na concepção dos sistemas de cobrança pelo uso das águas federais e estaduais na bacia do rio Paraíba do Sul tem sido bastante diferenciada.

São Paulo foi o primeiro a aprovar sua lei das águas (1991) e a iniciar estudos para a implementação da cobrança. Uma década depois, a maior parte do sistema paulista de gestão encontra-se em fase avançada de aplicação, mas só em dezembro de 2005, finalmente, foi aprovada pela Assembléia Legislativa a lei de cobrança pelo uso da água, já sancionada pelo Governador do Estado e regulamentada pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos. Tem sido anunciado que a operacionalização da cobrança paulista será finalmente iniciada nos primeiros meses do ano 2007.

Quanto ao Estado de Minas Gerais, sua lei das águas foi aprovada em 1994 e substituída em 1999 (Lei 13.199). O processo de implementação do novo sistema de gestão encontra-se em fase avançada, notadamente no que concerne à criação e instalação de organismos colegiados (Conselho Estadual, comitês de bacia). A lei de cobrança só em junho de 2005 foi sancionada pelo Governador do Estado, necessitando ainda de regulamentação para sua operacionalização.

Apesar das dificuldades iniciais do Estado do Rio de Janeiro no avanço da implementação da sua lei, aprovada tardiamente no contexto nacional (Lei 3.239/1999), o processo foi acelerado de forma significativa ao longo de 2003: o Conselho Estadual (CERHI) acelerou a sua dinâmica de atuação; vários comitês de bacia foram criados e estão sendo instalados; a cobrança pelo uso da água bruta — inicialmente aprovada somente para a Bacia do Paraíba do Sul pelo CERHI em maio de 2003 — foi ampliada para todo o Estado por uma lei específica sobre a cobrança (Lei 4.247/2003).

Em nível federal, o processo de regulamentação da Lei 9.433/97, iniciado pela SRH/MMA, inclusive, por meio da instalação e funcionamento do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), privilegiou outros assuntos, entre os quais o funcionamento de comitês de bacia e a concepção de planos de bacia hidrográfica. Pouco se avançou nos aspectos políticos e operacionais da implementação da cobrança que, aliás, não foram objeto de grandes discussões quando do longo debate acerca do projeto de lei das águas, entre 1991 e 1997. No entanto, a criação da Agência Nacional de Águas (ANA), em 2000, representa uma prioridade política para o tema "água" na esfera federal e um esforço para acelerar a implementação do novo sistema de gestão dos recursos hídricos.

Finalmente, é importante ressaltar que o processo de implementação da cobrança se insere também, e principalmente, no âmbito de novo arranjo político-institucional em nível de bacia hidrográfica. De modo geral, tal qual estabelece a lei federal de águas, cabe aos comitês de bacia estabelecer os mecanismos de cobrança e sugerir os valores a serem cobrados e, às suas respectivas agências, efetuar a cobrança, mediante delegação do

outorgante, e controlar técnica e financeiramente a utilização dos recursos arrecadados<sup>5</sup>. Em resumo, a implantação da cobrança no Brasil, salvo algumas exceções, deve se dar em nível de bacia hidrográfica mediante esforço conjunto por parte do poder regulador da União e dos Estados — os órgãos gestores e os conselhos de recursos hídricos — e por parte dos organismos de bacia — os comitês de bacia e suas agências de água (ou de bacia).

A cobrança inicialmente proposta e aplicada na bacia do rio Paraíba do Sul refere-se àquela que incide sobre o uso de águas federais, ou seja, à cobrança proposta conjuntamente pela ANA e pelo Comitê de Integração da Bacia do rio Paraíba do Sul (CEIVAP), aprovada pelo CNRH, e iniciada efetivamente em março de 2003.

## 2.1 Usuários-pagadores

Na fase inicial e transitória de cobrança na Bacia do rio Paraíba do Sul, constituem pagadores todos os principais usuários de rios federais da bacia, quais sejam:

- Indústrias
- Setor de abastecimento público e esgotamento sanitário
- Setor agropecuário
- Aqüicultura
- Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCHs isentas da compensação financeira pelo setor elétrico
- Atividades mineradoras com características industriais
- Atividades mineradoras de extração de areia nos leitos dos rios
- Transposição das águas da bacia do Paraíba do Sul para a do rio Guandu

Dentre todos os setores usuários, são isentos da obrigatoriedade da cobrança somente os usos considerados insignificantes para efeito de outorga de direitos de uso, definidos nessa fase inicial pelo CEIVAP como aqueles cuja captação ou derivação não exceda 1 litro por segundo (1 l/s), com seus efluentes correspondentes. Para o setor de PCHs, foi definido como uso insignificante as usinas com potência instalada de até 1 (um) Mw (megawatt).

A cobrança pelo uso da água junto aos usuários das águas estaduais da bacia devem ser objeto de cobrança somente por parte dos governos estaduais envolvidos (Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo). Nesse processo complementar, o Estado do Rio de Janeiro é o único que conseguiu avançar mais rapidamente ao instituir, no início de 2004, com metodologia similar à do CEIVAP, a cobrança pelo uso das águas de seu domínio.

---

<sup>5</sup> Lei 9.433/97, artigo 38, parágrafo VI e artigo 44, parágrafos III a V.

Os usuários paulistas parecem ser os próximos pagadores da Bacia do rio Paraíba do Sul. Não existem previsões anunciadas para o Estado de Minas Gerais.

## 2.2 Metodologia e critérios instituídos pelo CEIVAP (em vigor até dezembro de 2006)

O pressuposto mais importante, na definição da metodologia inicial de cobrança do CEIVAP, foi a simplicidade conceitual e operacional que caracterizasse a sua natureza transitória e, ao mesmo tempo, possibilitasse sua aplicação, a curto prazo, tendo em vista as limitações de cadastro da bacia na ocasião.

Buscou-se a simplicidade de cálculo — para que fosse de fácil compreensão e baseado em parâmetros facilmente quantificáveis — e a aceitabilidade por parte dos usuários-pagadores, facilitada pelo caráter participativo do processo na adoção da metodologia de cobrança dos critérios e dos valores unitários no âmbito do CEIVAP. Tal definição buscou, ainda, diminuir o risco de impacto econômico significativo nos usuários-pagadores, mas sinalizando, desde já, a importância do uso racional dos recursos hídricos nos aspectos de quantidade e qualidade.

A metodologia de cobrança adotada pelo CEIVAP é aplicável a maioria dos usuários, exceto o de geração de energia-PCHs e o correspondente à transposição, que têm metodologias específicas.

### 2.2.1 Metodologia principal de cobrança

Para cada elemento gerador de cobrança (captação, consumo e lançamento de efluentes-DBO), a cobrança é composta de duas partes que se combinam entre si, a saber:

- conjunto de parâmetros que constitui a base de cálculo, formado a partir de uma avaliação técnica (mensuração ou estimativa) e expresso em volume por unidade de tempo (vazão); e,
- valor unitário básico, que é uma expressão econômica do preço da unidade de cada parâmetro de cálculo.

A primeira parcela (captação) foi introduzida na fórmula de cobrança com a preocupação de considerar a captação como um fato gerador de cobrança, tal qual o consumo e o lançamento de efluentes. Pois o fato de um usuário dispor de uma “reserva de água”, correspondente à sua outorga, já é motivo suficiente para haver cobrança; afinal, essa água reservada não poderá ser utilizada por outro usuário a montante. Ao instituir-se um  $K_0$  menor que 1, procurou-se estabelecer uma relação de importância entre a captação e

o consumo. A premissa básica dessa relação é que o consumo tem maior impacto do que a captação, uma vez que indisponibiliza, de forma definitiva, a água para outros usos.

Em relação à segunda parcela da fórmula, o consumo, o valor a ser pago dependerá da vazão captada efetivamente consumida, expressa pelo coeficiente de consumo  $K_1$ .

Quanto ao aspecto de qualidade (terceira parcela), foram considerados os esforços daqueles que já buscam racionalizar o uso da água ou diminuir os níveis de poluição dos seus efluentes. Nesse último caso, a expressão  $(1 - K_2 K_3)$  corresponde a um fator de redução do valor da cobrança a ser pago pelo usuário: quanto maior o percentual do volume de efluentes tratados e o nível de eficiência do tratamento, menor o valor final pago pelo lançamento de DBO.

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{ccccccc}
 \text{vazão} & \text{preço} & & \text{vazão} & \text{preço} & & \text{vazão} & \text{preço} \\
 \underbrace{\hspace{1.5cm}} & \underbrace{\hspace{1.5cm}} & & \underbrace{\hspace{1.5cm}} & \underbrace{\hspace{1.5cm}} & & \underbrace{\hspace{3cm}} & \underbrace{\hspace{3cm}} \\
 \end{array} \\
 C = \underbrace{Q_{\text{cap}} \times K_0 \times \text{PPU}}_{\text{captação}} + \underbrace{Q_{\text{cap}} \times K_1 \times \text{PPU}}_{\text{consumo}} + \underbrace{Q_{\text{cap}} \times (1 - K_1) \times (1 - K_2 K_3)}_{\text{lançamento de efluentes (DBO)}} \times \text{PPU}
 \end{array}$$

$Q_{\text{cap}}$  = volume de água captada ( $\text{m}^3/\text{s}$ ), fornecido pelo usuário

$K_0$  = multiplicador de preço unitário para captação, igual ou menor que 1, definido pelo CEIVAP

$K_1$  = coeficiente de consumo para a atividade em questão, ou seja, a relação entre o volume consumido e o volume captado pelo usuário (ou o índice correspondente à parte do volume captado que não retorna ao manancial), fornecido pelo usuário

$K_2$  = percentual do volume de efluentes tratados em relação ao volume total de efluentes produzidos (ou o índice de cobertura de tratamento de efluentes domésticos ou industriais), ou seja, a relação entre a vazão efluente tratada e a vazão efluente bruta; informação fornecida pelo usuário.

$K_3$  = nível de eficiência de redução de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) na estação de tratamento de efluentes, fornecido pelo usuário

**PPU** = Preço Público Unitário constituindo a base do valor final de cobrança pela captação, pelo consumo e pelo lançamento de DBO ( $\text{R}\$/\text{m}^3$ ), definido pelo CEIVAP.

A simplificação acentuada dos aspectos qualitativos — escolha do parâmetro Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) — levou em conta as seguintes considerações:

- escolhendo-se somente um parâmetro de poluição, elimina-se a complexidade inerente à caracterização e quantificação dos efluentes que impõem o problema da escolha de parâmetros, da sua agregação e do sistema de ponderação que os hierarquiza;
- parâmetro DBO é representativo de esgotos domésticos e um dos elementos mais presentes nos diferentes tipos de efluente industrial;
- enfim, o parâmetro DBO é de fácil mensuração ou estimativa.

Quanto ao aspecto econômico da fórmula, formado a partir de um valor unitário básico, trata-se igualmente de uma proposta de simplificação, uma vez que o PPU constitui a base do preço final relativo à captação e ao consumo de água e à redução do parâmetro de poluição DBO. No Quadro 2, são apresentados todos os critérios de cobrança pelo uso da água aprovados pelo CEIVAP.

## 2.2.2 Metodologia de cobrança aplicável às PCH's

A metodologia de cobrança pelo uso da água bruta aplicável às PCHs é baseada no percentual da receita, vinculado à energia gerada, idêntica à fórmula de cálculo da compensação financeira paga pelas hidrelétricas desde 1989:

**Cobrança = GH x TAR x P**, onde:

**GH** = total da energia mensal gerada por uma PCH, em MWh, informado pela concessionária

**TAR** = valor da Tarifa Atualizada de Referência definida pela Agência Nacional de Energia Elétrica com base na Resolução ANEEL n.º 66, de 22 de fevereiro de 2001, ou naquela que a suceder, em reais/MWh

**P** = percentual definido pelo CEIVAP a título de cobrança sobre a energia gerada

O valor percentual **P** aprovado pelo CEIVAP é de 0,75%, parcela acrescentada à compensação financeira pela lei de criação da ANA (Lei 9984/2.000) que constitui pagamento pelo uso de recursos hídricos pelo setor de energia elétrica em todo o país (exceto PCHs).

Apesar de aprovada pelo CEIVAP, a cobrança pelo uso da água na PCH's ainda não foi efetivada devido aos questionamentos da ANEEL<sup>6</sup>. Embora a Lei n.º 9.984, de 2000, tenha alterado o valor percentual de recolhimento para fins de compensação financeira pela utilização dos recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica, de 6,00% para 6,75%, a mesma não revogou a isenção às PCHs e nem alterou o objetivo do recolhimento realizado. Prevaleceu, portanto, a razão original definida em lei, permanecendo, assim, o objetivo do valor a ser recolhido como sendo destinado a compensar financeiramente os seus beneficiários pela utilização dos recursos hídricos à geração de energia elétrica.

Entende-se assim que o comitê de bacia não poderá dispor de forma diferente ou, o que seria mais grave, desfazer aquilo que a lei disciplinou. Logo, as PCHs estão dispensadas do pagamento pelo uso da água em vista de não serem obrigadas ao recolhimento da compensação financeira. Enquanto isso não mudar, o CEIVAP - ou qualquer outro comitê e, nem mesmo o CNRH, poderia estabelecer a cobrança para essas centrais. Agrega-se a esta justificativa o Parecer n.º 284/2002-PGE/ANEEL que dá sustentação ao entendimento da ANEEL sobre o tema.

---

<sup>6</sup> Explicitados, por exemplo, no documento "Evolução do Processo de Implantação da Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos no Brasil em 2002 e 2003", elaborado pela Câmara Técnica de Cobrança (CTCOB) do CNRH.

### 2.2.3 Metodologia de cobrança aplicável à extração de areia

A metodologia de cobrança aplicável ao setor de mineração de areia no leito de rios é também adaptada às peculiaridades da atividade:

$$Q_{cap} = Q_{areia} \times R \quad Q_{umid} = u (\%) \times Q_{areia} \quad K_1 = Q_{umid}/Q_{cap}$$

Onde:

$Q_{cap}$  = volume de de água utilizada para veicular a areia extraída, em  $m^3/mês$ , que retorna para o rio;

$Q_{areia}$  = volume de areia produzida, em  $m^3/mês$ ,

$Q_{umid}$  = Volume de água consumido ( $m^3/mês$ )

$R$  = Razão de mistura da polpa dragada (água/areia)

$u (\%)$  = Teor de umidade da areia produzida(%)

Considerou-se que o setor não gera cargas de DBO, somente utiliza água em termos de captação e consumo. Os critérios de cobrança (PPU e  $K_0$ ) são os mesmos do setor industrial e de saneamento.

### 2.2.4 Metodologia de cobrança aplicável à transposição

Depois de postergar desde 2002, mediante deliberações sucessivas, a definição da cobrança pela transposição, o CEIVAP aprovou a Deliberação N° 52 na sua reunião plenária de Guaratinguetá, em 16/09/2005, que estabelece como valor para a cobrança pelo uso das águas captadas e transpostas da bacia do rio Paraíba do Sul para a bacia do rio Guandu aquele correspondente a 15% (quinze por cento) dos recursos arrecadados pela cobrança pelo uso da água bruta na bacia hidrográfica do rio Guandu e reconhece a Comissão Especial composta por 3 representantes do CEIVAP, 3 representantes do Comitê do Guandu, 1 representante da SERLA, 1 representante da ANA e 1 da AGEVAP como foro de negociação institucional, para exercer o papel permanente de articulação entre o CEIVAP e o Comitê do Guandu, visando a efetivação da arrecadação e os mecanismos para sua aplicação, observado o Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul.

Esta decisão levou em conta que os critérios para a cobrança pelo uso das águas captadas e transpostas da bacia do rio Paraíba do Sul para a bacia do rio Guandu devem ser definidos com base na articulação e negociação entre as partes envolvidas, conforme preconizado no inciso VI do art.1° da Lei n° 9.433/97, bem como o posicionamento do Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro em sua sessão de 29/03/2005, por solicitação do CEIVAP, em apoiar que o tema fosse tratado por uma Comissão Especial composta por representantes do CEIVAP, do Comitê das bacias

hidrográficas dos rios Guandu, Guandu-Mirim e Guarda Guandu (Comitê Guandu), da Agência Nacional de Águas (ANA), da Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (AGEVAP) e da Fundação Superintendência Estadual de Rios e Lagoas do Estado do Rio de Janeiro (SERLA).

É importante destacar que essa deliberação do CEIVAP não foi uma decisão de consenso entre seus membros. O tema continua polêmico, principalmente devido ao questionamento dos representantes paulistas que entendem que 15% é um valor muito pequeno e incompatível com o vazão transpostas. O que motivou o plenário do CEIVAP tomar essa decisão foi a necessidade de estabelecer, por força de deliberações anteriores, a cobrança da transposição em 16/09/2005 e, principalmente, o entendimento de que em março de 2006 todos os critérios de cobrança deverão ser revistos por força da Deliberação nº 15/2002.

Uma análise da operacionalização da cobrança pelo uso da água instituída na bacia do Rio Guandu pelo seu comitê indica dificuldade para que a bacia do rio Paraíba do Sul receba plenamente o valor correspondente aos 15%, uma vez que a inadimplência tem sido expressiva devido principalmente a CEDAE.

O valor previsto com a arrecadação pela cobrança pelo uso da água na bacia do Guandu no período de 2004 a 2005, de acordo com a metodologia e critérios aprovados (Lei Nº 4.247, de 16/12/2003; Resolução Guandu Nº 05, de 15/12/2004; e, Resolução CERHI Nº 11, de 08/03/2005), é de aproximadamente R\$ 60 milhões e o realmente arrecadado foi de R\$ 1 milhão. Caberia à bacia do Paraíba do Sul cerca de R\$ 9 milhões. Esses valores indicam que a solução da cobrança das águas transpostas necessita de uma abordagem mais consistente que reflita de fato a gestão integrada das duas bacias negociada, de forma cooperativa, pelos respectivos comitês de bacia.

O Anexo 2 deste relatório discorre sobre as deliberações do Comitê Guandu, relativas à transposição, a arrecadação nesta bacia, que tem impactos diretos sobre os valores recebidos pela Bacia do Paraíba do Sul, bem como as iniciativas de ação integrada entre estas duas bacias conectadas hidraulicamente.

### **2.2.5 Critérios de cobrança**

Os critérios de cobrança definidos pelo CEIVAP (PPU, condicionantes para a aplicação da metodologia adotada, etc) são bastante variáveis de um setor usuário para outro, conforme detalhado no Quadro 2. Por exemplo, no setor agropecuário, somente a suinocultura confinada será objeto de cobrança por poluição (DBO) enquanto o setor de aquicultura é isento da cobrança por consumo e poluição DBO. Da mesma forma, a preocupação em minimizar o impacto econômico sobre as atividades produtivas dos diferentes setores usuários resultou em uma variação significativa dos valores de PPU: os setores de agricultura, pecuária e aquicultura têm valores bem inferiores aos adotados

para os usuários industriais e de saneamento básico, além de um limite do valor final da cobrança que não poderá exceder 0,5% dos custos de produção.

A única exceção dessa variação concerne ao coeficiente  $k_0$  da parcela de cobrança pela captação que tem o mesmo valor de 0,4 (quatro décimos) para todos os usos, exceto o da PCH's e da Transposição.

**Quadro 2: Mecanismos de cobrança aprovados pelo CEIVAP e pelo CNRH para a bacia do rio Paraíba do Sul**

Setor usuário	Metodologia de cobrança	CrITÉrios de cobrança	Uso insignificante
Abastecimento público e esgotamento sanitário	Fórmula CEIVAP	PPU = R\$ 0,02 por m <sup>3</sup> K <sub>0</sub> = 0,4	As derivações e captações para usos de abastecimento público com vazões de até 1,0 (um) litro por segundo, com seus efluentes correspondentes
Industrial	Fórmula CEIVAP	R\$ 0,02 por m <sup>3</sup> K <sub>0</sub> = 0,4	Idem
Agropecuário (irrigação e pecuária)	Fórmula CEIVAP	PPU = R\$ 0,0005 por m <sup>3</sup> ; K <sub>0</sub> = 0,4 DBO igual a zero, exceto para suinocultura confinada  <i>A cobrança final não poderá exceder a 0,5% dos custos de produção</i>	Idem
Aqüicultura	Fórmula CEIVAP	PPU = R\$ 0,0004 por m <sup>3</sup> ; K <sub>0</sub> = 0,4 Consumo e DBO nulos <i>A cobrança final não poderá exceder a 0,5% dos custos de produção</i>	Idem
Mineração com características industriais	Fórmula CEIVAP	O mesmo aplicável ao setor industrial:  PPU = R\$ 0,02 por m <sup>3</sup> ; K <sub>0</sub> = 0,4	Idem
PCHs Isentas da compensação financeira	É a mesma aplicada às hidrelétricas sujeitas à cobrança nacional desde 2000 (percentual sobre valor energia produzida)	O valor percentual P definido a título de cobrança é de 0,75% sobre a energia gerada	PCHs com potência instalada de até 1 (um) Mw (megawatt).
Extração de areia em leitos de rios	Fórmula CEIVAP – extração de areia	R\$ 0,02 por m <sup>3</sup> ; K <sub>0</sub> = 0,4 <i>A cobrança final não poderá exceder a 0,5% dos custos de produção</i>	–
Transposição	<i>A cobrança pela transposição corresponde a 15% (quinze por cento) do total arrecadado da cobrança pelo uso da água bruta na bacia hidrográfica do rio Guandu</i>		

Fonte: Deliberações CEIVAP nº 03, de 16/03/2001, nº 08, de 06/12/2001, nº 15, de 04/11/2002, nº 24, de 31/03/2004 e nº 52, de 16/09/2005; Resoluções CNRH nº 19, de 14/03/2002, nº 27, de 29/11/2002 e nº 44, de 02/07/2004)

Um outro critério de cobrança de importância é oriundo de proposição do setor usuário privado e concerne à redução do valor final de cobrança de forma bastante interessante (Deliberação CEIVAP nº 8/2001). Aplica-se ao valor total de cobrança uma tabela de fator redutor, proporcional ao mês de entrada do usuário no sistema, segundo o seguinte critério de escalonamento:

- 18% (dezoito por cento) para os usuários pagadores no primeiro mês de vigência da cobrança;

- para os usuários que aderirem ao sistema de cobrança nos meses seguintes será aplicado o fator redutor correspondente à sua entrada, correspondente a um decréscimo de 0,5% (meio por cento) a cada mês subsequente ao primeiro mês de vigência da cobrança;
- fator redutor a que fizer jus o usuário permanecerá constante até o final do período de vigência da cobrança (que vigorará por três anos a partir do seu início efetivo);
- os usuários inadimplentes no pagamento pelo uso dos recursos hídricos (portadores de outorga que não efetuarem o pagamento) não terão direito ao fator redutor, incidindo, sobre o montante devido, multas e penalidades;
- os usuários inadimplentes a que se refere o parágrafo anterior terão direito ao fator redutor, no percentual à época vigente, quando regularizarem o pagamento devido.

## 2.3 Reflexões sobre a fórmula CEIVAP

Nessa primeira fase do sistema de cobrança, para que a cobrança tivesse aceitabilidade por parte dos usuários-pagadores e da sociedade civil em geral fez-se necessário que a metodologia de cobrança fosse simples e de fácil compreensão, baseada em parâmetros facilmente quantificáveis. Na verdade, a metodologia adotada representa uma primeira aproximação, consensada pelos membros do Comitê, destinada a dar início ao processo talvez mais difícil na implementação do novo sistema de gestão: a operacionalização da cobrança pelo uso da água bruta.

Portanto, a metodologia comporta vários limites, do ponto de vista técnico. Em primeiro lugar, nem todas as situações passíveis de cobrança e diferenciadoras de uso se encontram cobertas pela metodologia em questão. Em segundo lugar, e principal limite, concerne à caracterização do uso qualitativo que é bastante singular. Normalmente, os mecanismos de cobrança utilizam, como parâmetro para o uso qualitativo, a carga de poluentes lançada. Nessa metodologia, entretanto, o uso qualitativo é caracterizado através da vazão efluente, independente da carga de DBO nela presente. De fato, o coeficiente  $(1 - K_2 \cdot K_3)$  inserido na fórmula, reduz o valor da cobrança em função da redução de carga de DBO lançada: o termo  $K_2$  refere-se à cobertura do tratamento e o termo  $K_3$ , à sua eficiência.

Assim, esse coeficiente representa mais um esforço de flexibilização da fórmula de cobrança. Se a base de cálculo “enxergasse” a carga de DBO lançada ou a vazão alocada para diluição, este coeficiente não seria necessário, bastando apenas aplicar a carga remanescente ou a vazão de diluição na fórmula. Essa imperfeição é justificada pelas condicionantes da fórmula – simplicidade e aplicabilidade – deverá ser corrigida na metodologia proposta no âmbito deste Projeto CT-Hidro.

## CAPÍTULO 3

---

# PROPOSIÇÃO DE METODOLOGIA E CRITÉRIOS DE COBRANÇA QUE INCORPOREM O CONCEITO DE DILUIÇÃO DE EFLUENTES

Conclui-se, a partir da leitura dos artigos da legislação brasileira de recursos hídricos relacionados à cobrança pela diluição de efluentes, que se faz necessário novas propostas metodológicas de cobrança pelo uso da água que contemplem o volume alocado para diluição de poluentes, bem como a redução da cobrança no caso em que o usuário restituir ao corpo hídrico efluente em melhor qualidade que a água captada. Essas são as duas considerações que foram introduzidas na elaboração de uma nova proposta metodológica, no contexto deste projeto de pesquisa, que tem a bacia do rio Paraíba do Sul como objeto de estudo.

De fato, tanto a metodologia e critérios vigentes na bacia do rio Paraíba do Sul, quanto os previstos para serem implementados a partir de 2007, são passíveis de aprimoramentos na sua formulação básica, com o objetivo de se estabelecer a vazão de diluição como parâmetro para a outorga e para a cobrança pelo uso da água. Este trabalho de pesquisa foi desenvolvido a partir da metodologia e critérios vigentes na bacia do rio Paraíba do Sul até dezembro de 2006, para as águas de domínio da União.

Um aspecto fundamental neste projeto de pesquisa é a reflexão acerca da cobrança pela diluição quando mais de um parâmetro poluidor passa a ser considerado. Ou seja, como determinar a quantidade equivalente de água necessária à diluição de vários parâmetros poluidores, contidos em um mesmo lançamento de efluente, para fins de cobrança pelo uso da água.

Baseado nessas premissas, uma nova metodologia de cobrança — que pode ser vista como uma evolução da metodologia CEIVAP de cobrança vigente até 2006, com base nos conceitos legais de diluição de efluentes —, é apresentada ao longo deste capítulo.

### 3.1 Metodologia básica proposta

A nova metodologia proposta como evolução da fórmula vigente até 2006, na bacia do rio Paraíba do Sul, com base nos conceitos legais de diluição de efluentes é expressa na fórmula a seguir:

Parcela negativa quando a qualidade do efluente for superior à de captação.

$$C = \underbrace{Q_{cap} \times K_0 \times PPU}_{\text{cobrança pela captação}} + \underbrace{Q_{cap} \times K_1 \times PPU}_{\text{cobrança pelo consumo}} + \underbrace{\{ [Q_{eflu} \times C_{eflu} - Q_{cap} \times C_{cap}] : (K_5 \times C_{meta}) \} \times PPU \times K_4}_{\text{cobrança pela diluição de efluentes}} \quad (1)$$

Onde:

**C** = Valor total da cobrança (R\$/mês)

**PPU** = Preço público unitário, a ser definidos pelo Comitê (R\$/ m<sup>3</sup>)

**Q<sub>cap</sub>** = Volume de água captada no mesmo corpo hídrico de lançamento (m<sup>3</sup>/mês)

**Q<sub>cons</sub>** = Volume de água consumido pelo processo produtivo (m<sup>3</sup>/mês)

**Q<sub>eflu</sub>** = Volume de água restituído ao corpo hídrico (m<sup>3</sup>/mês)

**C<sub>eflu</sub>** = Concentração efluente de cada poluente (kg/m<sup>3</sup> ou g/l)

**C<sub>cap</sub>** = Concentração do poluente no ponto de captação no corpo hídrico (kg/m<sup>3</sup> ou g/l)

**C<sub>meta</sub>** = Concentração meta (enquadramento) do rio para o poluente (kg/m<sup>3</sup> ou g/l)

**K<sub>0</sub>** = Coeficiente que altera o preço unitário de captação

**K<sub>1</sub>** = Coeficiente que representa a parcela da captação que é efetivamente consumida

**K<sub>4</sub>** = Coeficiente que altera o preço unitário de diluição para cada poluente

**K<sub>5</sub>** = Coeficiente para flexibilizar a concentração meta de cada poluente

No caso de cobrança de mais de um poluente, a terceira parcela da fórmula necessita de adequação, levando-se em conta diferentes critérios metodológicos, tais como: (i) a soma das vazões de diluição de cada parâmetro multiplicadas pelos respectivos preços públicos unitários; (ii) a maior vazão de diluição multiplicada pelo maior preço público unitário independente dos poluentes considerados; etc.

Com o objetivo de desenvolver essa reflexão metodológica no âmbito deste projeto de pesquisa, procedeu-se em seguida a escolha de mais um parâmetro poluidor, além de DBO que já é um parâmetro adotado pelo CEIVAP na Bacia do rio Paraíba do Sul, conforme indicado no segundo capítulo deste relatório. Ressalte-se que a introdução de mais poluentes no sistema de cobrança seguiria o mesmo raciocínio de dois parâmetros poluidores, desenvolvidos adiante.

### 3.2 Escolha de parâmetros poluidores para simulação

Para subsidiar a escolha de um segundo parâmetro poluidor a ser considerado no aperfeiçoamento da metodologia de cobrança para diluição de efluentes, efetuou-se um resumo das condições de qualidade da água na bacia do rio Paraíba do Sul conforme Fundação COPPETEC (2006), que apresenta os percentuais de violação de Classe 2 (CONAMA) relacionados no Quadro 3.

**Quadro 3: Classificação dos parâmetros mais críticos na Bacia do Paraíba do Sul, segundo a média de violações do enquadramento em vigor**

Posição	Parâmetro	Violações médias (%)	Desvio padrão	Posição	Parâmetro	Violações médias (%)	Desvio padrão
1	Alumínio	98,9	2,8	17	Bário	0,3	1,6
2	Fósforo Total	90,3	23,1	18	Sólidos Dissolvidos Totais	0,2	1,0
3	Coliforme Fecal	77,8	27,2	19	Cromo Hexavalente	0,2	1,2
4	Coliforme Total	58,7	29,6	20	PH	0,1	0,3
5	Fenóis	34,4	19,7	21	Cloreto	0,0	0,1
6	Ferro Solúvel	33,7	17,7	22	Cromo Trivalente	0,0	0,0
7	Manganês	21,3	25,6	23	Nitrito	0,0	0,0
8	Benzo(a)Pireno	15,4	16,8	24	Estanho	0,0	0,0
9	DBO	11,8	23,5	25	Fluoretos	0,0	0,0
10	Oxigênio Dissolvido	10,8	23,4	26	Boro Solúvel	0,0	0,0
11	Cianeto Total	7,5	9,9	27	Arsênio	0,0	0,0
12	Cobre	4,7	6,3	28	Amônia	0,0	0,0
13	Níquel	3,4	5,1	29	Nitrato	0,0	0,0
14	Turbidez	3,2	5,5	30	Selênio	0,0	0,0
15	Zinco	1,9	8,7	31	Sulfatos	0,0	0,0
16	Cor Real	0,9	3,9	32			

Fonte: Fundação COPPETEC (2006)

Assim, a partir desse estudo pode se concluir que a maior parte dos rios da Bacia Paraíba do Sul apresenta alta disponibilidade de oxigênio durante todo o período de estudo, exceto no rio Paraíba do Sul, a jusante de grandes centros urbanos, e nos principais afluentes, próximos a centros urbanos relevantes. Além disso, pelo seu alto grau de nocividade para a saúde humana, merecem destaque o alumínio (característica advinda dos solos da bacia) e os fenóis por apresentarem níveis de concentração elevados na bacia.

Entre os parâmetros que apresentaram maiores níveis de comprometimento, advindos da poluição devido às atividades antrópicas, estão os compostos fosfatados, os coliformes e a demanda bioquímica de oxigênio, evidenciando contínuo processo de poluição por material orgânico. Com relação ao fósforo total, o segundo lugar entre as maiores violações médias na bacia, várias estações apresentaram níveis médios superiores a 0,1 mg/l, considerados excessivos em relação à classificação do CONAMA. O fósforo é o principal fator indutor dos processos de eutrofização observados em reservatórios e em

extensos trechos do rio Paraíba do Sul. O reservatório de Funil, por exemplo, evoluiu nos últimos trinta anos para uma condição eutrófica, com períodos de intensa floração de algas e cianobactérias, acarretando prejuízos econômicos e riscos para a saúde pública. No trecho paulista do rio Paraíba do Sul observa-se intensa proliferação de macrófitas em decorrência de despejos de compostos orgânicos ricos em nutrientes, dentre outros, o fósforo.

Os reservatórios existentes e a serem construídos poderão estar comprometidos pelo aporte excessivo de nutrientes, caso os despejos orgânicos não sejam reduzidos. Os coliformes fecais comprometem a qualidade da água em praticamente todas as estações, de modo especial naquelas onde a influência dos despejos domésticos é mais acentuada, ou seja, nas proximidades das cidades ribeirinhas de maior porte.

No caso da DBO, ocorreram violações de classe ao longo de praticamente todo o rio Paraíba do Sul, cabendo os maiores índices ao reservatório de Funil em Queluz (15,4%) e a jusante da confluência com os rios Paraibuna e Piabanha (14,8%). No trecho à jusante de Volta Redonda foram observados índices de violação de classe de 7%, podendo ocorrer um aumento significativo se a análise for realizada apenas para os períodos de estiagem. Já no caso dos afluentes a situação é preocupante: o rio Paraibuna mineiro só apresenta condições adequadas à Classe 2 em suas cabeceiras. Situação semelhante ocorre com os rios Piabanha e Bengala (afluente do rio Grande), no Rio de Janeiro, onde os níveis DBO e OD são críticos em função dos lançamentos de esgotos dos núcleos urbanos de Petrópolis e de Nova Friburgo e das baixas vazões naturais para diluição de efluentes.

Ressalta-se que foram detectadas também violações significativas em algumas estações de monitoramento, enquanto em outras as concentrações se situavam próximas aos limites de classe. É importante a realização de monitoramentos ao longo da bacia para avaliação também do acúmulo de metais nos sedimentos, principalmente a jusante de áreas industriais críticas. Cabe ressaltar que a CSN, no âmbito do Termo de Ajustamento de Conduta Ambiental com o Governo do Estado do Rio de Janeiro, reduziu os lançamentos de diversos poluentes, de modo especial os fenóis e o benzo(a)pireno.

### 3.3 Estudo de critérios de cobrança relativos a parcela de diluição

Para aplicação da metodologia de cobrança proposta considerando a utilização de vários parâmetros poluidores, foi necessário o estudo de critérios para definição da forma de interação entre os volumes de diluição desses parâmetros. Desta forma, foram analisados quatro critérios distintos, considerando os parâmetros DBO e fósforo total. Esses critérios são descritos a seguir.

1. Soma dos volumes de diluição de DBO e fósforo total multiplicados pelos respectivos preços públicos unitários;

$$C_{\text{diluição}} = \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{(Q_{\text{eflu}(i)} \times C_{\text{eflu}(i)} - Q_{\text{cap}(i)} \times C_{\text{cap}(i)})}{(k_{5(i)} \times C_{\text{meta}(i)})} \times PPU_{(i)} \times k_{4(i)} \right\}$$

2. Média dos volumes de diluição de DBO e fósforo total multiplicado pelo maior preço público unitário;

$$C_{\text{diluição}} = \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{(Q_{\text{eflu}(i)} \times C_{\text{eflu}(i)} - Q_{\text{cap}(i)} \times C_{\text{cap}(i)})}{(k_{5(i)} \times C_{\text{meta}(i)})} \right\} \cdot \frac{1}{n} \times PPU_{\text{máx}} \times k_{4(i)}$$

3. Maior volume de diluição entre fósforo e DBO multiplicado pelo maior preço público unitário;

$$V_{\text{diluição}}^P = \frac{(Q_{\text{eflu}(P)} \times C_{\text{eflu}(P)} - Q_{\text{cap}(P)} \times C_{\text{cap}(P)})}{(k_{5(P)} \times C_{\text{meta}(P)})}$$

$$V_{\text{diluição}}^{DBO} = \frac{(Q_{\text{eflu}(DBO)} \times C_{\text{eflu}(DBO)} - Q_{\text{cap}(DBO)} \times C_{\text{cap}(DBO)})}{(k_{5(DBO)} \times C_{\text{meta}(DBO)})}$$

$$C_{\text{diluição}} = (> V_{\text{diluição}}) \times PPU_{\text{máx}} \times k_4$$

4. Maior parcela entre volume de diluição de DBO multiplicado pelo respectivo preço público unitário e volume de diluição de fósforo multiplicado pelo respectivo preço público unitário;

$$C_P = \frac{(Q_{\text{eflu}(P)} \times C_{\text{eflu}(P)} - Q_{\text{cap}(P)} \times C_{\text{cap}(P)})}{(k_{5(P)} \times C_{\text{meta}(P)})} \times PPU_P \times k_{4(P)}$$

$$C_{DBO} = \frac{(Q_{\text{eflu}(DBO)} \times C_{\text{eflu}(DBO)} - Q_{\text{cap}(DBO)} \times C_{\text{cap}(DBO)})}{(k_{5(DBO)} \times C_{\text{meta}(DBO)})} \times PPU_{DBO} \times k_{4(DBO)}$$

$$C_{\text{diluição}} = [> (C_P) \text{ ou } (C_{DBO})]$$

5. Média ponderada dos volumes de diluição em relação ao PPU de DBO e de fósforo total multiplicado pelo maior preço público unitário.

$$C_{\text{diluição}} = \left\{ \left[ \frac{(Q_{\text{eflu}(P)} \times C_{\text{eflu}(P)} - Q_{\text{cap}(P)} \times C_{\text{cap}(P)})}{(k_{s(P)} \times C_{\text{meta}(P)})} \times PPU_p \right] + \left[ \frac{(Q_{\text{eflu}(DBO)} \times C_{\text{eflu}(DBO)} - Q_{\text{cap}(DBO)} \times C_{\text{cap}(DBO)})}{(k_{s(DBO)} \times C_{\text{meta}(DBO)})} \times PPU_{DBO} \right] \right\} \cdot \left[ \frac{1}{(PPU_p + PPU_{DBO})} \right] \times k_4 \times PPU_{\text{máx}}$$

Para escolha do critério de cobrança mais adequado, foi criado um caso hipotético com o objetivo de mostrar de forma clara as diferenças entre as metodologias. Esse caso hipotético reúne quatro usuários localizados no rio TESTE que apresentam diferentes volumes de diluição de DBO e fósforo total. O parâmetro considerado mais crítico no rio Teste é o fósforo total, com valor de PPU três vezes maior que o PPU da DBO.

O Quadro 4 a seguir reúne os dados referentes aos usuários hipotéticos e o preço público unitário de cada parâmetro. A cobrança da parcela de diluição dos usuários hipotéticos (Quadro 4) relativa a cada um dos critérios descritos anteriormente está reunida no Quadro 5.

**Quadro 4: Caso Hipotético - Usuários, Volumes de Diluição (DBO e fósforo) e PPU**

Usuário	Volume Diluição (m <sup>3</sup> /ano)		PPU (R\$/m <sup>3</sup> )	
	DBO	P	DBO	P
U1	1000	9000	0,02	0,06
U2	9000	1000		
U3	4000	6000		
U4	7000	3000		

**Quadro 5: Caso Hipotético - Usuários, Volumes de Diluição (DBO e fósforo) e PPU**

Usuário	Cobrança em cada metodologia (R\$ / ano)				
	1	2	3	4	5
U1	560	300	540	540	420
U2	240	300	540	180	180
U3	440	300	360	360	330
U4	320	300	420	180	240

Vale ressaltar a diferença nos valores de cobrança de cada metodologia para um mesmo usuário (Quadro 5). Além disso, algumas análises importantes relacionadas a cada critério podem ser observadas nos resultados das simulações:

Com relação ao critério 1, verifica-se que a cobrança referente ao usuário U1, maior poluidor de fósforo total (parâmetro mais crítico e com maior PPU), é maior que as demais, resultando em valores justos de cobrança para cada um dos usuários. Entretanto, este critério não leva em consideração que um mesmo volume de água pode

diluir um ou mais parâmetros poluidores, elevando de forma significativa os valores da cobrança.

Já no critério 2 a cobrança é igual para todos os usuários, demonstrando que não é um critério justo, uma vez que o maior poluidor de fósforo total (U1) paga a mesma parcela do menor poluidor U2. Além disso, a cobrança não induz o usuário a reduzir as cargas de fósforo, consideradas mais críticas.

Da mesma forma, o critério 3 não parece uma metodologia adequada visto que a cobrança do usuário U1 é igual a do U2, mesmo apresentando volumes de diluição de fósforo muito maiores que este último usuário. Além disso, observa-se que a cobrança não induz o usuário U1 a reduzir seus volumes de diluição de DBO e o usuário U2 a reduzir os volumes de fósforo. Pelo contrário, esses usuários podem aumentar esses volumes de diluição sem acréscimo nos valores da cobrança.

O critério 4 se mostra mais adequado que os demais, apesar de ainda apresentar algumas distorções nos valores de cobrança. Observa-se que a cobrança do usuário U2 é a mesma do usuário U4, mesmo o primeiro utilizando um volume de diluição de fósforo menor.

De todos analisados, verifica-se que o critério 5 é o mais interessante, uma vez que cada usuário paga de acordo com a média ponderada de seus respectivos volumes de diluição de DBO e fósforo, apresentando valores mais altos de cobrança para os usuários que possuem maior volume de fósforo, adotado como o parâmetro mais crítico e por isso o seu peso (PPU) foi considerado três vezes maior que o da DBO.

Com base nessas avaliações, o critério 5 foi selecionado para ser utilizado nas simulações a serem realizadas no âmbito do presente estudo.

### 3.4 Metodologia final proposta (ou Determinação da Equação Geral da Cobrança)

A equação da cobrança é apresentada a seguir, por tipo de uso, captação, consumo e diluição, este último formulado com base no critério 5 selecionado.

$$C_{\text{captação}} = Q_{\text{cap}} \times k_0 \times PPU$$

$$C_{\text{consumo}} = Q_{\text{cap}} \times k_1 \times PPU$$

$$C_{\text{diluição}} = \left\{ \left[ \frac{(Q_{\text{eflu}} \times C_{\text{eflu}(P)} - Q_{\text{cap}} \times C_{\text{cap}(P)})}{(k_5 \times C_{\text{meta}(P)})} \times PPU_P \right] + \left[ \frac{(Q_{\text{eflu}} \times C_{\text{eflu}(DBO)} - Q_{\text{cap}} \times C_{\text{cap}(DBO)})}{(k_5 \times C_{\text{meta}(DBO)})} \times PPU_{DBO} \right] \right\} \cdot \left[ \frac{1}{(PPU_P + PPU_{DBO})} \right] \times k_4 \times PPU_{\text{máx}}$$

Com o objetivo de dar um caráter geral a equação da cobrança, a parcela referente a vazão de diluição foi modificada de forma a ser utilizado um único valor de PPU igual a 0,02 R\$/m<sup>3</sup>, já usado para captação e consumo. Vale ressaltar que as modificações realizadas não alteram os resultados, mantendo-se os critérios definidos anteriormente. Assim sendo, em substituição aos PPU's de DBO e fósforo, utilizados na ponderação dos volumes de diluição desses parâmetros, serão utilizadas as seguintes variáveis:

- $NC_{DBO}$  e  $NC_P$ , que representam o Nível de Criticidade de cada poluente em relação a DBO. Assim  $NC = 1$ , significa que a criticidade quanto aos danos ambientais é igual a da DBO e conseqüentemente os PPU's são iguais. Caso  $NC = 2$ , o PPU do Fósforo será o dobro do PPU da DBO e se  $NC = 3$ , o PPU do Fósforo será o triplo do PPU da DBO.
- $K_{NC}$ , que é o coeficiente de Nível de Criticidade, que representa a relação entre o PPU do poluente mais crítico para a bacia (corresponde ao Nível de Criticidade adotado) e o valor do PPU original de 0,02.

O Quadro 6 a seguir mostra a relação entre os coeficientes utilizados e o PPU original, do fósforo e da DBO.

**Quadro 6: PPU por poluente (R\$/m<sup>3</sup>) e Coeficiente de Criticidade (KNC) para cada Nível de Criticidade (NC)**

PPU (R\$/m <sup>3</sup> ) captação, consumo e diluição	Nível de Criticidade DBO ( $NC_{DBO}$ )		Nível de Criticidade do Fósforo DBO ( $NC_P$ )					
	$NC_{DBO} = 1$		$NC_P = 1$		$NC_P = 2$		$NC_P = 3$	
	$PPU_{DBO}$	$K_{NC}$	$PPU_P$	$K_{NC}$	$PPU_P$	$K_{NC}$	$PPU_P$	$K_{NC}$
0,02	0,001	0,05	0,001	0,05	0,002	0,10	0,003	0,15
	0,002	0,10	0,002	0,10	0,004	0,20	0,006	0,30
	0,003	0,15	0,003	0,15	0,006	0,30	0,009	0,45
	0,004	0,20	0,004	0,20	0,008	0,40	0,012	0,60
	0,005	0,25	0,005	0,25	0,010	0,50	0,015	0,75

Considerando essas observações a equação da cobrança de diluição pode ser escrita da seguinte forma:

$$C_{diluição} = \left\{ \left[ \frac{(Q_{eflu} \times C_{eflu(P)} - Q_{cap} \times C_{cap(P)})}{(k_5 \times C_{meta(P)})} \times NC_P \right] + \left[ \frac{(Q_{eflu} \times C_{eflu(DBO)} - Q_{cap} \times C_{cap(DBO)})}{(k_5 \times C_{meta(DBO)})} \times NC_{DBO} \right] \right\} \cdot \left[ \frac{1}{(NC_P + NC_{DBO})} \right] \times PPU \times k_{NC} \times k_4$$

$$C_{diluição} = \left\{ \left[ (Q_{diluição(DBO)} \times NC_{DBO}) + Q_{diluição(P)} \times NC_P \right] \times \left[ \frac{1}{NC_{DBO} + NC_P} \right] \right\} \times PPU \times k_{NC} \times k_4$$

$$C_{diluição} = Q_{diluição} \times PPU \times k_{NC} \times k_4$$

Vale lembrar algumas observações importantes, necessárias na aplicação da metodologia de cobrança:

- Quando o efluente de um determinado usuário não apresentar concentrações de fósforo e apresentar concentrações de DBO: Não haverá cobrança para Fósforo, o  $K_{NC}$  deverá corresponder ao  $NC_{DBO} = 1$  e a cobrança da vazão de diluição de DBO deverá ser calculada pela seguinte fórmula:

$$C_{\text{diluição}(DBO)} = \left[ \frac{(Q_{\text{eflu}} \times C_{\text{eflu}(DBO)} - Q_{\text{cap}} \times C_{\text{cap}(DBO)})}{(k_5 \times C_{\text{meta}(DBO)})} \times NC_{DBO} \right] \cdot \frac{1}{NC_{DBO}} \times PPU \times k_{NC} \times k_4$$

Verifica-se que na expressão acima que foram eliminados o NC e o  $K_{NC}$  relativos ao fósforo.

- Quando o efluente de um determinado usuário não apresentar concentrações de DBO e apresentar concentrações de fósforo: Não haverá cobrança para DBO, o  $K_{NC}$  deverá corresponder ao  $NC_p$  adotado e a cobrança da vazão de diluição de fósforo deverá ser calculada pela seguinte fórmula:

$$C_{\text{diluição}(P)} = \left[ \frac{(Q_{\text{eflu}} \times C_{\text{eflu}(P)} - Q_{\text{cap}} \times C_{\text{cap}(P)})}{(k_5 \times C_{\text{meta}(P)})} \times NC_p \right] \cdot \frac{1}{NC_p} \times PPU \times k_{NC} \times k_4$$

### 3.5 Simulações de Cobrança

Para simulações da cobrança foi selecionado o trecho do rio Paraíba do Sul compreendido entre as Usinas Hidrelétricas de Paraibuna e de Funil, que possui uma extensão de 452 km e seus principais afluentes são os rios Jaguari e Buquira, pela margem esquerda e os rios Alambari, Pararanguaba e Una pela margem direita.

Os dados utilizados nas simulações foram obtidos do plano de recursos hídricos da bacia, relatório “Compatibilização e Articulação do Plano de Recursos Hídricos do Rio Paraíba do Sul”, PGRH-RE-027-R1, desenvolvido pelo Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente da COPPE/UFRJ, no ano de 2002.

O trecho paulista do rio Paraíba do Sul foi selecionado por apresentar um maior número de usuários industriais com dados de DBO, concentrados neste trecho. Vale lembrar que nos estudos realizados pelo plano de recursos hídricos foram selecionadas, para cada estado, as indústrias responsáveis pela geração de 95% da carga potencial de DBO na bacia.

Desta forma, a partir desses estudos foram coletados dados de captação, consumo e cargas potenciais e remanescentes de DBO lançadas ao rio Paraíba do Sul por usuários industriais e domésticos.

As cargas de fósforo foram estimadas com base nas concentrações típicas do modelo de poluição industrial, estabelecidas no âmbito do Programa de Saneamento Ambiental das Bacias dos Ribeirões Arrudas e Onça, no Estado de Minas Gerais, PROSAM-MG, conforme apresentado no relatório de “Controle da Poluição Hídrica Industrial”, PS-RE-030-R1, elaborado no Programa Estadual de Investimentos do Estado do Rio de Janeiro, PQA-RJ, no ano de 1999.

As concentrações de DBO e Fósforo do rio Paraíba do Sul, nos locais onde estão situados os usuários industriais e domésticos foram determinadas com base nos dados das estações de qualidade da água operadas pela CETESB, inseridos no Sistema de informações da Bacia, desenvolvido pelo Laboratório de Hidrologia da COPPE/UFRJ. Com isso, nas estações de interesse foi determinada a concentração média do período de estiagem (junho a setembro) de cada um dos parâmetros.

As industriais e cidades utilizadas nas simulações da cobrança são usuários diretos do rio Paraíba do Sul, ou seja, usam a água deste rio para captação, consumo e/ou diluição. Vale ressaltar que não estão sendo apresentados os nomes reais das cidades e indústrias, uma vez que os dados de uso da água, além de serem estimativas feitas no decorrer dos estudos do Plano de Recursos Hídricos, podem estar atualmente ultrapassados.

Com base nos dados levantados e nas simplificações adotadas, no trecho em estudo foram utilizados 27 usuários hipotéticos, sendo 15 indústrias e 12 cidades. No Quadro 7 a seguir são apresentados os usuários hipotéticos e seus respectivos usos da água. O Quadro 8 apresenta os parâmetros básicos utilizados na aplicação da equação de cobrança.

**Quadro 7: Usuários hipotéticos selecionados para aplicação das metodologias analisadas**

Nº	Usuários	Q cap. (m <sup>3</sup> /s)	Qeflu. (m <sup>3</sup> /s)	DBO			Fósforo Total		
				Carga (kg/dia)	Ccapt. (mg/l)	Ceflu. (mg/l)	Carga (kg/dia)	Ccapt. (mg/l)	Ceflu. (mg/l)
1	Cidade 1	0,039	0,028	686,7	1,35	288,5	13,94	0,01	5,85
2	Cidade 2	0,057	0,040	998,0	1,35	288,5	20,25	0,01	5,85
3	Indústria 1 - Celulose e Papel	0,029	0,023	2027,1	1,00	1000,0	3,01	0,01	1,48
4	Cidade 3	0,614	0,431	9511,7	1,00	255,7	193,03	0,01	5,19
5	Indústria 2 - Química	0,003	0,002	169,5	1,00	800,0	0,11	0,01	0,50
6	Indústria 3 - Bebidas	0,025	0,005	424,4	1,00	1000,0	0,50	0,01	1,18
7	Cidade 4	1,922	1,349	16309,8	1,50	140,0	532,15	0,07	4,57
8	Indústria 4 - Laticínios	0,001	0,000	36,3	1,76	1000,0	0,21	0,07	5,77
9	Indústria 5 - Artefatos de plástico	0,000	0,000	22,1	1,76	800,0	0,02	0,07	0,56
10	Cidade 5	0,230	0,161	2155,2	1,76	154,6	75,80	0,07	5,44
11	Cidade 6	0,837	0,587	11416,2	2,18	225,0	231,68	0,07	4,57
12	Cidade 7	0,043	0,030	553,6	1,82	214,5	15,11	0,08	5,85
13	Indústria 6 - Química	0,003	0,002	163,8	1,82	800,0	0,10	0,08	0,50
14	Cidade 8	0,107	0,075	1878,8	1,82	288,5	38,13	0,08	5,85
15	Cidade 9	0,361	0,254	4995,3	1,82	228,1	113,65	0,08	5,19
16	Indústria 7 - Química	0,011	0,009	631,9	1,82	800,0	0,40	0,08	0,50
17	Indústria 8 - Laticínios	0,007	0,006	505,1	1,82	1000,0	2,92	0,08	5,77
18	Indústria 9 - Explosivos	0,011	0,009	635,4	2,41	800,0	-	0,08	0,00
19	Cidade 10	0,069	0,049	1211,6	2,41	288,5	24,59	0,08	5,85
20	Indústria 10 - Química	0,001	0,001	78,0	2,41	800,0	0,05	0,08	0,50
21	Indústria 11 - Laminados	0,001	0,000	41,9	2,41	1000,0	-	0,08	0,00
22	Indústria 12 - Prod. Inorgânicos	0,003	0,003	176,3	2,41	800,0	0,11	0,08	0,50
23	Indústria 13 - Celulose e Papel	0,042	0,033	2893,1	2,41	1000,0	4,29	0,08	1,48
24	Indústria 14 - Laticínios	0,006	0,004	387,6	2,41	1000,0	2,24	0,08	5,77
25	Indústria 15 - Prod. Inorgânicos	0,001	0,001	81,1	2,41	800,0	0,05	0,08	0,50
26	Cidade 11	0,011	0,008	226,8	2,41	340,9	4,60	0,08	6,92
27	Cidade 12	0,022	0,015	446,0	2,24	340,9	9,05	0,08	6,92

**Quadro 8: Parâmetros Básicos Utilizados na Equação de Cobrança**

Parâmetros da equação de cobrança						
k0	k1	k4	k5	C DBO Conama (mg/l)	C P Conama (mg/l)	PPU (R\$/m³)
0,4	0,2	1	1	5	0,1	0,020

Com relação a parcela de diluição, foram feitas diversas simulações variando-se os parâmetros  $NC_{DBO}$  e  $NC_P$  e o coeficiente  $KNC$ . O Quadro 9 a seguir apresenta um resumo das simulações realizadas e os parâmetros utilizados em cada uma delas.

**Quadro 9: Simulações realizadas**

Simulação	NC <sub>DBO</sub>	NC <sub>P</sub>	KNC
a 1	1	3	0,15
a 2	1	2	0,10
a 3	1	1	0,05
b 1	1	3	0,30
b 2	1	2	0,20
b 3	1	1	0,10
c 1	1	3	0,45
c 2	1	2	0,30
c 3	1	1	0,15
d 1	1	3	0,60
d 2	1	2	0,40
d 3	1	1	0,20
e 1	1	3	0,75
e 2	1	2	0,50
e 3	1	1	0,25

Os resultados das simulações realizadas são apresentadas nos Quadros 11 a 25. O resumo com os valores da cobrança referente a parcela de diluição é apresentado antes, no Quadro 10 a seguir.

**Quadro 10: Cobrança (R\$) referente a parcela de diluição nas simulações realizadas**

Simulação	1	2	3
a	13.557.808	8.984.819	4.446.900
b	27.115.615	17.969.638	8.893.800
c	40.673.423	26.954.457	13.340.700
d	54.231.230	35.939.276	17.787.599
e	67.789.038	44.924.095	22.234.499

Verifica-se que as simulações **a1** e **a2**, com KNC igual a 0,15 e 0,10 e nível de criticidade de fósforo o triplo e o dobro da DBO, respectivamente, apresentam valores de cobrança inferiores as demais simulações. A simulação **a3** apesar de apresentar valores reduzidos de cobrança, não leva em consideração o nível de criticidade do rio em relação ao parâmetro fósforo, uma vez que o NC<sub>DBO</sub> e NC<sub>P</sub> são iguais a 1.

Os resultados detalhados estão apresentados nos quadros a seguir (Quadros 11 a 25).

**Quadro 11: Cobrança pelo uso da água – Rio Paraíba do Sul, trecho paulista.  
Resultados da Simulação a1**

Ponto	Usuário	Cobrança (R\$/ano)			
		Captação	Consumo	Diluição	Total
1	Cidade 1	9.906	4.953	151.521	166.380
2	Cidade 2	14.396	7.198	220.199	241.792
3	Indústria 1 - Celulose e Papel	7.399	3.699	135.325	146.424
4	Cidade 3	154.795	77.398	2.098.798	2.330.990
5	Indústria 2 - Química	773	387	10.121	11.281
6	Indústria 3 - Bebidas	6.196	12.392	27.048	45.636
7	Cidade 4	484.925	242.462	5.154.120	5.881.507
8	Indústria 4 - Laticínios	132	66	3.678	3.877
9	Indústria 5 - Artefatos de plástico	101	50	1.315	1.467
10	Cidade 5	58.025	29.012	727.199	814.236
11	Cidade 6	211.123	105.562	2.477.541	2.794.226
12	Cidade 7	10.740	5.370	151.617	167.727
13	Indústria 6 - Química	747	374	9.623	10.744
14	Cidade 8	27.101	13.550	408.968	449.619
15	Cidade 9	91.137	45.569	1.183.231	1.319.937
16	Indústria 7 - Química	2.883	1.441	37.117	41.441
17	Indústria 8 - Laticínios	1.844	922	51.126	53.892
18	Indústria 9 - Explosivos	2.899	1.450	46.210	50.558
19	Cidade 10	17.477	8.739	263.546	289.761
20	Indústria 10 - Química	356	178	4.578	5.112
21	Indústria 11 - Laminados	153	76	3.049	3.279
22	Indústria 12 - Prod. Inorgânicos	804	402	10.347	11.554
23	Indústria 13 - Celulose e Papel	10.560	5.280	190.777	206.616
24	Indústria 14 - Laticínios	1.415	707	39.213	41.335
25	Indústria 15 - Prod. Inorgânicos	370	185	4.762	5.317
26	Cidade 11	2.768	1.384	49.469	53.622
27	Cidade 12	5.444	2.722	97.307	105.473
<b>TOTAL</b>		<b>1.124.469</b>	<b>571.529</b>	<b>13.557.808</b>	<b>15.253.806</b>

**Quadro 12: Cobrança pelo uso da água – Rio Paraíba do Sul, trecho paulista  
Resultados da Simulação a2**

Ponto	Usuário	Cobrança (R\$/ano)			
		Captação	Consumo	Diluição	Total
1	Cidade 1	4.953	100.856	115.715	115.715
2	Cidade 2	7.198	146.570	168.163	168.163
3	Indústria 1 - Celulose e Papel	3.699	113.036	124.134	124.134
4	Cidade 3	77.398	1.397.173	1.629.366	1.629.366
5	Indústria 2 - Química	387	8.743	9.903	9.903
6	Indústria 3 - Bebidas	12.392	22.879	41.467	41.467
7	Cidade 4	242.462	3.314.834	4.042.221	4.042.221
8	Indústria 4 - Laticínios	66	2.767	2.966	2.966
9	Indústria 5 - Artefatos de plástico	50	1.137	1.289	1.289
10	Cidade 5	29.012	465.328	552.365	552.365
11	Cidade 6	105.562	1.650.812	1.967.497	1.967.497
12	Cidade 7	5.370	98.719	114.829	114.829
13	Indústria 6 - Química	374	8.352	9.474	9.474
14	Cidade 8	13.550	272.555	313.206	313.206
15	Cidade 9	45.569	781.288	917.993	917.993
16	Indústria 7 - Química	1.441	32.216	36.541	36.541
17	Indústria 8 - Laticínios	922	38.473	41.238	41.238
18	Indústria 9 - Explosivos	1.450	46.210	50.558	50.558
19	Cidade 10	8.739	175.596	201.812	201.812
20	Indústria 10 - Química	178	3.974	4.508	4.508
21	Indústria 11 - Laminados	76	3.049	3.279	3.279
22	Indústria 12 - Prod. Inorgânicos	402	8.981	10.187	10.187
23	Indústria 13 - Celulose e Papel	5.280	159.843	175.683	175.683
24	Indústria 14 - Laticínios	707	29.506	31.628	31.628
25	Indústria 15 - Prod. Inorgânicos	185	4.133	4.688	4.688
26	Cidade 11	1.384	32.957	37.110	37.110
27	Cidade 12	2.722	64.831	72.998	72.998
<b>TOTAL</b>		<b>1.124.469</b>	<b>571.529</b>	<b>8.984.819</b>	<b>10.680.817</b>

**Quadro 13: Cobrança pelo uso da água – Rio Paraíba do Sul, trecho paulista  
Resultados da Simulação a3**

Ponto	Usuário	Cobrança (R\$/ano)			
		Captação	Consumo	Diluição	Total
1	Cidade 1	4.953	50.270	65.129	65.129
2	Cidade 2	7.198	73.055	94.649	94.649
3	Indústria 1 - Celulose e Papel	3.699	79.337	90.435	90.435
4	Cidade 3	77.398	696.561	928.754	928.754
5	Indústria 2 - Química	387	6.367	7.527	7.527
6	Indústria 3 - Bebidas	12.392	16.286	34.875	34.875
7	Cidade 4	242.462	1.536.171	2.263.558	2.263.558
8	Indústria 4 - Laticínios	66	1.699	1.897	1.897
9	Indústria 5 - Artefatos de plástico	50	829	980	980
10	Cidade 5	29.012	213.193	300.230	300.230
11	Cidade 6	105.562	824.523	1.141.209	1.141.209
12	Cidade 7	5.370	47.000	63.110	63.110
13	Indústria 6 - Química	374	6.113	7.234	7.234
14	Cidade 8	13.550	136.187	176.839	176.839
15	Cidade 9	45.569	383.111	519.816	519.816
16	Indústria 7 - Química	1.441	23.580	27.904	27.904
17	Indústria 8 - Laticínios	922	23.625	26.390	26.390
18	Indústria 9 - Explosivos	1.450	46.210	50.558	50.558
19	Cidade 10	8.739	87.697	113.913	113.913
20	Indústria 10 - Química	178	2.908	3.442	3.442
21	Indústria 11 - Laminados	76	3.049	3.279	3.279
22	Indústria 12 - Prod. Inorgânicos	402	6.573	7.780	7.780
23	Indústria 13 - Celulose e Papel	5.280	112.581	128.420	128.420
24	Indústria 14 - Laticínios	707	18.117	20.239	20.239
25	Indústria 15 - Prod. Inorgânicos	185	3.025	3.580	3.580
26	Cidade 11	1.384	16.456	20.609	20.609
27	Cidade 12	2.722	32.376	40.542	40.542
<b>TOTAL</b>		<b>1.124.469</b>	<b>571.529</b>	<b>4.446.900</b>	<b>6.142.898</b>

**Quadro 14: Cobrança pelo uso da água – Rio Paraíba do Sul, trecho paulista  
Resultados da Simulação b1**

Ponto	Usuário	Cobrança (R\$/ano)			
		Captação	Consumo	Diluição	Total
1	Cidade 1	4.953	303.043	317.902	166.380
2	Cidade 2	7.198	440.398	461.991	241.792
3	Indústria 1 - Celulose e Papel	3.699	270.650	281.749	146.424
4	Cidade 3	77.398	4.197.596	4.429.788	2.330.990
5	Indústria 2 - Química	387	20.242	21.402	11.281
6	Indústria 3 - Bebidas	12.392	54.095	72.684	45.636
7	Cidade 4	242.462	10.308.240	11.035.627	5.881.507
8	Indústria 4 - Laticínios	66	7.356	7.555	3.877
9	Indústria 5 - Artefatos de plástico	50	2.631	2.782	1.467
10	Cidade 5	29.012	1.454.399	1.541.436	814.236
11	Cidade 6	105.562	4.955.082	5.271.767	2.794.226
12	Cidade 7	5.370	303.234	319.344	167.727
13	Indústria 6 - Química	374	19.246	20.367	10.744
14	Cidade 8	13.550	817.936	858.587	449.619
15	Cidade 9	45.569	2.366.463	2.503.168	1.319.937
16	Indústria 7 - Química	1.441	74.234	78.558	41.441
17	Indústria 8 - Laticínios	922	102.253	105.018	53.892
18	Indústria 9 - Explosivos	1.450	92.419	96.768	50.558
19	Cidade 10	8.739	527.092	553.307	289.761
20	Indústria 10 - Química	178	9.157	9.691	5.112
21	Indústria 11 - Laminados	76	6.099	6.328	3.279
22	Indústria 12 - Prod. Inorgânicos	402	20.694	21.901	11.554
23	Indústria 13 - Celulose e Papel	5.280	381.554	397.393	206.616
24	Indústria 14 - Laticínios	707	78.427	80.549	41.335
25	Indústria 15 - Prod. Inorgânicos	185	9.523	10.078	5.317
26	Cidade 11	1.384	98.939	103.091	53.622
27	Cidade 12	2.722	194.614	202.780	105.473
<b>TOTAL</b>		<b>1.124.469</b>	<b>571.529</b>	<b>27.115.615</b>	<b>28.811.613</b>

**Quadro 15: Cobrança pelo uso da água – Rio Paraíba do Sul, trecho paulista  
Resultados da Simulação b2**

Ponto	Usuário	Cobrança (R\$/ano)			
		Captação	Consumo	Diluição	Total
1	Cidade 1	9.906	4.953	201.713	216.571
2	Cidade 2	14.396	7.198	293.139	314.733
3	Indústria 1 - Celulose e Papel	7.399	3.699	226.071	237.170
4	Cidade 3	154.795	77.398	2.794.347	3.026.539
5	Indústria 2 - Química	773	387	17.486	18.646
6	Indústria 3 - Bebidas	6.196	12.392	45.757	64.346
7	Cidade 4	484.925	242.462	6.629.668	7.357.055
8	Indústria 4 - Laticínios	132	66	5.534	5.733
9	Indústria 5 - Artefatos de plástico	101	50	2.275	2.426
10	Cidade 5	58.025	29.012	930.657	1.017.693
11	Cidade 6	211.123	105.562	3.301.623	3.618.308
12	Cidade 7	10.740	5.370	197.438	213.548
13	Indústria 6 - Química	747	374	16.705	17.826
14	Cidade 8	27.101	13.550	545.110	585.762
15	Cidade 9	91.137	45.569	1.562.575	1.699.281
16	Indústria 7 - Química	2.883	1.441	64.433	68.757
17	Indústria 8 - Laticínios	1.844	922	76.946	79.711
18	Indústria 9 - Explosivos	2.899	1.450	92.419	96.768
19	Cidade 10	17.477	8.739	351.192	377.408
20	Indústria 10 - Química	356	178	7.948	8.482
21	Indústria 11 - Laminados	153	76	6.099	6.328
22	Indústria 12 - Prod. Inorgânicos	804	402	17.962	19.168
23	Indústria 13 - Celulose e Papel	10.560	5.280	319.687	335.526
24	Indústria 14 - Laticínios	1.415	707	59.012	61.134
25	Indústria 15 - Prod. Inorgânicos	370	185	8.266	8.821
26	Cidade 11	2.768	1.384	65.915	70.067
27	Cidade 12	5.444	2.722	129.663	137.829
<b>TOTAL</b>		<b>1.124.469</b>	<b>571.529</b>	<b>17.969.638</b>	<b>19.665.636</b>

**Quadro 16: Cobrança pelo uso da água – Rio Paraíba do Sul, trecho paulista  
Resultados da Simulação b3**

Ponto	Usuário	Cobrança (R\$/ano)			
		Captação	Consumo	Diluição	Total
1	Cidade 1	9.906	4.953	100.540	115.399
2	Cidade 2	14.396	7.198	146.110	167.704
3	Indústria 1 - Celulose e Papel	7.399	3.699	158.673	169.772
4	Cidade 3	154.795	77.398	1.393.123	1.625.315
5	Indústria 2 - Química	773	387	12.734	13.894
6	Indústria 3 - Bebidas	6.196	12.392	32.572	51.161
7	Cidade 4	484.925	242.462	3.072.342	3.799.729
8	Indústria 4 - Laticínios	132	66	3.397	3.596
9	Indústria 5 - Artefatos de plástico	101	50	1.658	1.810
10	Cidade 5	58.025	29.012	426.386	513.422
11	Cidade 6	211.123	105.562	1.649.047	1.965.732
12	Cidade 7	10.740	5.370	94.000	110.110
13	Indústria 6 - Química	747	374	12.227	13.348
14	Cidade 8	27.101	13.550	272.375	313.026
15	Cidade 9	91.137	45.569	766.221	902.927
16	Indústria 7 - Química	2.883	1.441	47.160	51.484
17	Indústria 8 - Laticínios	1.844	922	47.250	50.015
18	Indústria 9 - Explosivos	2.899	1.450	92.419	96.768
19	Cidade 10	17.477	8.739	175.394	201.610
20	Indústria 10 - Química	356	178	5.817	6.351
21	Indústria 11 - Laminados	153	76	6.099	6.328
22	Indústria 12 - Prod. Inorgânicos	804	402	13.146	14.353
23	Indústria 13 - Celulose e Papel	10.560	5.280	225.161	241.001
24	Indústria 14 - Laticínios	1.415	707	36.234	38.356
25	Indústria 15 - Prod. Inorgânicos	370	185	6.050	6.605
26	Cidade 11	2.768	1.384	32.913	37.065
27	Cidade 12	5.444	2.722	64.752	72.918
<b>TOTAL</b>		<b>1.124.469</b>	<b>571.529</b>	<b>8.893.800</b>	<b>10.589.798</b>

**Quadro 17: Cobrança pelo uso da água – Rio Paraíba do Sul, trecho paulista  
Resultados da Simulação c1**

Ponto	Usuário	Cobrança (R\$/ano)			
		Captação	Consumo	Diluição	Total
1	Cidade 1	9.906	4.953	454.564	469.423
2	Cidade 2	14.396	7.198	660.596	682.190
3	Indústria 1 - Celulose e Papel	7.399	3.699	405.976	417.074
4	Cidade 3	154.795	77.398	6.296.393	6.528.586
5	Indústria 2 - Química	773	387	30.363	31.523
6	Indústria 3 - Bebidas	6.196	12.392	81.143	99.732
7	Cidade 4	484.925	242.462	15.462.360	16.189.747
8	Indústria 4 - Laticínios	132	66	11.034	11.233
9	Indústria 5 - Artefatos de plástico	101	50	3.946	4.098
10	Cidade 5	58.025	29.012	2.181.598	2.268.635
11	Cidade 6	211.123	105.562	7.432.623	7.749.308
12	Cidade 7	10.740	5.370	454.852	470.962
13	Indústria 6 - Química	747	374	28.869	29.990
14	Cidade 8	27.101	13.550	1.226.904	1.267.555
15	Cidade 9	91.137	45.569	3.549.694	3.686.400
16	Indústria 7 - Química	2.883	1.441	111.351	115.675
17	Indústria 8 - Laticínios	1.844	922	153.379	156.145
18	Indústria 9 - Explosivos	2.899	1.450	138.629	142.977
19	Cidade 10	17.477	8.739	790.638	816.853
20	Indústria 10 - Química	356	178	13.735	14.269
21	Indústria 11 - Laminados	153	76	9.148	9.378
22	Indústria 12 - Prod. Inorgânicos	804	402	31.042	32.248
23	Indústria 13 - Celulose e Papel	10.560	5.280	572.330	588.170
24	Indústria 14 - Laticínios	1.415	707	117.640	119.762
25	Indústria 15 - Prod. Inorgânicos	370	185	14.285	14.840
26	Cidade 11	2.768	1.384	148.408	152.560
27	Cidade 12	5.444	2.722	291.921	300.088
<b>TOTAL</b>		<b>1.124.469</b>	<b>571.529</b>	<b>40.673.423</b>	<b>42.369.421</b>

**Quadro 18: Cobrança pelo uso da água – Rio Paraíba do Sul, trecho paulista  
Resultados da Simulação c2**

Ponto	Usuário	Cobrança (R\$/ano)			
		Captação	Consumo	Diluição	Total
1	Cidade 1	9.906	4.953	302.569	317.428
2	Cidade 2	14.396	7.198	439.709	461.302
3	Indústria 1 - Celulose e Papel	7.399	3.699	339.107	350.205
4	Cidade 3	154.795	77.398	4.191.520	4.423.712
5	Indústria 2 - Química	773	387	26.229	27.389
6	Indústria 3 - Bebidas	6.196	12.392	68.636	87.224
7	Cidade 4	484.925	242.462	9.944.502	10.671.889
8	Indústria 4 - Laticínios	132	66	8.301	8.500
9	Indústria 5 - Artefatos de plástico	101	50	3.412	3.563
10	Cidade 5	58.025	29.012	1.395.985	1.483.022
11	Cidade 6	211.123	105.562	4.952.435	5.269.120
12	Cidade 7	10.740	5.370	296.157	312.267
13	Indústria 6 - Química	747	374	25.057	26.178
14	Cidade 8	27.101	13.550	817.666	858.317
15	Cidade 9	91.137	45.569	2.343.863	2.480.569
16	Indústria 7 - Química	2.883	1.441	96.649	100.974
17	Indústria 8 - Laticínios	1.844	922	115.418	118.184
18	Indústria 9 - Explosivos	2.899	1.450	138.629	142.977
19	Cidade 10	17.477	8.739	526.788	553.004
20	Indústria 10 - Química	356	178	11.922	12.455
21	Indústria 11 - Laminados	153	76	9.148	9.378
22	Indústria 12 - Prod. Inorgânicos	804	402	26.943	28.149
23	Indústria 13 - Celulose e Papel	10.560	5.280	479.530	495.370
24	Indústria 14 - Laticínios	1.415	707	88.518	90.640
25	Indústria 15 - Prod. Inorgânicos	370	185	12.398	12.954
26	Cidade 11	2.768	1.384	98.872	103.024
27	Cidade 12	5.444	2.722	194.494	202.661
<b>TOTAL</b>		<b>1.124.469</b>	<b>571.529</b>	<b>26.954.457</b>	<b>28.650.455</b>

**Quadro 19: Cobrança pelo uso da água – Rio Paraíba do Sul, trecho paulista  
Resultados da Simulação c3**

Ponto	Usuário	Cobrança (R\$/ano)			
		Captação	Consumo	Diluição	Total
1	Cidade 1	9.906	4.953	150.810	165.669
2	Cidade 2	14.396	7.198	219.165	240.759
3	Indústria 1 - Celulose e Papel	7.399	3.699	238.010	249.109
4	Cidade 3	154.795	77.398	2.089.684	2.321.877
5	Indústria 2 - Química	773	387	19.101	20.261
6	Indústria 3 - Bebidas	6.196	12.392	48.858	67.447
7	Cidade 4	484.925	242.462	4.608.513	5.335.900
8	Indústria 4 - Laticínios	132	66	5.096	5.295
9	Indústria 5 - Artefatos de plástico	101	50	2.487	2.639
10	Cidade 5	58.025	29.012	639.578	726.615
11	Cidade 6	211.123	105.562	2.473.570	2.790.255
12	Cidade 7	10.740	5.370	141.000	157.110
13	Indústria 6 - Química	747	374	18.340	19.461
14	Cidade 8	27.101	13.550	408.562	449.214
15	Cidade 9	91.137	45.569	1.149.332	1.286.038
16	Indústria 7 - Química	2.883	1.441	70.740	75.064
17	Indústria 8 - Laticínios	1.844	922	70.875	73.640
18	Indústria 9 - Explosivos	2.899	1.450	138.629	142.977
19	Cidade 10	17.477	8.739	263.091	289.307
20	Indústria 10 - Química	356	178	8.725	9.259
21	Indústria 11 - Laminados	153	76	9.148	9.378
22	Indústria 12 - Prod. Inorgânicos	804	402	19.720	20.926
23	Indústria 13 - Celulose e Papel	10.560	5.280	337.742	353.581
24	Indústria 14 - Laticínios	1.415	707	54.351	56.473
25	Indústria 15 - Prod. Inorgânicos	370	185	9.074	9.630
26	Cidade 11	2.768	1.384	49.369	53.522
27	Cidade 12	5.444	2.722	97.127	105.294
<b>TOTAL</b>		<b>1.124.469</b>	<b>571.529</b>	<b>13.340.700</b>	<b>15.036.698</b>

**Quadro 20: Cobrança pelo uso da água – Rio Paraíba do Sul, trecho paulista  
Resultados da Simulação d1**

Ponto	Usuário	Cobrança (R\$/ano)			
		Captação	Consumo	Diluição	Total
1	Cidade 1	9.906	4.953	606.086	620.945
2	Cidade 2	14.396	7.198	880.795	902.389
3	Indústria 1 - Celulose e Papel	7.399	3.699	541.301	552.399
4	Cidade 3	154.795	77.398	8.395.191	8.627.384
5	Indústria 2 - Química	773	387	40.483	41.643
6	Indústria 3 - Bebidas	6.196	12.392	108.191	126.780
7	Cidade 4	484.925	242.462	20.616.480	21.343.867
8	Indústria 4 - Laticínios	132	66	14.712	14.911
9	Indústria 5 - Artefatos de plástico	101	50	5.262	5.413
10	Cidade 5	58.025	29.012	2.908.798	2.995.835
11	Cidade 6	211.123	105.562	9.910.164	10.226.849
12	Cidade 7	10.740	5.370	606.469	622.579
13	Indústria 6 - Química	747	374	38.492	39.613
14	Cidade 8	27.101	13.550	1.635.872	1.676.523
15	Cidade 9	91.137	45.569	4.732.925	4.869.631
16	Indústria 7 - Química	2.883	1.441	148.468	152.792
17	Indústria 8 - Laticínios	1.844	922	204.506	207.271
18	Indústria 9 - Explosivos	2.899	1.450	184.838	189.187
19	Cidade 10	17.477	8.739	1.054.184	1.080.399
20	Indústria 10 - Química	356	178	18.314	18.848
21	Indústria 11 - Laminados	153	76	12.198	12.427
22	Indústria 12 - Prod. Inorgânicos	804	402	41.389	42.595
23	Indústria 13 - Celulose e Papel	10.560	5.280	763.107	778.947
24	Indústria 14 - Laticínios	1.415	707	156.854	158.976
25	Indústria 15 - Prod. Inorgânicos	370	185	19.046	19.601
26	Cidade 11	2.768	1.384	197.877	202.030
27	Cidade 12	5.444	2.722	389.228	397.395
<b>TOTAL</b>		<b>1.124.469</b>	<b>571.529</b>	<b>54.231.230</b>	<b>55.927.228</b>

**Quadro 21: Cobrança pelo uso da água – Rio Paraíba do Sul, trecho paulista  
Resultados da Simulação d2**

Ponto	Usuário	Cobrança (R\$/ano)			
		Captação	Consumo	Diluição	Total
1	Cidade 1	9.906	4.953	403.425	418.284
2	Cidade 2	14.396	7.198	586.278	607.872
3	Indústria 1 - Celulose e Papel	7.399	3.699	452.143	463.241
4	Cidade 3	154.795	77.398	5.588.693	5.820.886
5	Indústria 2 - Química	773	387	34.972	36.132
6	Indústria 3 - Bebidas	6.196	12.392	91.514	110.103
7	Cidade 4	484.925	242.462	13.259.336	13.986.723
8	Indústria 4 - Laticínios	132	66	11.068	11.267
9	Indústria 5 - Artefatos de plástico	101	50	4.549	4.701
10	Cidade 5	58.025	29.012	1.861.313	1.948.350
11	Cidade 6	211.123	105.562	6.603.246	6.919.931
12	Cidade 7	10.740	5.370	394.875	410.985
13	Indústria 6 - Química	747	374	33.410	34.531
14	Cidade 8	27.101	13.550	1.090.221	1.130.872
15	Cidade 9	91.137	45.569	3.125.151	3.261.856
16	Indústria 7 - Química	2.883	1.441	128.866	133.190
17	Indústria 8 - Laticínios	1.844	922	153.891	156.657
18	Indústria 9 - Explosivos	2.899	1.450	184.838	189.187
19	Cidade 10	17.477	8.739	702.385	728.600
20	Indústria 10 - Química	356	178	15.895	16.429
21	Indústria 11 - Laminados	153	76	12.198	12.427
22	Indústria 12 - Prod. Inorgânicos	804	402	35.923	37.130
23	Indústria 13 - Celulose e Papel	10.560	5.280	639.373	655.213
24	Indústria 14 - Laticínios	1.415	707	118.024	120.146
25	Indústria 15 - Prod. Inorgânicos	370	185	16.531	17.086
26	Cidade 11	2.768	1.384	131.829	135.982
27	Cidade 12	5.444	2.722	259.326	267.492
<b>TOTAL</b>		<b>1.124.469</b>	<b>571.529</b>	<b>35.939.276</b>	<b>37.635.274</b>

**Quadro 22: Cobrança pelo uso da água – Rio Paraíba do Sul, trecho paulista  
Resultados da Simulação d3**

Ponto	Usuário	Cobrança (R\$/ano)			
		Captação	Consumo	Diluição	Total
1	Cidade 1	9.906	4.953	201.081	215.939
2	Cidade 2	14.396	7.198	292.221	313.814
3	Indústria 1 - Celulose e Papel	7.399	3.699	317.347	328.445
4	Cidade 3	154.795	77.398	2.786.246	3.018.438
5	Indústria 2 - Química	773	387	25.469	26.629
6	Indústria 3 - Bebidas	6.196	12.392	65.144	83.733
7	Cidade 4	484.925	242.462	6.144.684	6.872.071
8	Indústria 4 - Laticínios	132	66	6.795	6.993
9	Indústria 5 - Artefatos de plástico	101	50	3.316	3.468
10	Cidade 5	58.025	29.012	852.771	939.808
11	Cidade 6	211.123	105.562	3.298.093	3.614.778
12	Cidade 7	10.740	5.370	188.001	204.111
13	Indústria 6 - Química	747	374	24.453	25.574
14	Cidade 8	27.101	13.550	544.750	585.401
15	Cidade 9	91.137	45.569	1.532.442	1.669.148
16	Indústria 7 - Química	2.883	1.441	94.320	98.644
17	Indústria 8 - Laticínios	1.844	922	94.500	97.265
18	Indústria 9 - Explosivos	2.899	1.450	184.838	189.187
19	Cidade 10	17.477	8.739	350.788	377.003
20	Indústria 10 - Química	356	178	11.634	12.168
21	Indústria 11 - Laminados	153	76	12.198	12.427
22	Indústria 12 - Prod. Inorgânicos	804	402	26.293	27.499
23	Indústria 13 - Celulose e Papel	10.560	5.280	450.322	466.162
24	Indústria 14 - Laticínios	1.415	707	72.467	74.589
25	Indústria 15 - Prod. Inorgânicos	370	185	12.099	12.655
26	Cidade 11	2.768	1.384	65.826	69.978
27	Cidade 12	5.444	2.722	129.503	137.670
<b>TOTAL</b>		<b>1.124.469</b>	<b>571.529</b>	<b>17.787.599</b>	<b>19.483.598</b>

**Quadro 23: Cobrança pelo uso da água – Rio Paraíba do Sul, trecho paulista  
Resultados da Simulação e1**

Ponto	Usuário	Cobrança (R\$/ano)			
		Captação	Consumo	Diluição	Total
1	Cidade 1	9.906	4.953	757.607	772.466
2	Cidade 2	14.396	7.198	1.100.994	1.122.587
3	Indústria 1 - Celulose e Papel	7.399	3.699	676.626	687.725
4	Cidade 3	154.795	77.398	10.493.989	10.726.181
5	Indústria 2 - Química	773	387	50.604	51.764
6	Indústria 3 - Bebidas	6.196	12.392	135.239	153.827
7	Cidade 4	484.925	242.462	25.770.601	26.497.987
8	Indústria 4 - Laticínios	132	66	18.390	18.589
9	Indústria 5 - Artefatos de plástico	101	50	6.577	6.729
10	Cidade 5	58.025	29.012	3.635.997	3.723.034
11	Cidade 6	211.123	105.562	12.387.705	12.704.390
12	Cidade 7	10.740	5.370	758.086	774.196
13	Indústria 6 - Química	747	374	48.115	49.236
14	Cidade 8	27.101	13.550	2.044.840	2.085.491
15	Cidade 9	91.137	45.569	5.916.157	6.052.862
16	Indústria 7 - Química	2.883	1.441	185.585	189.909
17	Indústria 8 - Laticínios	1.844	922	255.632	258.398
18	Indústria 9 - Explosivos	2.899	1.450	231.048	235.396
19	Cidade 10	17.477	8.739	1.317.730	1.343.945
20	Indústria 10 - Química	356	178	22.892	23.426
21	Indústria 11 - Laminados	153	76	15.247	15.477
22	Indústria 12 - Prod. Inorgânicos	804	402	51.736	52.943
23	Indústria 13 - Celulose e Papel	10.560	5.280	953.884	969.723
24	Indústria 14 - Laticínios	1.415	707	196.067	198.189
25	Indústria 15 - Prod. Inorgânicos	370	185	23.808	24.363
26	Cidade 11	2.768	1.384	247.347	251.499
27	Cidade 12	5.444	2.722	486.535	494.702
<b>TOTAL</b>		<b>1.124.469</b>	<b>571.529</b>	<b>67.789.038</b>	<b>69.485.036</b>

**Quadro 24: Cobrança pelo uso da água – Rio Paraíba do Sul, trecho paulista  
Resultados da Simulação e2**

Ponto	Usuário	Cobrança (R\$/ano)			
		Captação	Consumo	Diluição	Total
1	Cidade 1	9.906	4.953	504.282	519.140
2	Cidade 2	14.396	7.198	732.848	754.441
3	Indústria 1 - Celulose e Papel	7.399	3.699	565.178	576.277
4	Cidade 3	154.795	77.398	6.985.867	7.218.059
5	Indústria 2 - Química	773	387	43.715	44.875
6	Indústria 3 - Bebidas	6.196	12.392	114.393	132.982
7	Cidade 4	484.925	242.462	16.574.170	17.301.557
8	Indústria 4 - Laticínios	132	66	13.836	14.034
9	Indústria 5 - Artefatos de plástico	101	50	5.687	5.838
10	Cidade 5	58.025	29.012	2.326.641	2.413.678
11	Cidade 6	211.123	105.562	8.254.058	8.570.743
12	Cidade 7	10.740	5.370	493.594	509.704
13	Indústria 6 - Química	747	374	41.762	42.883
14	Cidade 8	27.101	13.550	1.362.776	1.403.427
15	Cidade 9	91.137	45.569	3.906.438	4.043.144
16	Indústria 7 - Química	2.883	1.441	161.082	165.406
17	Indústria 8 - Laticínios	1.844	922	192.364	195.129
18	Indústria 9 - Explosivos	2.899	1.450	231.048	235.396
19	Cidade 10	17.477	8.739	877.981	904.196
20	Indústria 10 - Química	356	178	19.869	20.403
21	Indústria 11 - Laminados	153	76	15.247	15.477
22	Indústria 12 - Prod. Inorgânicos	804	402	44.904	46.111
23	Indústria 13 - Celulose e Papel	10.560	5.280	799.217	815.056
24	Indústria 14 - Laticínios	1.415	707	147.530	149.652
25	Indústria 15 - Prod. Inorgânicos	370	185	20.664	21.219
26	Cidade 11	2.768	1.384	164.787	168.939
27	Cidade 12	5.444	2.722	324.157	332.324
<b>TOTAL</b>		<b>1.124.469</b>	<b>571.529</b>	<b>44.924.095</b>	<b>46.620.093</b>

**Quadro 25: Cobrança pelo uso da água – Rio Paraíba do Sul, trecho paulista  
Resultados da Simulação e3**

Ponto	Usuário	Cobrança (R\$/ano)			
		Captação	Consumo	Diluição	Total
1	Cidade 1	9.906	4.953	251.351	266.209
2	Cidade 2	14.396	7.198	365.276	386.869
3	Indústria 1 - Celulose e Papel	7.399	3.699	396.684	407.782
4	Cidade 3	154.795	77.398	3.482.807	3.715.000
5	Indústria 2 - Química	773	387	31.836	32.996
6	Indústria 3 - Bebidas	6.196	12.392	81.430	100.019
7	Cidade 4	484.925	242.462	7.680.855	8.408.242
8	Indústria 4 - Laticínios	132	66	8.493	8.692
9	Indústria 5 - Artefatos de plástico	101	50	4.145	4.297
10	Cidade 5	58.025	29.012	1.065.964	1.153.001
11	Cidade 6	211.123	105.562	4.122.617	4.439.302
12	Cidade 7	10.740	5.370	235.001	251.111
13	Indústria 6 - Química	747	374	30.567	31.688
14	Cidade 8	27.101	13.550	680.937	721.589
15	Cidade 9	91.137	45.569	1.915.553	2.052.259
16	Indústria 7 - Química	2.883	1.441	117.900	122.224
17	Indústria 8 - Laticínios	1.844	922	118.124	120.890
18	Indústria 9 - Explosivos	2.899	1.450	231.048	235.396
19	Cidade 10	17.477	8.739	438.485	464.700
20	Indústria 10 - Química	356	178	14.542	15.076
21	Indústria 11 - Laminados	153	76	15.247	15.477
22	Indústria 12 - Prod. Inorgânicos	804	402	32.866	34.072
23	Indústria 13 - Celulose e Papel	10.560	5.280	562.903	578.742
24	Indústria 14 - Laticínios	1.415	707	90.584	92.706
25	Indústria 15 - Prod. Inorgânicos	370	185	15.124	15.679
26	Cidade 11	2.768	1.384	82.282	86.434
27	Cidade 12	5.444	2.722	161.879	170.045
<b>TOTAL</b>		<b>1.124.469</b>	<b>571.529</b>	<b>22.234.499</b>	<b>23.930.498</b>

O item a seguir apresenta os estudos relativos ao impacto da cobrança nos setores de saneamento e industrial.

### 3.6 Impacto da Cobrança nos Setores Usuários

#### 3.6.1 Setor Industrial

A avaliação do impacto da cobrança na indústria pode ser feita através da verificação do aumento percentual do seu custo de produção em decorrência do valor por ela pago pelo uso da água bruta.

O custo de produção é um dado contábil que consta do “Demonstrativo Anual de Resultados” ou “Balanco Anual” das empresas que, por sua vez, só é obrigatoriamente disponibilizado ao público pelas empresas constituídas na forma de sociedades anônimas de capital aberto. Portanto as empresas que não apresentam essa característica são dispensadas de apresentar publicamente seu balanço e, quase sempre, se negam a fornecê-lo a terceiros.

No caso específico do universo da amostra de indústria estudadas, apenas para duas delas, uma do setor papelero e outra do setor químico, foi possível acessar seus balanços.

Os resultados obtidos para esses dois casos mostram que, em todas as simulações efetuadas o valor da cobrança pelo uso da água tem, de modo geral, efeito marginal nos custos operacionais das empresas, atingindo no máximo 0,04% destes. Os Quadros 26 a 30 apresentam o cálculo dos impactos na cobrança nas simulações realizadas.

**Quadro 26: Impacto da cobrança pelo uso da água nas indústrias – simulações a1, a2 e a3**

Nº	Usuários	Custo dos produtos (2006) (R\$10 <sup>3</sup> /ano)	Simulação a1		Simulação a2		Simulação a3	
			cobrança (R\$10 <sup>3</sup> /ano)	impacto (%)	cobrança (R\$10 <sup>3</sup> /ano)	impacto (%)	cobrança (R\$10 <sup>3</sup> /ano)	impacto (%)
3	Indústria 1	1.721.000	146,42	0,009	124,13	0,007	90,44	0,005
16	Indústria 7	2.558.814	41,44	0,002	36,54	0,001	27,90	0,001

**Quadro 27: Impacto da cobrança pelo uso da água nas indústrias – simulações b1, b2 e b3**

Nº	Usuários	Custo dos produtos (2006) (R\$10 <sup>3</sup> /ano)	Simulação b1		Simulação b2		Simulação b3	
			cobrança (R\$10 <sup>3</sup> /ano)	impacto (%)	cobrança (R\$10 <sup>3</sup> /ano)	impacto (%)	cobrança (R\$10 <sup>3</sup> /ano)	impacto (%)
3	Indústria 1	1.721.000	281,75	0,016	237,17	0,014	169,77	0,010
16	Indústria 7	2.558.814	78,56	0,003	68,76	0,003	51,48	0,002

**Quadro 28: Impacto da cobrança pelo uso da água nas indústrias – simulações c1, c2 e c3**

Nº	Usuários	Custo dos produtos (2006) (R\$10 <sup>3</sup> /ano)	Simulação c1		Simulação c2		Simulação c3	
			cobrança (R\$10 <sup>3</sup> /ano)	impacto (%)	cobrança (R\$10 <sup>3</sup> /ano)	impacto (%)	cobrança (R\$10 <sup>3</sup> /ano)	impacto (%)
3	Indústria 1	1.721.000	417,07	0,024	350,21	0,020	249,11	0,014
16	Indústria 7	2.558.814	115,68	0,005	100,97	0,004	75,06	0,003

**Quadro 29: Impacto da cobrança pelo uso da água nas indústrias – simulações d1, d2 e d3**

Nº	Usuários	Custo dos produtos (2006) (R\$10 <sup>3</sup> /ano)	Simulação d1		Simulação d2		Simulação d3	
			cobrança (R\$10 <sup>3</sup> /ano)	impacto (%)	cobrança (R\$10 <sup>3</sup> /ano)	impacto (%)	cobrança (R\$10 <sup>3</sup> /ano)	impacto (%)
3	Indústria 1	1.721.000	552,40	0,032	463,24	0,027	328,45	0,019
16	Indústria 7	2.558.814	152,79	0,006	133,19	0,005	98,64	0,004

**Quadro 30: Impacto da cobrança pelo uso da água nas indústrias – simulações e1, e2 e e3**

Nº	Usuários	Custo dos produtos (2006) (R\$10 <sup>3</sup> /ano)	Simulação e1		Simulação e2		Simulação e3	
			cobrança (R\$10 <sup>3</sup> /ano)	impacto (%)	cobrança (R\$10 <sup>3</sup> /ano)	impacto (%)	cobrança (R\$10 <sup>3</sup> /ano)	impacto (%)
3	Indústria 1	1.721.000	687,72	0,040	576,28	0,033	407,78	0,024
16	Indústria 7	2.558.814	189,91	0,007	165,41	0,006	122,22	0,005

### 3.6.2 Setor de Saneamento

Conhecidos os dados das populações urbanas das localidades e as vazões captadas, foi possível a avaliação do impacto da cobrança pelo uso da água sobre a conta do consumidor residencial final, utilizando-se para isso os seguintes critérios básicos:

- O consumo médio por domicílio, em m<sup>3</sup>/mês, foi calculado considerando-se quatro habitantes por domicílio e perdas físicas da ordem de 20%.
- Para o cálculo do gasto médio por domicílio com água e esgotos, foi tomado como base o quadro de tarifas da SAESP, para residências de consumo normal e expresso em volume unitário consumido, resultando em um gasto expresso em R\$/m<sup>3</sup>.
- O impacto sobre a conta do consumidor residência final foi obtido através da relação entre o custo da cobrança em relação ao gasto com água e esgoto, por domicílio, expresso em %.

Os Quadros 31 a 35 apresentados a seguir reúnem os resultados do cálculo dos impactos da cobrança em cada simulação realizada.

**Quadro 31: Impacto da cobrança pelo uso da água das cidades – simulações a1, a2 e a3**

Nº	Usuários	População Urbana 2003	Q capt. (m <sup>3</sup> /s)	Consumo médio domicílio (m <sup>3</sup> /mês)	Gasto médio domicílio (R\$/m <sup>3</sup> )	Simulação a1		Simulação a2		Simulação a3	
						cobrança (R\$/ano)	impacto (%)	cobrança (R\$/ano)	impacto (%)	cobrança (R\$/ano)	impacto (%)
1	Cidade 1	12.717	0,039	26,68	4,27	166.380	3,83	115.715	2,66	65.129	1,50
2	Cidade 2	18.481	0,057	26,68	4,27	241.792	3,83	168.163	2,66	94.649	1,50
4	Cidade 3	176.143	0,614	30,10	4,84	2.330.990	3,03	1.629.366	2,12	928.754	1,21
7	Cidade 4	485.585	1,922	34,20	5,38	5.881.507	2,20	4.042.221	1,51	2.263.558	0,85
10	Cidade 5	69.171	0,230	28,73	4,63	814.236	2,95	552.365	2,00	300.230	1,09
11	Cidade 6	211.411	0,837	34,20	5,38	2.794.226	2,40	1.967.497	1,69	1.141.209	0,98
12	Cidade 7	13.788	0,043	26,68	4,27	167.727	3,56	114.829	2,44	63.110	1,34
14	Cidade 8	34.792	0,107	26,68	4,27	449.619	3,78	313.206	2,64	176.839	1,49
15	Cidade 9	103.706	0,361	30,10	4,84	1.319.937	2,91	917.993	2,03	519.816	1,15
19	Cidade 10	22.437	0,069	26,68	4,27	289.761	3,78	201.812	2,63	113.913	1,49
26	Cidade 11	4.200	0,011	22,57	3,35	53.622	5,62	37.110	3,89	20.609	2,16
27	Cidade 12	8.260	0,022	22,57	3,35	105.473	5,62	72.998	3,89	40.542	2,16

**Quadro 32: Impacto da cobrança pelo uso da água das cidades – simulações b1, b2 e b3**

Nº	Usuários	População Urbana 2003	Q capt. (m <sup>3</sup> /s)	Consumo médio domicílio (m <sup>3</sup> /mês)	Gasto médio domicílio (R\$/m <sup>3</sup> )	Simulação b1		Simulação b2		Simulação b3	
						cobrança (R\$/ano)	impacto (%)	cobrança (R\$/ano)	impacto (%)	cobrança (R\$/ano)	impacto (%)
1	Cidade 1	12.717	0,039	26,68	4,27	317.902	7,32	216.571	4,99	115.399	2,66
2	Cidade 2	18.481	0,057	26,68	4,27	461.991	7,32	314.733	4,99	167.704	2,66
4	Cidade 3	176.143	0,614	30,10	4,84	4.429.788	5,75	3.026.539	3,93	1.625.315	2,11
7	Cidade 4	485.585	1,922	34,20	5,38	11.035.627	4,12	7.357.055	2,75	3.799.729	1,42
10	Cidade 5	69.171	0,230	28,73	4,63	1.541.436	5,59	1.017.693	3,69	513.422	1,86
11	Cidade 6	211.411	0,837	34,20	5,38	5.271.767	4,52	3.618.308	3,10	1.965.732	1,69
12	Cidade 7	13.788	0,043	26,68	4,27	319.344	6,78	213.548	4,53	110.110	2,34
14	Cidade 8	34.792	0,107	26,68	4,27	858.587	7,22	585.762	4,93	313.026	2,63
15	Cidade 9	103.706	0,361	30,10	4,84	2.503.168	5,52	1.699.281	3,75	902.927	1,99
19	Cidade 10	22.437	0,069	26,68	4,27	553.307	7,22	377.408	4,92	201.610	2,63
26	Cidade 11	4.200	0,011	22,57	3,35	103.091	10,81	70.067	7,35	37.065	3,89
27	Cidade 12	8.260	0,022	22,57	3,35	202.780	10,81	137.829	7,35	72.918	3,89

**Quadro 33: Impacto da cobrança pelo uso da água das cidades – simulações c1, c2 e c3**

Nº	Usuários	População Urbana 2003	Q capt. (m <sup>3</sup> /s)	Consumo médio domicílio (m <sup>3</sup> /mês)	Gasto médio domicílio (R\$/m <sup>3</sup> )	Simulação c1		Simulação c2		Simulação c3	
						cobrança (R\$/ano)	impacto (%)	cobrança (R\$/ano)	impacto (%)	cobrança (R\$/ano)	impacto (%)
1	Cidade 1	12.717	0,039	26,68	4,27	469.423	10,81	317.428	7,31	165.669	3,81
2	Cidade 2	18.481	0,057	26,68	4,27	682.190	10,81	461.302	7,31	240.759	3,81
4	Cidade 3	176.143	0,614	30,10	4,84	6.528.586	8,48	4.423.712	5,75	2.321.877	3,02
7	Cidade 4	485.585	1,922	34,20	5,38	16.189.747	6,05	10.671.889	3,98	5.335.900	1,99
10	Cidade 5	69.171	0,230	28,73	4,63	2.268.635	8,22	1.483.022	5,38	726.615	2,63
11	Cidade 6	211.411	0,837	34,20	5,38	7.749.308	6,65	5.269.120	4,52	2.790.255	2,39
12	Cidade 7	13.788	0,043	26,68	4,27	470.962	10,00	312.267	6,63	157.110	3,34
14	Cidade 8	34.792	0,107	26,68	4,27	1.267.555	10,67	858.317	7,22	449.214	3,78
15	Cidade 9	103.706	0,361	30,10	4,84	3.686.400	8,13	2.480.569	5,47	1.286.038	2,84
19	Cidade 10	22.437	0,069	26,68	4,27	816.853	10,66	553.004	7,22	289.307	3,77
26	Cidade 11	4.200	0,011	22,57	3,35	152.560	15,99	103.024	10,80	53.522	5,61
27	Cidade 12	8.260	0,022	22,57	3,35	300.088	16,00	202.661	10,80	105.294	5,61

**Quadro 34: Impacto da cobrança pelo uso da água das cidades – simulações d1, d2 e d3**

Nº	Usuários	População Urbana 2003	Q capt. (m <sup>3</sup> /s)	Consumo médio domicílio (m <sup>3</sup> /mês)	Gasto médio domicílio (R\$/m <sup>3</sup> )	Simulação d1		Simulação d2		Simulação d3	
						cobrança (R\$/ano)	impacto (%)	cobrança (R\$/ano)	impacto (%)	cobrança (R\$/ano)	impacto (%)
1	Cidade 1	12.717	0,039	26,68	4,27	620.945	14,29	418.284	9,63	215.939	4,97
2	Cidade 2	18.481	0,057	26,68	4,27	902.389	14,29	607.872	9,63	313.814	4,97
4	Cidade 3	176.143	0,614	30,10	4,84	8.627.384	11,21	5.820.886	7,56	3.018.438	3,92
7	Cidade 4	485.585	1,922	34,20	5,38	21.343.867	7,97	13.986.723	5,22	6.872.071	2,57
10	Cidade 5	69.171	0,230	28,73	4,63	2.995.835	10,86	1.948.350	7,06	939.808	3,41
11	Cidade 6	211.411	0,837	34,20	5,38	10.226.849	8,77	6.919.931	5,93	3.614.778	3,10
12	Cidade 7	13.788	0,043	26,68	4,27	622.579	13,22	410.985	8,73	204.111	4,33
14	Cidade 8	34.792	0,107	26,68	4,27	1.676.523	14,11	1.130.872	9,52	585.401	4,93
15	Cidade 9	103.706	0,361	30,10	4,84	4.869.631	10,74	3.261.856	7,20	1.669.148	3,68
19	Cidade 10	22.437	0,069	26,68	4,27	1.080.399	14,10	728.600	9,51	377.003	4,92
26	Cidade 11	4.200	0,011	22,57	3,35	202.030	21,18	135.982	14,26	69.978	7,34
27	Cidade 12	8.260	0,022	22,57	3,35	397.395	21,18	267.492	14,26	137.670	7,34

**Quadro 35: Impacto da cobrança pelo uso da água nas cidades – simulações e1, e2 e e3**

Nº	Usuários	População Urbana 2003	Q capt. (m <sup>3</sup> /s)	Consumo médio domicílio (m <sup>3</sup> /mês)	Gasto médio domicílio (R\$/m <sup>3</sup> )	Simulação e1		Simulação e2		Simulação e3	
						cobrança (R\$/ano)	impacto (%)	cobrança (R\$/ano)	impacto (%)	cobrança (R\$/ano)	impacto (%)
1	Cidade 1	12.717	0,039	26,68	4,27	772.466	17,78	519.140	11,95	266.209	6,13
2	Cidade 2	18.481	0,057	26,68	4,27	1.122.587	17,78	754.441	11,95	386.869	6,13
4	Cidade 3	176.143	0,614	30,10	4,84	10.726.181	13,93	7.218.059	9,38	3.715.000	4,83
7	Cidade 4	485.585	1,922	34,20	5,38	26.497.987	9,89	17.301.557	6,46	8.408.242	3,14
10	Cidade 5	69.171	0,230	28,73	4,63	3.723.034	13,49	2.413.678	8,75	1.153.001	4,18
11	Cidade 6	211.411	0,837	34,20	5,38	12.704.390	10,90	8.570.743	7,35	4.439.302	3,81
12	Cidade 7	13.788	0,043	26,68	4,27	774.196	16,44	509.704	10,82	251.111	5,33
14	Cidade 8	34.792	0,107	26,68	4,27	2.085.491	17,55	1.403.427	11,81	721.589	6,07
15	Cidade 9	103.706	0,361	30,10	4,84	6.052.862	13,36	4.043.144	8,92	2.052.259	4,53
19	Cidade 10	22.437	0,069	26,68	4,27	1.343.945	17,53	904.196	11,80	464.700	6,06
26	Cidade 11	4.200	0,011	22,57	3,35	251.499	26,37	168.939	17,71	86.434	9,06
27	Cidade 12	8.260	0,022	22,57	3,35	494.702	26,37	332.324	17,72	170.045	9,07

### **3.7 Desenvolvimento de mecanismos de implantação e operacionalização da cobrança**

O CEIVAP, em sua deliberação N<sup>o</sup> 65/2006, resolveu postergar os estudos visando a implantação da cobrança pela vazão de diluição considerando a DBO e outros parâmetros relevantes para a qualidade da água na bacia para o ano de 2009. Essa mesma deliberação determinou que a Agência da Bacia (AGEVAP), já a partir de 2007, deverá aprofundar estudos visando a cobrança do setor de extração mineral e o aperfeiçoamento da cobrança dos setores de agropecuária e de saneamento. Dessa forma, os estudos desenvolvidos no âmbito deste projeto servirão de subsídios ao CEIVAP, levando em conta as prioridades e os prazos decididos pelo Comitê.

## CONCLUSÃO

---

O conceito de diluição de efluentes em desenvolvimento na gestão de recursos hídricos, e em particular nos instrumentos de outorga de direitos de uso e de cobrança pelo uso da água bruta, envolve diversos conceitos básicos apresentados no Capítulo 1, mas que também se ampliam a partir de proposições contidas na “Lei das Águas”, a Lei nº 9.433/97, quando dispõe que serão cobrados os lançamentos em corpos hídricos de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final.

É oportuno ressaltar, resumindo partes do primeiro capítulo deste relatório, que em corpos hídricos naturais ocorrem fenômenos de transferência de massa, energia e quantidade de movimento que fazem com que as concentrações de poluentes não sejam uniformes e dependam de processos hidrodinâmicos que se desenvolvem nesses corpos hídricos. Assim sendo, processos complexos fazem com que a concentração seja função da posição e do tempo, em decorrência de: (i) transporte promovido por processos difusivos e advectivos, incluindo transferência de massa, energia e quantidade de movimento; (ii) reações químicas e bioquímicas, afetadas pelas condições ambientais, como a distribuição de temperatura, tensões provocadas pelos ventos e a comunidade de organismos existentes e suas interações; (iii) cargas de poluentes e sedimentos lançadas no corpo hídrico de forma difusa, tanto por processos naturais quanto por ações antrópicas; (iv) cargas de pontuais de efluentes domésticos e industriais lançadas diretamente no corpo hídrico.

Além disso, sabe-se que não só a diluição, mas também os sólidos em suspensão podem reduzir a disponibilidade de água para uso por outros usuários (caso seja considerado outorga para diluição), uma vez que estão presentes pela ação da turbulência nos rios e se precipitam com a redução desta, notadamente em reservatórios e em trechos de remanso na calha fluvial. Em estuários, a inversão de corrente e a alta salinidade têm um papel significativo no transporte dos sedimentos, na sua precipitação e formação de lodo. Ressalta-se ainda que mesmo quando não há nenhum usuário lançando efluentes em um corpo hídrico, parte do material proveniente da desagregação das rochas e erosão de terrenos (sedimentos), é transportada pelos rios, dissolvida ou em suspensão, em direção aos oceanos e mares.

A análise de diversos artigos da lei das águas, que se referem de forma direta ou indireta ao conceito de vazão de diluição, permite concluir que essa vazão, visando ao atendimento do limite de concentração de cada parâmetro estabelecido pela classe de enquadramento prevista na Resolução CONAMA nº 357/2005, deve ser uma das

variáveis sujeitas à outorga de direito de uso e, portanto, à cobrança pelo uso da água, principalmente para aqueles poluentes “diluíveis” em corpos hídricos.

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) por meio da Resolução nº 16/2001 e da Resolução nº 48/2005 reforçam a consideração do conceito de vazão de diluição. Além disso, o conceito de vazão de diluição está presente também em diversas versões do projeto de lei 1.616/99, que dispõe sobre a gestão administrativa e a organização institucional do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH).

Cabe ressaltar que relacionada à cobrança de um modo geral e, em alguns casos, à cobrança pelo uso da vazão de diluição há diversos aspectos a serem considerados no estabelecimento de uma metodologia de cobrança, entre os quais se destacam:

- A ANA poderá propor ao CNRH o estabelecimento de incentivos, inclusive financeiros, à conservação qualitativa e quantitativa de recursos hídricos (Lei 9.984/00 - Art 4º, XVII);
- Os Comitês de Bacia Hidrográfica poderão instituir mecanismos de incentivo e redução do valor a ser cobrado pelo uso dos recursos hídricos, em razão de investimentos voluntários para ações de melhoria da qualidade de água e do regime fluvial, que resultem em sustentabilidade ambiental da bacia e que tenham sido aprovados pelo respectivo Comitê (Resolução CNRH nº 48/2005 – Art 7º, § 2º);
- O lançamento de efluentes que apresentem qualidade superior à da água captada no mesmo corpo hídrico, a operação de reservatórios, a implementação de obras e execução de serviços, estudos e atividades que resultarem em melhoria da qualidade da água ou do regime fluvial, poderão ser considerados para redução dos valores cobrados pelo uso dos recursos hídricos, mediante critério estabelecido pelo respectivo Comitê de Bacia Hidrográfica ou, na inexistência deste, pela correspondente autoridade outorgante (PL 1.616/99 - Art 22).

Resumidamente, pode se dizer que a lei das águas introduz um conceito amplo de lançamento de efluentes que diz respeito tanto a ‘diluição de efluentes’ quanto aos fenômenos de ‘transporte’ e ‘disposição final’ de efluentes. A Resolução nº 48 do CNRH acrescenta a estes a assimilação. O conjunto desses conceitos é certamente mais abrangente do que o fenômeno de diluição de efluentes, conforme disposto na literatura de qualidade de água.

É oportuno ressaltar que, durante o ano de 2006, algumas ações e deliberações ocorridas principalmente no CEIVAP, ressaltaram ainda mais o conceito de diluição de efluentes na gestão dos recursos hídricos. Dentre elas, citam-se:

- A Oficina de Trabalho de Cobrança pelo Uso da Água, patrocinada pelo CEIVAP, AGEVAP e ANA, realizada em Itatiaia, em 18 de julho de 2006, com a participação de membros da equipe técnica da COPPETEC envolvida neste projeto CT HIDRO,

objetivando o estabelecimento de novos mecanismos e critérios de cobrança pelo uso da água na bacia do rio Paraíba do Sul;

- A aprovação pela plenária do CEIVAP da Deliberação nº 65, de 28 de setembro de 2006, homologada posteriormente pelo CNRH, que estabeleceu os mecanismos e critérios de cobrança a serem implementados a partir de 2007, que dispõe que a cobrança pela diluição de efluentes será definida pelo CEIVAP até 30 de junho de 2009, considerando a DBO e outros parâmetros relevantes para a qualidade de água da bacia.

Tais fatos levam a crer que os resultados deste projeto de pesquisa CT-HIDRO poderão constituir, de fato, importantes subsídios para o CEIVAP, quando da discussão sobre o estabelecimento da cobrança pela diluição de efluentes nas águas de domínio federal da bacia do rio Paraíba do Sul.

A proposta e metodologia de cobrança pelo uso das águas da bacia do rio Paraíba do Sul para diluição de efluentes pode ser vista como um aperfeiçoamento da proposta vigente de cobrança na Bacia do Paraíba do Sul para as águas de domínio de união desde março de 2003 até dezembro de 2006.

Portanto, essa nova metodologia representa um passo adiante em relação à metodologia vigente de cobrança, uma vez que incorpora outras situações envolvidas com o uso dos recursos hídricos. Uma delas, e a mais relevante, consiste em permitir “enxergar” o corpo hídrico no que diz respeito ao parâmetro poluição, utilizando-se o enquadramento dos corpos hídricos em classes de uso e relacionando assim, de forma direta, três importantes instrumentos do gerenciamento dos recursos hídricos – outorga, cobrança e enquadramento.

Outra grande vantagem da metodologia desenvolvida consiste na compensação financeira ao usuário que fizer maiores esforços de despoluição, como sistematicamente tem sido demandado pelos usuários da Bacia do rio Paraíba do Sul: o usuário que devolver água ao rio de melhor qualidade que a água captada terá um bônus financeiro que abaterá no valor de cobrança.

Ao transformar a poluição em volume de água alocado para a diluição de um ou mais parâmetros poluidores, a metodologia desenvolvida tem ainda caráter educativo por explicitar o impacto da poluição nos corpos hídricos.

A metodologia desenvolvida apresenta, contudo, maiores dificuldades em relação à metodologia do CEIVAP, tanto a atual quanto aquela em vigor até dezembro de 2006. A maior delas diz respeito sem dúvida à sua implantação e operação. De fato, a aplicação de uma cobrança baseada no conceito de diluição de efluentes exige o conhecimento da qualidade atual dos corpos hídricos no ponto de captação de um determinado uso. Esse conhecimento, mesmo na Bacia do rio Paraíba do Sul, ainda é precário, pressupondo-se

maior investimento em monitoramento e tratamento/disponibilidade de informações relativas à qualidade de água.

Um outro limite da nova metodologia se refere à extensão da cobrança a outros parâmetros poluidores. Por definição, os poluentes não diluíveis tais como os metais pesados não poderiam ser incluídos no sistema de cobrança que fosse baseado na nova metodologia. Assim, dependendo dos parâmetros selecionados pelo comitê de bacia, por exemplo, caso tratar-se de poluentes conservativos que não possam ser expressos em termos de concentração meta de enquadramento (CONAMA 357), será necessário o estabelecimento de metodologia específica para cada caso.

Ressalta-se a possibilidade de serem incluídos outros parâmetros críticos para a bacia além da DBO e do fósforo. Recomenda-se que em estudos futuros sejam avaliados ajustes nos pesos e nos parâmetros de qualidade da água considerando diferentes situações de criticidade ambiental na bacia. Dessa forma, os pesos relativos aos parâmetros de qualidade da água poderiam variar em função da distribuição espacial dos problemas ambientais que, em última análise, são associados à natureza e localização das atividades antrópicas na bacia.

## BIBLIOGRAFIA

---

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Planejamento dos usos múltiplos das águas dah Bacia do Rio Paraíba do Sul, Reunião de Câmara Técnica do CEIVAP sobre reservatórios do Paraíba do Sul, SUM/ANA, Resende (RJ), 2003.
- AMBIENTAL ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA, Relatório de Impacto Ambiental (RIMA). Projeto Extração de Areia em Cavas – Itaguaí/Seropédica, 1996.
- AURÉLIO BUARQUE de HOLANDA FERREIRA, MARGARIDA dos ANJOS e MARINA BAIRD FERREIRA (coord. Edição). AURÉLIO Séc. XXI. Nova Fronteira, .
- BARRAQUÉ, B. (org), Les politiques de l'eau en Europe. Paris: Éditions La Découverte, 1995.
- BERBET, M., A Mineração de Areia no Distrito Areeiro de Itaguaí-Seropédica/RJ: Geologia dos Depósitos e Caracterização das Atividades de Lavra e dos Impactos. Tese de Mestrado, 2003.
- BETURE-SETAME, Projeto Paraíba do Sul, Fase B: Implantação da Agência Técnica e Diagnostico da Bacia. Relatório principal para a Cooperação França-Brasil. Rio de Janeiro, 1994.
- BOBBIO, N., “Sur le principe de légitimité”. In: Annales de philosophie politique, v. 7, Paris: PUF, 1967.
- BONDER, N. Curativos para a alma. 1ª ed. Rio de Janeiro: Rocco, 2000.
- BRAGA, B. P. F. (2004). Gestión Integrada de Calidad del Água. Apresentação em powerpoint do Curso de Gestión de Recursos Hídricos, San Jose Costa Rica, 24-28 mayo 2004.
- CALDAS AULETE (2004). Mini Dicionário Contemporâneo da Língua Portuguesa, Editora Nova Fronteira.
- CAMPOS, J.D., Cobrança pelo uso da água nas transposições da bacia do rio Paraíba do Sul envolvendo o Setor Elétrico. Dissertação de mestrado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2001.
- CANEDO, P. M. A Água no Brasil: Os instrumentos de gestão e o setor mineral. Palestra realizada na CPRM, Rio de Janeiro, 2006.
- CANEDO, P. M., MARANHÃO, N., THOMAS, P., THOMAZ, F.R. e CAMPOS, J. D., “Estudo Comparativo de Quatro Metodologias para a Cobrança Pelo Uso da

- Água”. Artigo apresentado no XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos: Desafios à gestão da água no limiar do século XXI. Curitiba (PR), 23-27 de novembro de 2003.
- CEDAE (Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Estado do Rio de Janeiro). Plano diretor de abastecimento de água da Região Metropolitana do Rio de Janeiro: relatório final, Rio de Janeiro: CEDAE, 1985.
- CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental) (1977). Sistemas de Esgotos Sanitários, 2ª ed, CETESB, São Paulo.
- CLUGSTON, M.J. (Ed.) (1998). The New Penguin Dictionary of Science. Penguin Books, London.
- COMISSÃO ESTADUAL SOBRE O COMPLEXO LAJES. Relatório final, Secretaria de Estado de Obras e Serviços Públicos, Resolução SOPS/S nº 124, de 24.09.97, Rio de Janeiro: 1998.
- CONSÓRCIO CNEC – FIPE (Consórcio Nacional de Engenheiros Consultores – Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas do Estado de São Paulo), Elaboração de estudo para implementação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos do Estado de São Paulo, São Paulo, 1994.
- CONSÓRCIO ETEP-ECOLOGUS-SM GROUP. Macroplano de gestão e saneamento da bacia da baía de Sepetiba. Relatório R-8: Estudos de Base. Rio de Janeiro: SEMA/PNMA, janeiro de 1998.
- COOPERAÇÃO TÉCNICA BRASIL-ALEMANHA, SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE (GTZ/SERLA), Projeto Planáqua: “Extração de Areia”, 1997.
- COPPE/UFRJ (2004). Estudo para Aperfeiçoamento da Metodologia de Cobrança das Bacias dos Rios Paraíba do Sul e Guandu. Relatório final para o Convênio FINEP nº 2141/02. Julho.
- COPPETEC. Estudo para Aperfeiçoamento da Metodologia de Cobrança das Bacias dos Rios Paraíba do Sul e Guandu; Fundação COPPETEC-FINEP, Rio de Janeiro, 2004
- COPPETEC. Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul Consolidado – Resumo; Fundação COPPETEC-AGEVAP, Rio de Janeiro, 2006.
- CRH/CORHI (Conselho Estadual de Recursos Hídricos, Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos), Simulação da cobrança pelo uso da água: versão preliminar de 20.08.1997, Grupo de Trabalho para o Modelo de Simulação SMA/CETESB/DAEE, São Paulo: agosto de 1997.

- CUNHA, A. G. (1986). Dicionário Etimológico Nova Fronteira da Língua Portuguesa. 2ª ed., Nova Fronteira, Rio de Janeiro.
- DNAEE/FIPE (Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica/ Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas). Estudo do princípio do usuário-pagador na bacia hidrográfica dos rios Paraíba do Sul e Doce. Relatório final; disposição a pagar na bacia do Paraíba do Sul e Região Metropolitana do Rio de Janeiro, São Paulo: FIPE, julho de 1997.
- ELETRONBRAS/GCPS-CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS. Plano decenal de expansão 2000/2009, Rio de Janeiro: ELETRONBRAS/GCPS, 1999.
- FARIA, J., E. Poder e legitimidade: uma introdução à política do Direito, São Paulo: Perspectiva, 1978.
- FELTRE, R. (1985). Curso Básico de Química Vol. 2 – Físico-Química. 1ª ed., Editora Moderna, São Paulo.
- FORMIGA-JOHNSON, R.M., CAMPOS, J.D., CANEDO DE MAGALHÃES, P. *et alli*. (2003). "A construção do pacto em torno da cobrança pelo uso da água na Bacia do rio Paraíba do Sul". Artigo apresentado no XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos: Desafios à gestão da água no limiar do século XXI. Curitiba (PR), 23-27 de novembro de 2003.
- GEPEQ/IQ-USP (2005). Química e a Sobrevivência. Hidrosfera – fonte de materiais. Edusp, São Paulo.
- HETTIGE, H. *et alli*, "Industrial Pollution Projection System (IPPS)". In: Policy Research Working Paper # 1431 (Part1) World Bank, 1994.
- HIDROESB (Laboratório Hidrotécnico Saturnino de Brito), Levantamento da penetração do prisma de salinidade no canal de São Francisco: relatório final, Rio de Janeiro: HIDROESB, novembro de 1974.
- INPE, Análise temporal da mineração na Várzea do Rio Paraíba do Sul – SP no período entre os anos de 1986 e 2002. São José dos Campos, 2002.
- KELMAN, J. (1997a). "Gerenciamento de Recursos Hídricos: Outorga". Anais do XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Vitória.
- KELMAN, J. (1997b). "Gerenciamento de Recursos Hídricos: Cobrança". Anais do XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Vitória.
- KELMAN, J. (2000). "Outorga e Cobrança dos Recursos Hídricos". In: THAME, A. C. M. (org.). A Cobrança pelo Uso da Água. São Paulo.

- LABORATÓRIO DE HIDROLOGIA E ESTUDOS DE MEIO AMBIENTE / COPPE / UFRJ. Projeto qualidade das águas e controle da poluição hídrica (PQA): Programa estadual de investimentos da bacia do rio Paraíba do Sul – RJ. Rio de Janeiro: SEMA-SEPURB/MPO-BIRD-PNUD, março de 1999.
- LABORATÓRIO DE HIDROLOGIA E ESTUDOS DO MEIO AMBIENTE /COPPE/UFRJ, Intrusão salina no rio Guandu/canal de São Francisco e sua repercussão na concessão de outorgas. Relatório de pesquisa FINEP/CT-HIDRO, Rio de Janeiro, 2003.
- LABORATÓRIO DE HIDROLOGIA E ESTUDOS DO MEIO AMBIENTE COPPE/UFRJ 2001/2002, Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul (PGRH-RE-027-R1). Relatório para o Convênio ANA-Fundação COPPETEC, 2001.
- LABORATÓRIO DE HIDROLOGIA E ESTUDOS DO MEIO AMBIENTE/COPPE/UFRJ, Cobrança pelo Uso da Água Bruta: Experiências Europeias e Propostas Brasileiras. Relatório para o Projeto PROAGUA – Fortalecimento Institucional, Fase III: Sistema de Gestão da Bacia do Rio Paraíba do Sul, MMA/SRH/CEIVAP, Rio de Janeiro, 2001.
- LABORATÓRIO DE HIDROLOGIA E ESTUDOS DO MEIO AMBIENTE/COPPE/UFRJ. Cobrança pelo uso da água bruta na Bacia do Rio Paraíba do Sul: da proposta à aprovação de metodologia e critérios: janeiro-dezembro de 2001 (PGRH-RE-016-R1). Rio de Janeiro: contrato ANA-Fundação COPPETEC, maio de 2002;
- LABORATÓRIO DE HIDROLOGIA E ESTUDOS DO MEIO AMBIENTE/COPPE/UFRJ. Cobrança pelo uso da água bruta na Bacia do Rio Paraíba do Sul: da aprovação à preparação para a sua aplicação (janeiro-dezembro de 2001), (PGRH-RE-016-R1). Rio de Janeiro: contrato ANA-Fundação COPPETEC, dezembro de 2002.
- LANNA, A.E. Gestão das águas. Apostila de curso, 1999.
- LAROUSSE. (2004). Dicionário Ilustrado da Língua Portuguesa, Larousse, 1ª ed., São Paulo.
- LARSEN, J. Proposed scheme for checking the intrusion of saline water into the São Francisco canal at Baía de Sepetiba. Rio de Janeiro: Transpavi-Codrassa, Sep. 1977.
- LIGHT SERVIÇOS DE ELETRICIDADE S.A., Disponibilidade de água no rio Guandu. Reunião Técnica sobre Disponibilidade Hídrica da Bacia do Rio Guandu/Canal de São Francisco. Seropédica: SERLA/SEMADS- UFRRJ, jan. 2001.
- MACHADO, P.A.L. “Gerenciamento de recursos hídricos: a Lei 9.433/97”. In: Silva, D.D., Pruski, F.F. (orgs.), Gestão de recursos hídricos: aspectos legais, econômicos e sociais, 1ª ed., capítulo 2, Brasília: SRH/MMA-UFV-ABRH, 2000.

- MENESES C. da SILVA, L. e MONTEIRO, R. A. (2001). Outorga de direito de uso de recursos hídricos: uma das possíveis abordagens. Documento disponível na internet.
- MME/SE/CCPE, Plano decenal de expansão 2003/2012, Brasília: MME/SE/CCPE, 2002
- MOREIRA NETO, D.F. Legitimidade e discricionariedade: novas reflexões sobre os limites e controle da discricionariedade. 3ª ed. Rio de Janeiro: Forense, 1998.
- MOSTERT, E. "Water pricing policies in the Netherlands", Anais da Conferência Economic Instruments and Water Policies in Central and Eastern Europe – Issues and options, Szentendre (Hungria), 28-29 de setembro de 2000.
- OCDE, Efficience et efficacité des redevances de pollution de l'eau en France, en Allemagne et aux Pays-Bas: synthèse des données disponibles. Relatório de difusão restrita, Paris: Groupe sur l'intégration des politiques économiques et de l'environnement, novembro de 1995.
- OGUSUKU, A., A OAB e o Estado democrático de Direito. Sorocaba: Cruzeiro do Sul – on-line, 9 mar. 2001.
- PUGET e NUNES - Departamento de Recursos Minerais - DRM-RJ. Vistoria Conjunta em Áreas de Extração de Areia no Rio Guandu, Municípios de Itaguaí e Queimados, 1996.
- RIBEIRO, M. M. e LANNA, A. E. L. (2003). "A outorga integrada das vazões de captação e diluição". RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos, volume 8, n. 3, Jul/Set 2003, 151-168.
- RODITI, I. (2005). Dicionário Houaiss de Física, 1ª ed., Editora Objetiva, Rio de Janeiro.
- RODRIGUES, R. B. (2005). SSD RB - Sistema de suporte a decisão proposto para a gestão quali-quantitativa dos processos de outorga e cobrança pelo uso da água. Tese de doutorado em Engenharia Hidráulica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Maio.
- SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS/MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (2000). SISAGUA - Sistemas de Apoio ao Gerenciamento de Usuários da Água. Dezembro.
- SERLA (Fundação Superintendência Estadual de Rios e Lagoas), Bacia do rio Guandu – Outorgas de direito de uso da água. Rio de Janeiro: SERLA, atualizado em 22/09/2003.
- SERLA (Fundação Superintendência Estadual de Rios e Lagoas), Estudos hidrológicos de apoio à concessão de outorga. Projeto PLANAGUA SEMADS/GTZ da Cooperação Técnica Brasil-Alemanha, Rio de Janeiro: dez. 2000.

TERRABYTE ENGENHARIA LTDA, Segundo Relatório de Avaliação Técnico Ambiental do Termo de Compromisso de Ajustamento de Conduta Preliminar, 2002.

THOMAS, P.T., Proposta de uma Metodologia de Cobrança pelo Uso da Água Vinculada à Escassez. Dissertação de Mestrado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2002.

VIEIRA, A.M. Hidrologia estocástica e operação de reservatórios. Tese de doutoramento COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro:1997.

VIEIRA, A.M., SALES, P.R.H., BARRETO, L.A.L. "The Brazilian electric sector experience in flood control". International Symposium on Flood Frequency and Risk Analyses, Baton Rouge, USA, 1986.

VON SPERLING, M. (1996). Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Universidade Federal de Minas Gerais/ Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2. ed., Belo Horizonte.

W. STEEL, E. (1966). Abastecimento d'água – Sistemas de Esgotos. Agência Norte-Americana para o Desenvolvimento Internacional – USAID, 2ª ed. em português, Rio de Janeiro.

WEBER, M. On law, economy and society, Nova York: Simon and Schuster, 1954.

WEBER, M. Wirtschaft und gesellschaft, Hrsg.: Marianne Weber, Tübingen, Mohr-Siebeck:1922.

## **TEXTOS LEGAIS**

Lei 9.433/97

Projeto de Lei 1616/99, versão 13/abril/2004

Resolução CNRH nº 16, de 08 de maio de 2001

Resolução CNRH nº 48, de 21 de março de 2005

Resolução CONAMA 20/86

Resolução CONAMA 357/05

**Anexo 1**

Comparação entre as condições de Qualidade da Água Estabelecidas nas Resoluções CONAMA 357/05 e 20/86

---



**ANEXOS**

---

**Tabela 1**  
**Comparação entre as condições de qualidade da água estabelecidas nas resoluções CONAMA 357/05 e 20/86 para a classe I**

RESOLUÇÃO CONAMA 357/05	RESOLUÇÃO CONAMA 20/86
<p>Não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido.</p>	<p>Não Mencionado</p>
<p> Materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes</p>	
<p> Óleos e graxas: virtualmente ausentes;</p>	
<p> Substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes</p>	
<p> Corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;</p>	
<p> Resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;</p>	
<p><b>Coliformes termotolerantes:</b> para o uso de recreação de contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade, previstos na Resolução CONAMA no 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;</p>	<p><b>Coliformes:</b> para o uso de recreação de contato primário deverá ser obedecido o Art. 26 desta Resolução. As águas utilizadas para a irrigação de hortaliças ou plantas frutíferas que se desenvolvam rentes ao Solo e que são consumidas cruas, sem remoção de casca ou película, não devem ser poluídas por excrementos humanos, ressaltando-se a necessidade de inspeções sanitárias periódicas. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes fecais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês; no caso de não haver na região meios disponíveis para o exame de coliformes fecais, o índice limite será de 1.000 coliformes totais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês.</p>
<p> DBO 5 dias a 20°C até 3 mg/L O<sub>2</sub>;</p>	
<p> OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O<sub>2</sub></p>	
<p> Turbidez até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT);</p>	
<p> Cor verdadeira: nível de cor natural do corpo de água em mg Pt/L</p>	
<p> PH: 6,0 a 9,0</p>	

Verifica-se, de forma geral, uma redução na tolerância de alguns parâmetros orgânicos tornando o enquadramento mais rigoroso. Para Classe IV, mantiveram-se os mesmos conjuntos de parâmetros com as mesmas condições e padrões de qualidade da água.

**Tabela 1a**  
**Comparação entre os padrões dos parâmetros de qualidade da água estabelecidos nas resoluções CONAMA 357/05 e 20/86 para a classe I**

PARÂMETROS	Padrões	
	CONAMA 357	CONAMA 20
Clorofila a	10 µg/L	
Densidade de cianobactérias	20.000 cel/mL ou 2 mm <sup>3</sup> /L	
Sólidos dissolvidos totais	500 mg/L	500 mg/l
PARÂMETROS INORGÂNICOS	Padrões	
	CONAMA 357	CONAMA 20
Alumínio dissolvido	0,1 mg/L Al	
Antimônio	0,005mg/L Sb	
Amônia não ionizável:	0,02 mg/l NH <sub>3</sub> .	
Arsênio total	0,01 mg/L As	0,05 mg/l As
Bário total	0,7 mg/L Ba	1,0 mg/l Ba.
Berílio total	0,04 mg/L Be	0,1 mg/l Be
Boro total	0,5 mg/L B	0,75 mg/l B
Cádmio total	0,001 mg/L Cd	
Chumbo total	0,01mg/L Pb	0,03 mg/l Pb
Cianeto livre	0,005 mg/L CN	0,01 mg/l CN
Cloreto total	250 mg/L Cl	
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl	
Cobalto total	0,05 mg/L Co	0,2 mg/l Co
Cobre dissolvido	0,009 mg/L Cu	0,02 mg/l Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr	
Cromo Trivalente:		0,5 mg/l Cr
Cromo Hexavalente:		0,05 mg/l Cr
Estanho;		2,0 mg/l Sn
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe	
Fluoreto total	1,4 mg/L F	
Fósforo total (ambiente lêntico)	0,020 mg/L P <sub>7</sub>	
Fósforo total (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico)	0,025 mg/L P	
Fósforo total (ambiente lótico, tributários de ambientes intermediários)	0,1 mg/L P	
Fosfato total:		0,025 mg/l P
Lítio total	2,5 mg/L Li	
Manganês total	0,1 mg/L Mn	
Mercúrio total	0,0002 mg/L Hg	
Níquel total	0,025 mg/L Ni	
Nitrato	10,0 mg/L N	
Nitrito	1,0 mg/L N	
Nitrogênio amoniacal total	3,7mg/L N, para pH < 7,5	
	2,0 mg/L N, para 7,5 < pH < 8,0	
	1,0 mg/L N, para 8,0 < pH < 8,5	
	0,5 mg/L N, para pH > 8,5	

**Tabela 1a (cont. 1)**  
**Comparação entre os padrões dos parâmetros de qualidade da água estabelecidos nas resoluções CONAMA 357/05 e 20/86 para a classe I**

PARÂMETROS INORGÂNICOS (Cont.)	Padrões	
	CONAMA 357	CONAMA 20
Prata total	0,01 mg/L Ag	
Selênio total	0,01 mg/L Se	
Sulfato total	250 mg/L SO <sub>4</sub>	
Sulfeto (H <sub>2</sub> S não dissociado)	0,002 mg/L S	
Urânio total	0,02 mg/L U	
Vanádio total	0,1 mg/L V	
Zinco total	0,18 mg/L Zn	
PARÂMETROS ORGÂNICOS	Padrões	
	CONAMA 357	CONAMA 20
Acrilamida	0,5 µg/L	
Alacloro	20 µg/L	
Aldrin + Dieldrin	0,005 µg/L	0,01 mg/l
Atrazina	2 µg/L	
Benzeno	0,005 mg/L	0,01 mg/l
Benzidina	0,001 µg/L	
Benzo(a)antraceno	0,05 µg/L	
Benzo(a)pireno	0,05 µg/L	0,00001 mg/l
Benzo(b)fluoranteno	0,05 µg/L	
Benzo(k)fluoranteno	0,05 µg/L	
Carbaril	0,02 µg/L	
Compostos organofosforados e carbamatos totais:		10,0 µg/l em Paration
Clordano (cis + trans)	0,04 µg/L	
2-Clorofenol	0,1 µg/L	
Criseno	0,05 µg/L	
2,4-D	4,0 µg/L	
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1 µg/L	
Dibenzo(a,h)antraceno	0,05 µg/L	
1,2-Dicloroetano	0,01 mg/L	0,0003 mg/l
1,1-Dicloroetano	0,003 mg/L	0,01 mg/l
2,4-Diclorofenol	0,3 µg/L	4,0 µg/l
Diclorometano	0,02 mg/L	
Dieldrin:		0,005 µg/l
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	0,002 µg/L	
Dodecacloro pentaciclododecano	0,001 µg/L	
Endossulfan (a+b+ sulfato)	0,056 µg/L	
Endrin	0,004 µg/L	
Estireno	0,02 mg/L	
Etilbenzeno	90,0 µg/L	
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4- aminoantipirina)	0,003 mg/L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	0,001 mg/l C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH
Glifosato	65 µg/L	

**Tabela 1a (cont. 2)**  
**Comparação entre os padrões dos parâmetros de qualidade da água estabelecidos nas resoluções CONAMA 357/05 e 20/86 para a classe I**

PARÂMETROS ORGÂNICOS (Cont.)	Padrões	
	CONAMA 357	CONAMA 20
Gution	0,005 µg/L	
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,01 µg/L	
Hexaclorobenzeno	0,0065 µg/L	
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,05 µg/L8	
Lindano (g-HCH)	0,02 µg/L	
Malation	0,1 µg/L	
Metolacloro	10 µg/L	
Metoxicloro	0,03 µg/L	
Paration	0,04 µg/L	
PCBs - Bifenilas policloradas	0,001 µg/L	
Pentaclorofenol	0,009 mg/L	0,01 mg/l
Simazina	2,0 µg/L	
Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno	0,5 mg/L LAS	
2,4,5-T	2,0 µg/L	
Tetracloroeto de carbono	0,002 mg/L	0,003 mg/l
Tetracloroeteno	0,01 mg/L	
Tolueno	2,0 µg/L	
Toxafeno	0,01 µg/L	
2,4,5-TP	10,0 µg/L	
Tributilestanho	0,063 µg/L TBT	
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	0,02 mg/L	
Tricloroeteno	0,03 mg/L	
2,4,6-Triclorofenol	0,01 mg/L	
Trifluralina	0,2 µg/L	
Xileno	300 µg/L	

Aplicam-se às águas doces de classe 2 as condições e padrões da classe 1, com as exceções daquelas apresentadas na tabela 2.

**Tabela 2**  
**Comparação entre as condições de qualidade da água e padrões dos parâmetros estabelecidos nas resoluções CONAMA 357/05 e 20/86 para a classe II**

RESOLUÇÃO CONAMA 357/05	RESOLUÇÃO CONAMA 20/86
Não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;	
Coliformes termotolerantes: para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA no 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;	Coliformes: para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecido o Art. 26 desta Resolução. Para os demais usos, não deverá ser excedido uma limite de 1.000 coliformes fecais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês; no caso de não haver, na região, meios disponíveis para o exame de coliformes fecais, o índice limite será de até 5.000 coliformes totais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês;
Cor verdadeira: até 75 mg Pt/L;	
Turbidez: até 100 UNT;	
DBO 5 dias a 20°C até 5 mg/L O <sub>2</sub> ;	
OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/L O <sub>2</sub> ;	
Clorofila a: até 30 ig/L;	Não Mencionado
Densidade de cianobactérias: até 50.000 cel/mL ou 5 mm <sup>3</sup> /L;	Não Mencionado
Fósforo total: a) até 0,030 mg/L, em ambientes lênticos; e, b) até 0,050 mg/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico	Não Mencionado

**Tabela 2a**  
**Comparação entre as condições de qualidade da água estabelecidas nas resoluções CONAMA 357/05 e 20/86 para a classe III**

RESOLUÇÃO CONAMA 357/05	RESOLUÇÃO CONAMA 20/86
Óleos e graxas: virtualmente ausentes;	
Substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;	
Não será permitida a presença de corantes artificiais que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;	
Substâncias que formem depósitos objetáveis: virtualmente ausentes;	
Número de coliformes fecais até 4.000 por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês; no caso de não haver, na região, meios disponíveis para o exame de coliformes fecais, índice limite será de até 20.000 coliformes totais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês;	Coliformes termotolerantes: para uso de recreação de contato secundário não deverá ser excedido um limite 2.500 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras bimestrais colhidas durante o período de um ano. Para dessedentação de animais criados confinados não deverá ser excedido um limite 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras bimestrais colhidas durante o período de um ano. Para os demais usos não deverá ser excedido número de coliformes fecais até 4.000 por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras bimestrais colhidas durante o período de um ano
DBO <sub>5</sub> a 20°C até 10 mg/L O <sub>2</sub> ;	
OD, em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/L O <sub>2</sub>	
Turbidez: até 100 UNT;	
Cor: até 75 mg Pt/L;	
pH: 6,0 a 9,0	
Não Mencionado	Não verificação de efeito tóxicos agudo a organismos de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido
Não Mencionado	Cianobactérias para dessedentação de animais: os valores de densidade de cianobactérias não deverão exceder 50.000 cel/mL ou 5 mm <sup>3</sup> /L

**Tabela 3**  
**Comparação entre os padrões dos parâmetros de qualidade da água estabelecidos nas resoluções CONAMA 357/05 e 20/86 para a classe III**

PARÂMETROS	CONAMA 357	CONAMA 20
Clorofila a	60 µg/L	
Densidade de cianobactérias	100.000 cel/mL ou 10 mm <sup>3</sup> /L	
Sólidos dissolvidos totais	500 mg/L	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	CONAMA 357	CONAMA 20
Alumínio dissolvido:	0,2 mg/L Al	0,1 mg/L Al
Arsênio total:	0,033 mg/L As	0,05 mg/L As
Bário total:	1,0 mg/L Ba	
Berílio total:	0,1 mg/L Be	
Boro total:	0,75 mg/L B	
Cádmio total:	0,01 mg/L Cd	
Chumbo total :	0,033 mg/L Pb	0,05 mg/L Pb
Cianeto livre:	0,022 mg/L CN	0,2 mg/L CN
Cloreto total:	250 mg/L Cl	
Cobalto total:	0,2 mg/L Co	
Cobre dissolvido:	0,013 mg/L Cu	0,5 mg/L Cu
Cromo Total	0,05 mg/L Cr	
Cromo Trivalente:		0,5 mg/L Cr
Cromo Hexavalente:		0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido:	5,0 mg/L Fe	
Fluoreto total:	1,4 mg/L F	
Fosforo total (ambiente lêntico)	0,05 mg/LI P	
Fosforo total (ambiente intermediário c/ tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico )	0,075 mg/L P	
Fosforo total (ambiente lótico e tribut. ambientes intermediários)	0,15 mg/L P	
Fosfato total:		0,025 mg/L P
Lítio total:	2,5 mg/L Li	
Manganês total:	0,5 mg/L Mn	
Mercúrio total:	0,002 mg/L Hg	
Níquel total:	0,025 mg/L Ni	
Nitrato:	10 mg/L N	
Nitrito:	1,0 mg/L N	
Nitrogênio amoniacal:	13,3 mg/L N para pH < 7,5	1,0 mg/L N
	5,6 mg/L N para 7,5 < pH < 8,0	
	2,2 mg/L N para 8 < pH < 8,5	
	1,0 mg/L N	

**Anexo 1**

Comparação entre as condições de Qualidade da Água Estabelecidas nas Resoluções CONAMA 357/05 e 20/86



PARÂMETROS	CONAMA 357	CONAMA 20
	para pH > 8,5	
Prata total:	0,05 mg/L Ag	
Selênio total:	0,05 mg/L Se	0,01mg/L Se
Sulfato total:	250 mg/L SO <sub>4</sub>	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	CONAMA 357	CONAMA 20
Estanho:		2,0 mg/l Sn
Sulfeto (como H <sub>2</sub> S não dissociado):	0,3 mg/L S	
Urânio total:	0,02 mg/L U	
Vanádio total:	0,1 mg/L V	
Zinco total:	5,0 mg/L Zn	
PARÂMETROS ORGÂNICOS	CONAMA 357	CONAMA 20
Aldrin + Dieldrin:	0,03 µg/L	
Atrazina	2 µg/L	
Benzeno:	0,005 mg/L	0,01 mg/L
Benzo-a-pireno:	0,7 µg/L	0,00001 mg/L
Carbaril:	70,0 µg/L	
Clordano (cis+trans):	0,3 µg/L	
2,4 - D:	30,0 µg/L	20,0 µg/L
DDT (p,p'-DDT+p,p'-DDE+p,p'-DDD):	1,0 µg/L	
Demeton (Demeton-O + Demeton-S):	14,0 µg/L	
1,2 dicloroetano:	0,01 mg/L	
1,1 dicloroetano:	30 µg/L	0,0003 mg/L
Dodecacloro + Nonacloro:		0,001 µg/L
Dodecacloro + Pentaciclodecano	0,001 µg/L	
Endossulfan (□ + □ + sulfato):	0,22 µg/L	150 µg/L
Endrin:	0,2 µg/L	
Fenóis totais:	0,01 mg/L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	0,3 mg/L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH
Glifosato	280 µg/L	
Gution:	0,005 µg/L	
Heptacloro Epóxido + Heptacloro	0,03 µg/L	
Epóxido de Heptacloro:		0,1 µg/L
Heptacloro:		0,1 µg/L
Lindano (□-HCH):	2,0 µg/L	3,0 µg/L
Malation:	100,0 µg/L	
Metoxicloro:	20,0 µg/L	30,0 µg/L
Paration:	35,0 µg/L	
PCBs - Bifenilas Policloradas:	0,001 µg/L	0,001 µg/L
Pentaclorofenol:	0,009 mg/L	0,01 mg/L

**Anexo 1**

Comparação entre as condições de Qualidade da Água Estabelecidas nas Resoluções CONAMA 357/05 e 20/86



PARÂMETROS	CONAMA 357	CONAMA 20
Substâncias tenso-ativas que reagem c/ o azul de metileno:	0,5 mg/L LAS	
2,4,5 - T:	2,0 µg/L	
Tetracloroeto de Carbono:	0,003 mg/L	
Tetracloroeteno:	0,01 mg/L	
Toxafeno:	0,21 µg/L	5,0 µg/L
PARÂMETROS ORGÂNICOS (cont.)	CONAMA 357	CONAMA 20
2,4,5 - TP:	10,0 µg/L	
Tributilestanho	2 µg/LTBT	
Tricloroeteno:	0,03 mg/L	0,03 mg/L
2,4,6 Tricolorofenol	0,01mg/L	
Comp. organofosforados e carbamatos totais em Paration:		100,0 µg/L

**Tabela 3a**

**Comparação entre as condições de qualidade da água e padrões dos parâmetros estabelecidos nas resoluções CONAMA 357/05 e 20/86 para a classe IV**

RESOLUÇÃO CONAMA 357	RESOLUÇÃO CONAMA 20
Materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;	
Odor e aspecto: não objetáveis;	
Óleos e graxas: toleram-se iridicências;	
Substâncias facilmente sedimentáveis que contribuam para o assoreamento de canais de navegação: virtualmente ausentes;	
Índice de fenóis até 1,0 mg/L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH ;	
OD superior a 2,0 mg/L O <sub>2</sub> , em qualquer amostra;	
pH: 6 a 9.	

**Condições e Padrões de Lançamento de Efluentes:**

Comparando-se as condições e padrões de lançamento de efluentes estabelecidos nas resoluções CONAMA 20 e 357, verifica-se um avanço significativo na legislação atual, principalmente, no que diz respeito à integração entre a gestão ambiental e a gestão de recursos hídricos.

As tabelas 4 e 5 apresentadas a seguir comparam as condições e padrões de lançamento de efluentes nos corpos de água, estabelecidas no inciso 4 do artigo 34 da resolução CONAMA 357 e no artigo 21 da resolução CONAMA 20.

**Tabela 4**  
**Comparação entre as condições de qualidade da água estabelecidas nas resoluções CONAMA 357/05 e 20/86 para o Lançamento de Efluentes**

RESOLUÇÃO CONAMA 357/05	RESOLUÇÃO CONAMA 20/86
pH entre 5 a 9;	
temperatura: inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C na zona de mistura;	
materiais sedimentáveis: até 1 ml/litro em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;	
regime de lançamento com vazão máxima de até 1,5 vezes a vazão média do período de atividade diária do agente poluidor, exceto nos casos permitidos pela autoridade competente;	regime de lançamento com vazão máxima de até 1,5 vezes a vazão média do período de atividade diária do agente poluidor;
óleos e graxas:	
1 - óleos minerais: até 20 mg/L;	
2- óleos vegetais e gorduras animais: até 50 mg/L; e	
ausência de materiais flutuantes.	

**Tabela 5**  
**Comparação entre os padrões de qualidade da água estabelecidos nas resoluções**  
**CONAMA 357/05 e 20/86 para o Lançamento de Efluentes**

PARAMETROS INORGÂNICOS	CONAMA 357/05	CONAMA 20/86
Amônia:		5,0 mg/l N
Arsênio total		0,5 mg/L As
Bário total		5,0 mg/L Ba
Boro total		5,0 mg/L B
Cádmio total		0,2 mg/L Cd
Chumbo total		0,5 mg/L Pb
Cianeto total		0,2 mg/L CN
Cobre dissolvido		1,0 mg/L Cu
Cromo total	0,5 mg/L Cr	
Cromo hexavalente:		0,5 mg/l Cr
Cromo trivalente:		2,0 mg/l Cr
Estanho total		4,0 mg/L Sn
Ferro dissolvido		15,0 mg/L Fe
Fluoreto total		10,0 mg/L F
Manganês dissolvido		1,0 mg/L Mn
Merúrio total		0,01 mg/L Hg
Níquel total		2,0 mg/L Ni
Nitrogênio amoniacal total	20,0 mg/L N	
Prata total		0,1 mg/L Ag
Selênio total	0,30 mg/L Se	
Sulfeto		1,0 mg/L S
Sulfeto de carbono:		1,0 mg/l
Sulfito:		1,0 mg/l SO <sub>3</sub>
Zinco total		5,0 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO	
Clorofórmio	1,0 mg/L	
Compostos organoclorados não listados acima (pesticidas, solventes, etc):	0,05 mg/l	
Compostos organofosforados e carbonatos totais:	1,0 mg/l em Paration	
Dicloroeteno	1,0 mg/L	
Fenóis totais(subst. que reagem c/ 4-aminoantipirina)	0,5 mg/l C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	
Tetracloroeto de Carbono (CCl <sub>4</sub> )	1,0 mg/L	
Tricloroeteno	1,0 mg/L	