



**COPPE/UFRJ**

PROPOSTA DE APERFEIÇOAMENTO DA METODOLOGIA DE COBRANÇA PELA  
DILUIÇÃO DE EFLUENTES NA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL

Giselle Fundão de Menezes

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Orientador(es): José Paulo Soares de Azevedo  
Jander Duarte Campos

Rio de Janeiro  
Dezembro de 2008

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

PROPOSTA DE APERFEIÇOAMENTO DA METODOLOGIA DE COBRANÇA  
PELA DILUIÇÃO DE EFLUENTES NA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL

Giselle Fundão de Menezes

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA CIVIL.

Aprovada por:

---

Prof. José Paulo Soares de Azevedo, Ph.D.

---

Dr. Jander Duarte Campos, D.Sc.

---

Prof. Otto Corrêa Rotunno Filho, Ph.D.

---

Dr. Rosa Maria Formiga Johnsson, Docteur

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

DEZEMBRO DE 2008

Menezes, Giselle Fundão

Proposta de Aperfeiçoamento da Metodologia de  
Cobrança pela Diluição de Efluentes na Bacia do Rio Paraíba  
do Sul / Giselle Fundão de Menezes. – Rio de Janeiro:  
UFRJ/COPPE, 2008

X, 101 p.: il.; 29,7 cm

Orientadores: José Paulo Soares de Azevedo

Jander Duarte Campos

Dissertação (mestrado) – UFRJ / COPPE / Programa de  
Engenharia Civil, 2008

Referências Bibliográficas: p. 99 – 101.

1. Cobrança pelo Uso da Água. 2. Diluição de Efluentes.  
I. Azevedo, José Paulo Soares *et al.* II. Universidade Federal  
do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia Civil.  
III. Título.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

PROPOSTA DE APERFEIÇOAMENTO DA METODOLOGIA DE COBRANÇA PELA  
DILUIÇÃO DE EFLUENTES NA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL

Giselle Fundão de Menezes

Dezembro/2008

Orientadores: José Paulo Soares de Azevedo

Jander Duarte Campos

Programa: Engenharia Civil

A cobrança pelo uso da água no Brasil é um dos instrumentos de gestão definidos pela Lei nº 9.433 de janeiro de 1997. Porém, as estruturas de cobrança formuladas e aprovadas não contemplam o uso dos recursos hídricos com o fim de diluição de efluentes. O que tem sido cobrado dos usuários de recursos hídricos dessas bacias é sobre o lançamento de efluentes e não sobre a diluição.

Este trabalho dá continuidade aos estudos da COPPETEC (2007) e apresenta uma proposta metodológica para a cobrança pela diluição de efluentes e uma análise das principais características das políticas de gestão de recursos hídricos.

A cobrança pela diluição de efluentes ainda não foi implementada no país. Nesse sentido, este trabalho faz um exercício sobre essa possibilidade legal e sinaliza para o fato de que esse tipo de cobrança pode promover uma melhor articulação dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

EFFLUENT DILUTION CHARGES PROPOSAL APPLIED TO THE PARAÍBA DO  
SUL RIVER BASIN

Giselle Fundão de Menezes

December/2008

Advisors: José Paulo Soares de Azevedo  
Jander Duarte Campos

Department: Civil Engineering

Water resource charges in Brazil is one of the water policy instruments defined by the federal Law 9433/97. However, the pricing structures that were approved do not contemplate the use of water resources with the aim on effluent dilution. What is really being charged is the effluent discharge and not the dilution.

This study develops a proposal on a methodology for water charges based on the dilution of effluents and analysis the main characteristics of the national water resources policy management.

Pricing for the use of water based on the dilution of effluents hasn't been used in Brazil. In this context, this dissertation evaluates this legal possibility and adds up to the fact that this kind of water pricing could promote integration among all National Water Resources Policy instruments.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1. Objetivo.....	2
1.2. Motivação e Abrangência da Pesquisa.....	2
1.3. Estrutura da Dissertação.....	4
<b>2. GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS.....</b>	<b>6</b>
2.1. Princípios da Lei 9.433/97.....	6
2.2. Instrumentos da Lei no 9.433/97.....	8
2.1.1. <i>Plano de Bacia Hidrográfica</i> .....	10
2.1.2. <i>Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos</i> .....	12
2.1.3. <i>Enquadramento dos corpos d'água</i> .....	13
2.1.4. <i>Outorga da Água</i> .....	14
2.1.5. <i>Cobrança pelo Uso da Água</i> .....	15
<b>3. INTERFACES DA COBRANÇA.....</b>	<b>18</b>
3.1. Articulação da Cobrança com a Outorga.....	18
3.2. Interação da Cobrança com o Enquadramento.....	20
<b>4. DILUIÇÃO DE EFLUENTES.....</b>	<b>26</b>
4.1. Conceito de Diluição de Efluentes.....	26
4.2. O Tratamento da Diluição de Efluentes na Política Nacional de Recursos Hídricos.....	31
<b>5. COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA.....</b>	<b>34</b>
5.1. Metodologia de Cobrança em Vigor até Dezembro de 2006.....	35
5.1.1. <i>Universo de usuários-pagadores</i> .....	38
5.1.2. <i>Transposição</i> .....	39
5.2. Metodologia de Cobrança em Vigor a partir de Janeiro de 2007.....	40
5.2.1. <i>Captação</i> .....	40
5.2.2. <i>Consumo</i> .....	43
5.2.3. <i>Lançamento</i> .....	45
5.2.4. <i>Transposição</i> .....	47
5.2.5. <i>Aproveitamento de Potencial Hidrelétrico</i> .....	47
5.2.6. <i>Mineração de Areia em leito de rio</i> .....	48
5.2.7. <i>Agropecuária e Aqüicultura</i> .....	48
5.2.8. <i>Valor Global da Cobrança</i> .....	49
5.2.9. <i>Critérios de cobrança</i> .....	50
<b>6. COBRANÇA PELA DILUIÇÃO.....</b>	<b>52</b>
6.1. Estudos Existentes.....	52
6.2. Estudos Desenvolvidos para a Determinação da Vazão de Diluição.....	53

6.3.	Outros Estudos .....	54
6.4.	Proposta Básica de CARDOSO DA SILVA & MONTEIRO (2001).....	55
<b>7.</b>	<b>ESTUDO DE CASO: BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL .....</b>	<b>63</b>
7.1.	Metodologia Proposta.....	64
7.1.1.	<i>Escolha de Parâmetros para a Cobrança pela Diluição de Efluentes .....</i>	<i>66</i>
7.1.2.	<i>Cobrança pelo Lançamento.....</i>	<i>69</i>
7.1.3.	<i>Cobrança pela Diluição .....</i>	<i>72</i>
7.2.	Dados Utilizados .....	78
7.3.	Simulações e Análise dos Resultados.....	80
<b>8.</b>	<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>97</b>
<b>9.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>99</b>



## LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1: Valores e Critérios de Cobrança pelo Uso da Água .....	39
Tabela 5.2: Valor do Kcap classe em função da classe de enquadramento do rio. ....	41
Tabela 5.3: Valores do PPU por Tipo de Uso da Água.....	50
Tabela 7.1: Classificação dos parâmetros mais críticos na bacia do rio Paraíba do Sul, segundo a média de violações de classe do enquadramento em vigor. ....	67
Tabela 7.2: Vazão de diluição de DBO e fósforo considerando 5 cenários hipotéticos.....	75
Tabela 7.3: Usuários selecionados para aplicação da fórmula de cobrança pela diluição de efluentes.....	81
Tabela 7.4: Parâmetros para o cálculo da vazão de diluição. ....	82
Tabela 7.5: Vazão de diluição. ....	83
Tabela 7.6: Equações para o cálculo da cobrança. ....	84
Tabela 7.7: Resultados das simulações. ....	84
Tabela 7.8: Cobrança pelo uso da água – Simulação 1 .....	85
Tabela 7.9: Cobrança pelo uso da água – Simulação 2 .....	86
Tabela 7.10: Cobrança pelo uso da água – Simulação 3 .....	87
Tabela 7.11: Equações de cobrança pelo lançamento e pela diluição.....	90
Tabela 7.12: Ajuste dos valores de cobrança pela diluição.....	93

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Articulação entre os Instrumentos de Gestão.....	10
Figura 4.1: Diluição de uma solução.....	27
Figura 4.2: Diluição de um efluente lançado no rio. ....	28
Figura 4.3: Mistura de duas soluções de um mesmo soluto. ....	29
Figura 6.1: Apropriação virtual, durante $\Delta t$ , de um volume para obter mistura com concentração máxima permitida ( $C_{perm}$ ). ....	57
Figura 6.2: Vazão indisponível pelo lançamento de um determinado efluente.....	59
Figura 6.3: Feixes de tubos e cones.....	61
Figura 7.1: Etapas da metodologia de cobrança proposta. ....	66
Figura 7.2: Flexibilização da Concentração Limite e Estabelecimento de Metas de Redução de Poluição. ....	72
Figura 7.3: Resultados das simulações variando a vazão de diluição de cada parâmetro....	76
Figura 7.4: Trecho simulado: UHE Paraibuna até UHE Funil.....	79
Figura 7.5: Resultado das simulações variando o PPU do fósforo.....	88
Figura 7.6: Simulação de cobrança variando o valor do coeficiente $k_4$ . ....	91
Figura 7.7: Vazão de diluição de DBO e fósforo percentual, por usuário. ....	92
Figura 7.8: Comparação dos valores de cobrança pela diluição e pelo lançamento. ....	95

## LISTA DE SIGLAS

AGEVAP	Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul
ANA	Agência Nacional de Águas
CEIVAP	Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
COPPE	Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia
CNARH	Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
LABHID	Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente
OD	Oxigênio Dissolvido
PL	Projeto de Lei
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
POP	Poluente Orgânico Persistente
PPU	Preço Público Unitário
Q	Vazão
QUAL2E	Modelo unidimensional para simulação de qualidade de água
SINGRH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro

## **1. INTRODUÇÃO**

Foi aprovada, no Brasil, a Lei 9.433/97, conhecida como a “Lei das Águas”, que introduz princípios da moderna gestão de recursos hídricos. Apesar de inovadora em diversos aspectos, certamente o ponto mais polêmico dessa nova lei é a cobrança pelo uso da água bruta. Essa lei institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, que introduz um novo instrumento de gestão, onde se cobra pelo uso do mineral água, seja como insumo ou como receptor e transportador de efluentes.

As principais funções da Política Nacional de Recursos Hídricos são: reconhecer a água como bem econômico indicando ao usuário seu real valor, incentivar a racionalização do uso da água e angariar fundos financeiros para o financiamento de programas e intervenções definidas pelos planos de recursos hídricos. A cobrança pelo uso de recursos hídricos visa promover o melhor gerenciamento da demanda e também uma melhoria na qualidade dos efluentes lançados nos corpos hídricos.

Todavia, a determinação dos valores de cobrança é uma tarefa difícil e, dependendo da metodologia de cálculo, os resultados podem sofrer grandes variações. A definição da metodologia de cobrança mais adequada deve considerar os objetivos almejados pela cobrança para a bacia e verificar a viabilidade da aplicação da metodologia escolhida em função da situação política e institucional.

Esta dissertação foi desenvolvida com o objetivo de analisar a fórmula de cobrança pela diluição de efluentes proposta para a bacia do rio Paraíba do Sul e propor um aperfeiçoamento dessa parcela de cobrança, dando continuidade ao trabalho elaborado, em 2007, pela COPPETEC. É oportuno destacar que a cobrança pelo uso da água bruta na bacia do rio Paraíba do Sul é pioneira no cenário nacional por incidir, pela primeira vez, sobre águas de domínio da União e por possibilitar o início efetivo da gestão de uma bacia de rio federal.

## **1.1. Objetivo**

O objetivo central deste trabalho é aperfeiçoar a metodologia de cobrança pela diluição de efluentes para a bacia do rio Paraíba do Sul a partir da fórmula proposta no relatório de cobrança pela diluição desenvolvida pela COPPETEC (2007).

A metodologia proposta engloba duas etapas principais, inicialmente, é feita sobre o lançamento de carga e depois sobre a diluição de efluentes. Diferenciando-se das metodologias já apresentadas em estudos anteriores e incorporando o conceito de diluição. A discussão apresentada envolve também os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos e sua importância para o efetivo uso dessa metodologia de cobrança.

## **1.2. Motivação e Abrangência da Pesquisa**

Os efluentes líquidos ao serem despejados com os seus poluentes característicos causam a alteração de qualidade nos corpos receptores e conseqüentemente a sua poluição (degradação). Fontes pontuais de lançamento de efluentes (domésticos e industriais) e fontes difusas (agrícolas e escoamento superficial urbano) encarecem ou inviabilizam a potabilidade da água para o consumo humano ou industrial e tornam mananciais localizados próximos às demandas não disponíveis para o uso.

Até poucos anos atrás, a água era considerada um bem abundante em quase todo mundo e não havia qualquer preocupação por parte do governo, de empresas ou da sociedade com relação a sua qualidade. Entretanto, o uso desordenado dos recursos hídricos vem trazendo problemas de escassez em certas bacias hidrográficas bem como a degradação da qualidade das águas.

A água é considerada um recurso ou bem econômico, porque é finita, vulnerável e essencial para a conservação da vida e do meio ambiente. Além disso, sua escassez impede o desenvolvimento de diversas regiões, pois, enquanto aumenta a demanda de água, sua qualidade piora, encarecendo os custos de tratamento. A cobrança aparece como

instrumento capaz de promover o uso racional da água na medida em que esse bem deixou de ser um bem livre para se tornar um bem econômico.

O estudo de caso foi feito na bacia do rio Paraíba do Sul por ela apresentar um comitê instalado, o CEIVAP - Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, e já ter a cobrança implementada. Além disso, a bacia do rio Paraíba do Sul é responsável pelo abastecimento de mais de 180 municípios em três estados e constitui o principal manancial de abastecimento da região metropolitana do Rio de Janeiro, atendendo a uma população de mais de 9 milhões de habitantes. (GESTIN, 2008)

A importância política e econômica da bacia do rio Paraíba do Sul, no contexto nacional, vêm exigindo ações do Governo e a mobilização de diversos setores da sociedade para a sua recuperação, que, em decorrência da poluição hídrica, tem registrado acelerada degradação dos seus recursos hídricos.

A situação reflete, por um lado, o processo de acelerada industrialização e urbanização experimentado pelo país no século passado e, por outro lado, o reconhecimento tardio da degradação ambiental e dos custos sociais desse crescimento.

Diante desse panorama, o instrumento econômico da cobrança pelo uso dos recursos hídricos passa a ser encarado como alternativa de solução para o problema de poluição hídrica. Neste sentido, devem ser elaborados e implementados planos que procuram refletir a realidade existente e seus impactos na qualidade de vida da população beneficiária e convergir os diferentes interesses da sociedade.

A poluição dos corpos hídricos brasileiros passou a ser destacada como um dos grandes desafios da gestão quali-quantitativa de recursos hídricos no país. No entanto, a cobrança é feita pela vazão efluente, que, apesar de ser uma maneira mais simples de se efetuar a cobrança, não leva em consideração o efeito do poluente no rio.

Uma nova abordagem surgiu em 1999 com o projeto de lei federal nº 1616, que continua em tramitação no Congresso Nacional, regulamentando alguns dispositivos da lei nº

9.433/97. Neste projeto, a outorga de lançamento de efluentes é compreendida como uma outorga da vazão que será necessária para a diluição dos respectivos efluentes gerados pelas atividades poluidoras. Essa vazão de diluição deve ser compatível com a carga poluente e pode variar ao longo do tempo e das condições dos efluentes.

Neste trabalho, a cobrança referente à diluição de efluentes foi calculada a partir da vazão de diluição, levando em conta a questão do enquadramento do corpo hídrico e da qualidade do efluente lançado. Para a implantação desta fórmula de cobrança, a metodologia se inicia com a cobrança pelo lançamento de carga, pois com o rio em qualidade inferior ao enquadramento exigido, não é viável efetuar a cobrança pela diluição. Conseqüentemente, a outorga para lançamento de efluentes será dada em quantidade de água necessária para a diluição daquele poluente, com base nos padrões de qualidade da água correspondente à classe de enquadramento do respectivo corpo receptor. Com isso, nota-se que a vazão de diluição está estritamente ligada ao processo de outorga e de enquadramento determinado pela legislação ambiental, no caso, pela resolução CONAMA nº357/05, que define a concentração média de cada parâmetro para determinada classe.

A cobrança pelo lançamento de carga é o passo inicial desta metodologia, estabelecendo metas de redução da poluição para cada usuário e, após um determinado tempo estabelecido pelo comitê de bacia, o corpo de água estaria dentro dos padrões de qualidade desejados. Nesta segunda etapa, com o rio em condições de qualidade aceitáveis, se iniciaria a cobrança pela diluição. Com isso, a metodologia proposta surge para aperfeiçoar a fórmula de cobrança pelo uso da água proposta para a bacia do rio Paraíba do Sul.

### **1.3. Estrutura da Dissertação**

A dissertação está dividida em oito capítulos para apresentar, de forma seqüencial, o desenvolvimento do estudo. Este capítulo inicial apresenta o que será abordado nesta dissertação, além de apresentar a motivação e contexto no qual se insere o estudo.

O Capítulo 2 aborda os instrumentos de gestão da política nacional de recursos hídricos com ênfase na cobrança, enquanto o Capítulo 3 analisa as interfaces da cobrança com dois outros instrumentos: a outorga e o enquadramento.

O Capítulo 4 introduz o conceito de diluição de efluentes, foco deste estudo. Esse conceito é descrito, pois as fórmulas de cobrança não utilizam a diluição para o cálculo da cobrança dessa parcela. A cobrança é feita sobre a carga lançada.

No Capítulo 5, são apresentadas as metodologias de cobrança existentes e adotada na bacia do rio Paraíba do Sul. Neste capítulo a parcela de cobrança pelo lançamento é explorada com maior detalhe, pois servirá de base para a metodologia proposta.

A diluição é retomada no Capítulo 6, que apresenta as primeiras propostas que utilizam o conceito de diluição. É apresentada uma revisão bibliográfica dos estudos elaborados neste tema, com destaque para o trabalho de CARDOSO DA SILVA & MONTEIRO (2001), que discorre sobre a quantificação dos impactos qualitativos do lançamento de efluentes.

No Capítulo 7, será apresentado o estudo de caso para a bacia do rio Paraíba do Sul. Nesse capítulo é apresentada a metodologia de cobrança pela diluição de efluentes proposta. A metodologia é dividida em 2 etapas de implementação da cobrança. Na primeira etapa, como rio poluído, é feita a cobrança pelo lançamento. Na segunda etapa, com o rio já dentro da sua classe de enquadramento, é realizada a cobrança pela diluição. Para isso, foi escolhido um trecho do rio Paraíba do Sul em que foram feitas simulações para a avaliação da metodologia proposta.

Finalmente, no Capítulo 8, são apresentadas as conclusões e recomendações desta dissertação, e no Capítulo 9, as referências bibliográficas.



## **2. GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS**

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. 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. 1); 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. 2); 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. 3).

A Lei 9.433/97 estabelece mecanismos e instrumentos técnicos e institucionais para o gerenciamento dos recursos hídricos. São desafios: o desenvolvimento de sistemas de suporte à decisão dos sistemas de outorga para uso da água, tanto para captações como para lançamentos, dos sistemas de cobrança pelo uso da água, com as respectivas avaliações econômicas necessárias, da metodologia de enquadramento dos corpos de água, com vistas à integração plena da gestão quantidade-qualidade da água e dos mecanismos de participação pública.

### **2.1. Princípios da Lei 9.433/97**

A Política Nacional de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos:

- **A água é um bem de domínio público**

Não pode haver domínio privado sobre a água, que deve ser entendida como propriedade da coletividade (o domínio pode ser apenas do governo federal ou estadual). Em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais.

- **A água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico**

Apesar da água ser um recurso natural renovável, a disponibilidade hídrica está decrescendo rapidamente. Isto ocorre porque a taxa de degradação dos corpos d'água, além

do desperdício e do uso indisciplinado, faz com que a taxa de indisponibilidade da água seja maior que a taxa de sua reposição pelos fenômenos naturais. Tornando a água um bem dotado de valor econômico que visa a disciplinar o uso deste recurso natural.

Outro objetivo para a gestão dos recursos hídricos e reversão dos problemas é a aplicação de mecanismos de gestão que incentivem o uso mais racional da água. Entre estes mecanismos destaca-se a cobrança pelo uso da água bruta. Do ponto de vista econômico, esta cobrança busca incentivar a todos aqueles que usam a água de forma ineficiente a reduzir o seu uso e transferir a água para usos de valor maior, entre eles, inclusive, os usos ambientais.

- **A gestão dos recursos hídricos deve proporcionar o uso múltiplo das águas**

A água está sujeita a “múltiplos usos”. Serve tanto para o consumo humano como para a irrigação da agricultura e para o uso industrial. Esta é uma maneira não só de racionalizar os usos, mas de maximizar os benefícios oferecidos pelos corpos d’água. Cada intervenção a ser realizada, se for beneficiar diretamente somente um setor usuário, não pode prejudicar os demais.

- **Adoção da bacia hidrográfica como unidade de gestão**

A Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9.433/97) definiu que a gestão dos recursos hídricos seria feita por bacias hidrográficas. Por outro lado, a Constituição Federal de 1988 determina dois domínios para a água (União e Estado).

Segundo MOCZYDLOWER (2006), as fronteiras político-administrativas criadas pelo homem são quase sempre baseadas em aspectos socioeconômicos, com pouca importância dada aos aspectos ambientais. Sendo assim, é muito comum encontrarmos uma mesma bacia abrangendo diversos municípios, estados e/ou países. A gestão dessas bacias fica dificultada pela existência de diversas autoridades governamentais tendo domínio sobre trechos diferentes de uma mesma bacia. É óbvio que ações empreendidas por autoridades competentes no trecho de rio sob sua jurisdição vão impactar nos outros trechos, sem que as outras autoridades possam interferir.

Dessa forma, para evitar tais conflitos e garantir o uso racional da água, a gestão deve ser feita por bacia hidrográfica, e não por municípios ou estados. Uma vez que os divisores de água da bacia passam a ser o perímetro da área a ser planejada, a compatibilização entre as disponibilidades e as demandas, também chamado balanço hídrico, torna-se também muito mais viável.

- **A gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e participativa**

A experiência internacional no manejo dos rios mostra que as decisões gerenciais devem ser localizadas o mais próximo possível de onde ocorrem os problemas e conflitos, o que implica descentralização e transferência do poder decisório e da responsabilidade para as autoridades e comunidades locais. Em termos de descentralização, isto significa que tudo o que puder ser resolvido em níveis hierárquicos mais baixos do governo, não deve ser levado aos níveis mais altos (princípio da subsidiaridade). A hierarquização dos usos e ações relativas ao gerenciamento dos recursos hídricos deve ser feita com ampla participação dos setores interessados e no nível de decisão o mais baixo possível.

## **2.2. Instrumentos da Lei no 9.433/97**

A Lei nº 9.433/97 institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Os instrumentos disponibilizados no art. 5 desta lei criam condições de planejamento integrado, monitoramento e desenvolvimento sustentável dos recursos hídricos.

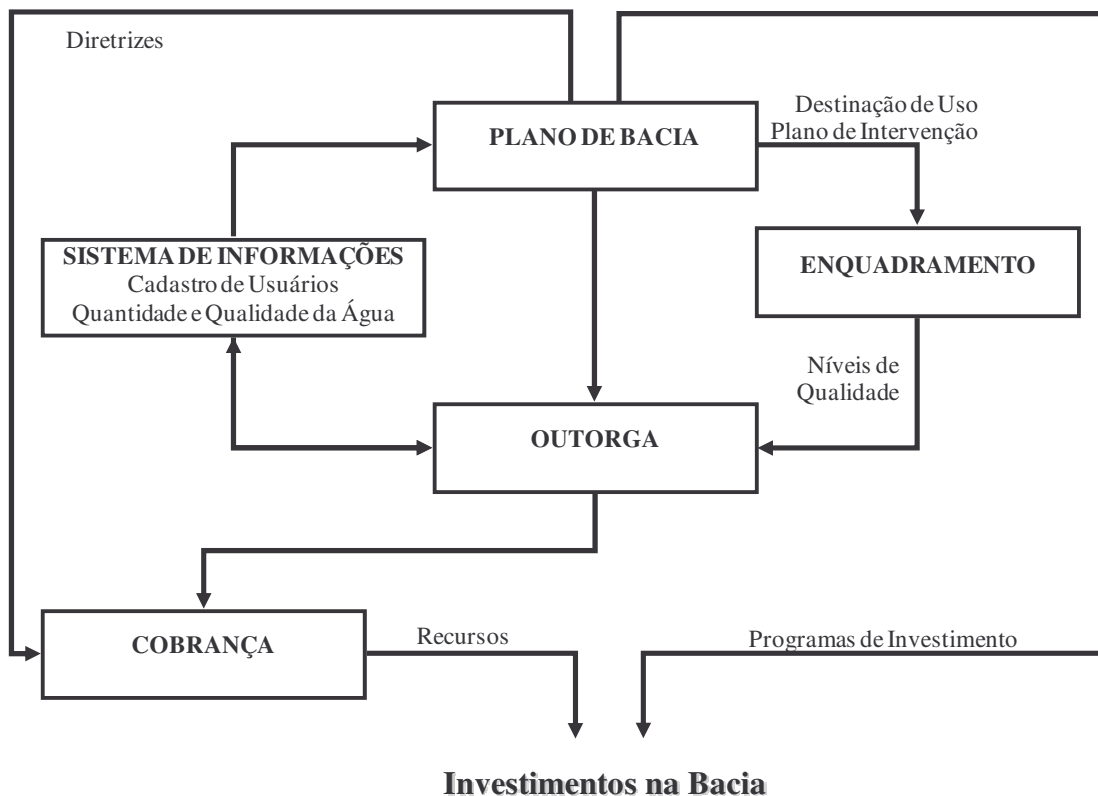
São instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos:

- I - os Planos de Recursos Hídricos;
- II - o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água,
- III - a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;
- IV - a cobrança pelo uso de recursos hídricos;
- V - a compensação a municípios;
- VI - o sistema de informações sobre recursos hídricos.

O Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGRH), criado pela Lei nº 9.433/97, estabeleceu um arranjo institucional claro e baseado em novos princípios de organização para a gestão compartilhada do uso da água. O principal objetivo de um processo de gestão é tratar de maneira integral os sistemas hídricos ou bacias buscando aproveitá-lo, protegê-los e recuperá-los a fim de satisfazer as crescentes demandas da população assegurando seu uso para as gerações futuras.

Um dos desafios da gestão, no âmbito da implementação e do entendimento dos instrumentos, está em integrá-los. Sendo assim, SILVA & RIBEIRO (2006) explicam que a outorga deve definir cotas de água e de lançamentos de efluentes que, por sua vez, deverão ter suas quantidades cobradas em função de uma série de critérios, entre os quais, os objetivos de qualidade que se deseja para o corpo hídrico - expressos pelo seu enquadramento. Todo esse arranjo deverá estar configurado em um consistente plano de recursos hídricos e o conjunto de informações organizado no banco de dados do sistema de informações sobre recursos hídricos.

A figura a seguir demonstra, de forma resumida, a articulação entre os instrumentos de gestão.



**Figura 2.1: Articulação entre os Instrumentos de Gestão.**

Fonte: Adaptado de MUNCK (2006)

### 2.1.1. Plano de Bacia Hidrográfica

Os planos de bacia e os planos diretores de recursos hídricos (estaduais e nacional) são instrumentos de planejamento territorial, direcionados para o ordenamento do uso dos recursos hídricos. Acompanhados e aprovados pelos comitês de bacia, colegiados deliberativos, os Planos de Recursos Hídricos são construídos de forma democrática, onde os diferentes atores “pactuam” como, com quem e com que recursos se fará a proteção e recuperação dos recursos hídricos da sua respectiva bacia. No plano, ao se aprovar a cobrança pelo uso da água, é garantida, pelo menos em parte, uma fonte de financiamento para a implantação das intervenções previstas nos planos de recursos hídricos.

Os planos de recursos hídricos são planos diretores que visam fundamentar e orientar a implementação da política nacional de recursos hídricos e o gerenciamento dos recursos

hídricos e devem ser elaborados por bacia hidrográfica, por estado (plano estadual) e para o país (plano nacional).

Os planos de recursos hídricos devem estabelecer metas e indicar soluções de curto, médio e longo prazos, com horizonte de planejamento compatível com seus programas e projetos.

Outro aspecto ressaltado na legislação é o caráter dinâmico dos planos, que devem estar em contínua atualização e articulados com os planejamentos setoriais e regionais e definindo indicadores que permitam sua avaliação.

Os planos deverão apresentar o seguinte conteúdo mínimo:

- diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos;
- análise de alternativas de crescimento demográfico, de evolução de atividades produtivas e de modificações dos padrões de ocupação do solo;
- balanço entre disponibilidades e demandas futuras dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, com identificação de conflitos potenciais;
- metas de racionalização de uso, aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis;
- medidas a serem tomadas, programas a serem desenvolvidos e projetos a serem implantados, para o atendimento das metas previstas;
- prioridades para outorga de direitos de uso de recursos hídricos;
- diretrizes e critérios para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos;
- propostas para a criação de áreas sujeitas a restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos.

Algumas bacias brasileiras já contam com seus planos de recursos hídricos, como a bacia do rio Paraíba do Sul.

### **2.1.2. Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos**

O sistema de informações de recursos hídricos reúne dados ligados à disponibilidade hídrica e usos da água com dados físicos e socioeconômicos, de modo a possibilitar o conhecimento integrado das inúmeras variáveis que condicionam o uso da água na bacia.

Trata-se de um sistema encarregado pela coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão. Seu objetivo principal é fornecer subsídios para a elaboração dos planos de recursos hídricos e para outras tomadas de decisão por parte dos gestores, dos usuários e da sociedade civil como um todo.

Os dados gerados pelos órgãos integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGRH) serão incorporados ao Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos.

O Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos tem como objetivos:

- I - reunir, dar consistência e divulgar os dados e informações sobre a situação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos no Brasil;
- II - atualizar permanentemente as informações sobre disponibilidade e demanda de recursos hídricos em todo o território nacional;
- III - fornecer subsídios para a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos.

Dentre os seus princípios básicos para o funcionamento estão: a descentralização da obtenção e produção de dados e informações; e a coordenação unificada do sistema. Além disso, garante acesso aos dados e informações a toda a sociedade.

Atualmente, a ANA disponibiliza em sua página da internet (<http://www.gov.ana.br>) dados atualizados sobre os recursos hídricos nacionais, como por exemplo, o sistema HIDRO de informações hidrométricas, além de planos, estudos e pesquisas sobre recursos hídricos. Estão disponíveis ainda os dados sobre a cobrança pelo uso da água na bacia do Paraíba do Sul.

### **2.1.3. Enquadramento dos corpos d'água**

O enquadramento dos corpos d'água visa assegurar às águas qualidade compatível com os usos a que foram destinados e diminuir os custos de combate à poluição. 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.

A proposta do enquadramento poderá ter como base um conjunto de parâmetros específicos e não todos os parâmetros de qualidade da água. Neste caso, a escolha do conjunto de parâmetros poderá ser feita em nível local, de acordo com os usos pretendidos na bacia.

Os principais marcos legais para o enquadramento dos corpos hídricos são a Resolução CONAMA n° 20/1986, que, em 2005, foi substituída pela Resolução CONAMA n° 357, e a Resolução n° 12 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), de 19 de julho de 2000.

A Resolução CNRH n° 12 estabelece, no seu Art. 4º, que os procedimentos para o enquadramento de corpos de água em classes segundo os usos preponderantes deverão ser desenvolvidos em conformidade com o plano de bacia e o plano estadual, e, se não existirem ou forem insuficientes, com base em estudos específicos propostos e aprovados pelas respectivas instituições competentes do sistema de gerenciamento dos recursos hídricos.

A resolução CONAMA 357 estabelece um sistema de classificação das águas e enquadramento dos corpos hídricos relativos às águas doces, salobras e salinas. Além disso, define enquadramento como o “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”.



A Resolução CONAMA 357 prevê ainda 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. É importante ressaltar que os parâmetros cujas concentrações naturais excedem os limites estabelecidos na resolução CONAMA 357 não farão parte das metas intermediárias e finais.

#### **2.1.4. Outorga da Água**

A outorga é uma autorização concedida pelo poder público, através de seu órgão responsável, aos usuários públicos ou privados e tem como objetivos ‘assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água’ (Lei 9.433/97, art. 11). Trata-se, portanto, de um instrumento de alocação de água entre os mais diversos usos dentro de uma bacia.

A outorga é necessária porque água pode ser usada para diversas finalidades, como: abastecimento urbano, irrigação, dessedentação animal, indústria, geração de energia elétrica, preservação ambiental, paisagismo, lazer, navegação, etc. Porém, muitas vezes esses usos podem ser concorrentes, gerando conflitos entre setores usuários, ou mesmo impactos ambientais. Nesse sentido, gerir recursos hídricos é uma necessidade premente e tem por objetivo harmonizar as demandas observando o uso sustentável e os interesses sócio-econômicos do país.

O instrumento de outorga 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.

FORMIGA-JOHNSSON & LOPES (2003) diz que a outorga é talvez o mais privilegiado dos novos instrumentos de gestão. Alguns órgãos gestores estaduais e a ANA, em nível

federal, vêm aplicando-o regularmente, apesar de o processo muitas vezes ainda ser precário do ponto de vista técnico e administrativo.

Pela Lei nº 9.433 a emissão de outorga está condicionada às prioridades de uso estabelecidas nos planos de recursos hídricos e com respeito ao enquadramento qualitativo dos corpos de água.

### **2.1.5. Cobrança pelo Uso da Água**

Em decorrência da degradação ambiental e maior conscientização a respeito dos recursos naturais, a água, antes vista por todos como bem farto e gratuito, tornou-se um bem escasso e, portanto, dotado de valor econômico. Todavia, estabelecer o valor de um bem e transformá-lo em um preço é uma questão antiga ainda não resolvida adequadamente pelos economistas. Antigos filósofos diziam que uma mercadoria só poderia ter valor se tivesse utilidade. Contudo, economistas modernos, como Adam Smith, dizem que a palavra valor tem dois significados completamente diferentes: valor de uso e valor de troca.

O valor de uso expressa a utilidade de algum bem, o valor da troca expressa o poder de compra de outros bens comandada por esse bem. Em geral, os bens com maior valor de uso são os que apresentam menor valor de troca. A água, por exemplo, apresenta um grande valor de uso, só comparado ao ar puro, mas dificilmente poderá comprar outro bem em troca. Entretanto, o diamante, que tem um valor de uso muito menor, comanda um valor de troca bastante grande. Mas, se a água fosse bastante escassa, um copo de água poderia ser trocado por diamantes. Logo, é a escassez a chave do paradoxo do valor da água e do diamante. Embora a utilidade seja a condição fundamental do valor de um bem, é a escassez que estabelece realmente o seu valor de troca. No entanto, o valor e a precificação da água são complexos, não por ser tratar de um recurso natural escasso, mas principalmente por ser a água utilizada para diferentes usos, com diferentes custos de oportunidade e variadas formas de valorização (CARRERA-FERNANDEZ & GARRIDO, 2002).

No passado, o não reconhecimento do valor econômico da água conduziu ao seu desperdício e a danos ambientais decorrentes do seu uso. Com isso, a água passa a ser um problema econômico, pois é essencialmente econômica a escolha de seus usos e, em função de sua disponibilidade e qualidade, a água torna-se um bem escasso. Quando um bem se torna escasso, passa a ter valor econômico, que é negociado no mercado pela relação entre oferta e procura. A água no Brasil, entretanto, é um bem público de uso comum e não pode ser negociada no mercado. Logo, o seu valor não pode ser definido por essa relação, mas o seu valor deve ser reconhecido. A gestão da água, como bem econômico, é uma importante forma de atingir a eficiência do seu uso e de promover a sua conservação e proteção.

Na busca de dotar a água de valor econômico, a Lei nº 9.433 introduziu a cobrança pelo uso da água no Brasil como um instrumento de gestão e como um instrumento econômico a ser aplicada tanto para os usos quantitativos quanto para os usos qualitativos. Esse instrumento tem como objetivo principal reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor. A cobrança pelo uso da água trata-se, portanto, de uma mudança que poderá contribuir para uma maior racionalidade no uso dos recursos hídricos. Além disso, a cobrança visa obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos.

A cobrança pelo uso da água está presente na legislação brasileira desde o Código das Águas, de 1934, que era, até 1997, ano da instituição da Política Nacional de Recursos Hídricos, o único instrumento legal, abrangente e específico sobre recursos hídricos em nível nacional.

As experiências de cobrança pelo uso da água no Brasil são ainda bastante restritas. A primeira bacia federal onde se iniciou a cobrança foi a bacia do rio Paraíba do Sul, em 2003, mas restrita aos rios de domínio da União. Em dezembro de 2005, através da Resolução CNRH nº 52, de 28 de dezembro de 2005, foi aprovada a cobrança para as águas de domínio da União da Bacia do Piracicaba, Capivari e Jundiá. Para as águas de domínio dos estados, o pioneiro foi o Estado do Ceará que implantou a cobrança em 1996. O Estado do Rio de Janeiro implantou inicialmente a cobrança apenas para as águas fluminenses da bacia do Paraíba do Sul, iniciada em 2004, e, com a aprovação da Lei estadual 4.247/04,

estendeu a cobrança para as demais bacias fluminenses. Com a Resolução COMITÊ GUANDU nº 5, foram estabelecidos os critérios para a cobrança pelo uso da água no âmbito do Comitê Guandu. No estado de São Paulo, o projeto de lei de cobrança foi finalmente aprovado em 2005, após permanecer na Assembléia Legislativa por mais de 5 anos, mas depende ainda de regulamentação para se efetivar. O estado do Paraná aprovou a cobrança, mas ainda não iniciou a sua efetiva implantação.

Nos últimos 10 anos, o Brasil vem buscando estruturar um processo sustentável de reversão do atual quadro de degradação dos corpos hídricos nacionais e de prover uma alocação mais racional da água em zonas que já apresentam graves problemas de escassez. Nesse sentido, identificam-se dois campos principais de atuação: a estruturação de um sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos, a partir da aprovação da lei federal de recursos hídricos (lei 9.433/97) e a reestruturação do setor de saneamento, com a lei de saneamento (lei 11.445/07).

Em ambos os arranjos institucionais, o instrumento da cobrança pelo uso da água é primordial para conferir sustentabilidade a esse processo, atuando como fonte de financiamento dos investimentos necessários à recuperação da qualidade ambiental e também como instrumento indutor de mudança de comportamento dos usuários - redução do desperdício, aumento dos níveis de tratamento de efluentes, alocação do recurso em atividades com maior valor agregado.

A cobrança pelo uso da água prevista na Lei nº 9.433 é relativa à água bruta utilizada para o abastecimento urbano, industrial ou agrícola. A cobrança pela água bruta tende a ter maior impacto sobre o comportamento do usuário industrial ou agrícola que capta ou dilui efluentes diretamente nos corpos hídricos. Além disso, essa forma de cobrança possibilita a estruturação do sistema de gestão de recursos hídricos, sendo previsto em lei que até 7,5% dos recursos arrecadados poderão ser destinados a cobrir os custos administrativos e de monitoramento do sistema de gestão e que os demais recursos devem ser aplicados na bacia hidrográfica onde foram gerados, de acordo com o plano de investimentos aprovado pelo comitê de bacia.

### **3. INTERFACES DA COBRANÇA**

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 objetivos de reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor, incentivar a racionalização do uso da água e obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos.

A ANA tem a tarefa de implantar o sistema de gerenciamento do uso das águas na bacia do Rio Paraíba do Sul, previsto na Lei das Águas, de 1997. Trata-se de um sistema que só permitirá o uso de qualquer rio da bacia pelos usuários de recursos hídricos quando houver a respectiva outorga, para captação de água ou para lançamento de efluentes.

#### **3.1. Articulação da Cobrança com a Outorga**

A Lei das Águas deixa claro que “serão cobrados os usos de recursos hídricos sujeitos a outorga”. Isso significa que, embora até possa haver outorga sem cobrança, não pode existir cobrança sem a correspondente outorga. Entende-se, portanto, que o pagamento não é pelo uso da água, e sim pelo direito de uso. Ou seja, os usuários pagam pelos valores que lhes foram outorgados, mesmo que não usem as vazões outorgadas em sua totalidade, respeitando os prazos previstos na lei. Como a cobrança é feita sobre a vazão outorgada, conclui-se que os instrumentos de outorga e cobrança estão intimamente relacionados.

A outorga tem como objetivos assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício do direito de acesso à água. THOMAS (2007) destaca que pela legislação vigente, para os rios da União, existem dois tipos de outorga: a outorga preventiva e a outorga de direito de uso. A outorga de direito de uso, como o próprio nome diz, confere ao detentor o direito de uso de recursos hídricos. A outorga preventiva não confere direito de uso de recursos hídricos e se destina a reservar a vazão passível de outorga, possibilitando, aos investidores, o planejamento de empreendimentos que necessitem desses recursos.

O que à primeira vista pode parecer injusto, é, na verdade, plenamente justificável. Isto porque a outorga é uma garantia de disponibilidade hídrica, a qual possui um valor econômico e deve ser cobrada, sendo ou não exercida na sua plenitude e respeitando-se os prazos previstos na lei. Deve-se lembrar que quando um usuário possui uma reserva de água ele está restringindo a entrada de novos usuários na bacia, o que restringe o desenvolvimento econômico da região. Em outras palavras, mesmo que o usuário não capte o que ele tem direito, esta vazão estará reservada para ele e, portanto, indisponível para outros usuários. A cobrança é sobre esta reserva, e não sobre o uso em si. Isso acontece da mesma forma com a diluição: outros usuários diluidores de DBO estarão sendo restringidos considerando-se a reserva de uma vazão de diluição para este usuário.

Segundo GARRIDO (2001), “A outorga é um instrumento de gestão do uso dos recursos hídricos capaz de produzir efeitos positivos em favor dos usuários da água, do Poder Público e para a sociedade civil organizada. A experiência brasileira já demonstrou que a introdução do regime de outorga em algumas regiões foi extremamente útil para promover a atenuação, quando não a completa erradicação, de conflitos entre usuários competidores pela água”.

De fato, a implantação da outorga induz à ordem no uso dos recursos hídricos, trazendo uma certa tranquilidade aos usuários, pois estes, uma vez possuidores dos direitos de uso, poderão realizar seus investimentos em um ambiente mais organizado e, por isso, inibidor de conflitos.

Deve-se observar que a outorga é um instrumento articulado com o plano de recursos hídricos, o enquadramento e a cobrança pelo uso da água, uma vez que os critérios de alocação de água serão definidos pelo plano, esses critérios deverão respeitar as metas de qualidade do enquadramento e, ainda, deverão determinar os quantitativos a serem arrecadados pela cobrança.

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, 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).

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.

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, mas nem todo parâmetro outorgado tem que ser cobrado.

### **3.2. Interação da Cobrança com o Enquadramento**

Outro instrumento intimamente relacionado com a cobrança pelo uso da água é o enquadramento dos corpos d'água em classes, segundo seus usos preponderantes.

O enquadramento é uma decisão não só ambiental, mas acima de tudo econômica. Quanto mais elevada a qualidade de água pretendida para o rio, maiores serão os custos a serem arcados pelos usuários (tratamento de efluentes, reúso, tecnologia mais limpas, entre outras técnicas). Tais custos podem ser tão elevados a ponto de inviabilizarem determinadas atividades econômicas, desestimulem a vinda de novos usuários e/ou estimulem a saída dos atuais. Por outro lado, uma qualidade de água muito baixa, além dos óbvios problemas estéticos e sanitários, pode igualmente ser indesejável, na medida que impõe custos de tratamento muito elevados aos usuários. O enquadramento ideal deve encontrar o ponto intermediário ótimo para cada parâmetro de qualidade de água que seja relevante na bacia.

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. O objetivo do enquadramento, estabelecido no art. 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 nº 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 Conselho Nacional ou Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, de acordo com o domínio destes (art. 44).

Dessa forma, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos, por meio da resolução CNRH nº 12 de 19/07/2000, estabelece as diretrizes para o enquadramento. Tendo em vista a Lei nº 9.433, o art. 4 dessa resolução contempla a integração dos instrumentos de gestão, pois determina que os procedimentos para o enquadramento de corpos d'água deverão ser desenvolvidos em conformidade com o plano de recursos hídricos.



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 resolução 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.

Considerando a necessidade da atuação integrada dos órgãos componentes do SNGRH na execução da Política Nacional de Recursos Hídricos, em conformidade com as respectivas competências, verificou-se a necessidade de atualização e revisão da resolução CONAMA 20, principalmente nos seguintes aspectos:

- Por ser anterior a Lei 9.433, verifica-se que a CONAMA 20 não faz referência à gestão de recursos hídricos nem aos órgãos afins. Em seu art. 35 determina que “aos órgãos de controle ambiental compete a aplicação dessa resolução, cabendo-lhes a fiscalização para o cumprimento da legislação, bem como a aplicação das penalidades previstas, inclusive a interdição de atividades industriais poluidoras” (CONAMA, 1986). As normas devem ser um instrumento efetivo de integração entre o sistema de gestão ambiental e de recursos hídricos
- A CONAMA 20 não leva em consideração os valores de referência (background) dos corpos d'água. Com isso o valor limite de um parâmetro de qualidade em certo local pode estar acima do critério estabelecido mesmo antes de qualquer ação antrópica na bacia. Visto isso, é necessário ter uma flexibilidade quanto a este critério levando em consideração a qualidade natural do corpo hídrico. Os valores de referência de diversos rios aproximam-se dos padrões de alguns parâmetros. Por exemplo, o relatório COPPETEC (2007) destaca que 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).
- Apresenta padrões ambientais próximos dos limites de detecção dos testes laboratoriais, dificultando a interpretação dos resultados. Por exemplo, segundo o relatório COPPETEC (2007), 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. Em seu art. 13, a CONAMA 20 determina que “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 ( $Q_{crit.} = Q_{7,10}^1$ )”. 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.

---

<sup>1</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.

A primeira consideração é referente ao art. 9 da Lei nº 9.433, que visa a “assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas”. O art. 2, Inciso XX, da CONAMA 357, define o enquadramento com base neste artigo da lei.

A segunda considera que “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 terceira consideração expõe sobre a Constituição Federal e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que “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”.

A consideração seguinte já introduz a flexibilização, pois considera que “o enquadramento expressa metas finais a serem alcançadas, podendo ser fixadas metas progressivas intermediárias, obrigatórias, visando a sua efetivação”. Essa flexibilização é importante para viabilizar a outorga e a cobrança.

A quarta consideração remete aos termos da Convenção de Estocolmo, que trata dos Poluentes Orgânicos Persistentes – POPs, ratificada pelo Decreto Legislativo nº 204, de 7 de maio de 2004.

Sua última consideração aponta que “o controle da poluição está diretamente relacionado com a proteção da saúde, garantia do meio ambiente ecologicamente equilibrado e a melhoria da qualidade 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.

Com a Resolução CONAMA 357, apesar da rigidez de classificação com inúmeros parâmetros, abriu-se a possibilidade de os comitês estabelecerem metas intermediárias progressivas. Desta forma, fica entendido que a qualidade de água especificada pelo CONAMA será uma meta final, e não imediata, em cada bacia. Essa flexibilização do enquadramento pode ser utilizada em conjunto com a cobrança para atingir as metas de enquadramento.

Embora o enquadramento se relacione com a cobrança em diversas formas, a mais direta é através da parcela devido ao uso diluição. Conforme proposto no PL 1.616/99 e na própria Lei nº 9.433, existe uma tendência de se cobrar tal parcela com base na vazão de diluição, a qual é inversamente proporcional à concentração de enquadramento de cada poluente considerado. Quanto menor (mais restritiva) for esta concentração, maior será a vazão de diluição para uma determinada carga poluente. Sendo assim, maiores serão as cobranças por esta parcela e menos outorgas poderão ser concedidas na bacia, limitando seu desenvolvimento econômico.

Desta maneira, fica evidente que concentrações exageradamente restritivas de enquadramento (muitas vezes pretendidas por órgãos ambientais) gerariam cobranças absurdamente elevadas e inviabilizariam outorgas para uma série de usuários existentes e/ou potenciais, porque exigiria uma vazão de diluição extremamente elevada, e, em alguns casos, superior à própria vazão natural na calha do rio.

#### **4. DILUIÇÃO DE EFLUENTES**

Conceitualmente, a diluição é um procedimento para preparar uma solução menos concentrada a partir de outra mais concentrada pela adição de um solvente. A poluição hídrica pode ser definida como qualquer alteração física, química ou biológica da qualidade de um corpo hídrico, capaz de ultrapassar os padrões estabelecidos para a classe, conforme o seu uso preponderante. A obtenção da característica físico-química dos efluentes permite a comparação com os padrões da legislação ambiental e quando associados com as suas vazões permite também o cálculo da carga poluidora.

##### **4.1. Conceito de Diluição de Efluentes**

Com o intuito descrever a interação do efluente lançado no corpo d'água, este item, baseado em FELTRE (1985), apresenta alguns conceitos básicos de físico-química.

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

A 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.

A concentração (C) é o quociente entre a massa do soluto ( $m_1$ ) e o volume da solução (V), representada matematicamente pela Equação (4.1).

$$C = m_1/V \quad (4.1)$$

onde,

C - Concentração (g/l)

$m_1$  - massa do soluto (g)

V - volume da solução (l)

### • Diluição das Soluções

Diluir uma solução consiste em se adicionar uma porção do solvente puro, como representado na Figura 4.1.

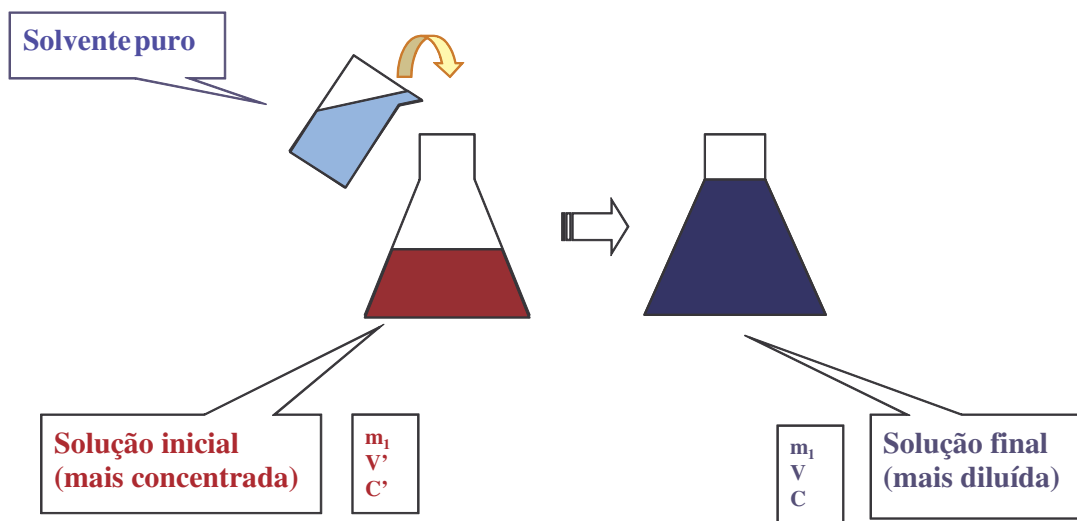


Figura 4.1: Diluição de uma solução.

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  $C'$  diminuirá para  $C$  já que o volume aumentou para  $V$ .

Para a solução inicial:

$$C' = m_1/V' \text{ ou } m_1 = V' C' \quad (4.2)$$

Para a solução final:

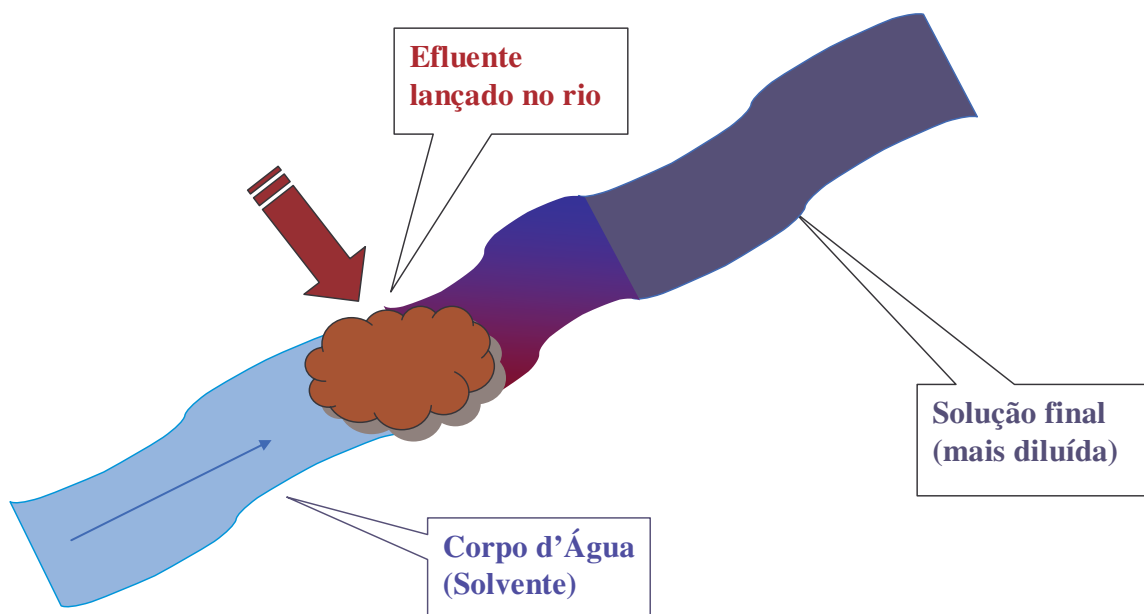
$$C = m_1/V \text{ ou } m_1 = V C \quad (4.3)$$

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

$$C = V' C' / V \quad (4.4)$$

mostrando que a concentração é inversamente proporcional ao volume.

Analogamente no rio, a Figura 4.2 ilustra um efluente que ao ser lançado é diluído, alterando a concentração deste corpo d'água a jusante do ponto em que é lançado o efluente. Essa representação lembra que no corpo d'água real a concentração do efluente após seu lançamento varia tanto no espaço quanto no tempo. No entanto, para fins de cobrança, um modelo simplificado de misturas se justifica.



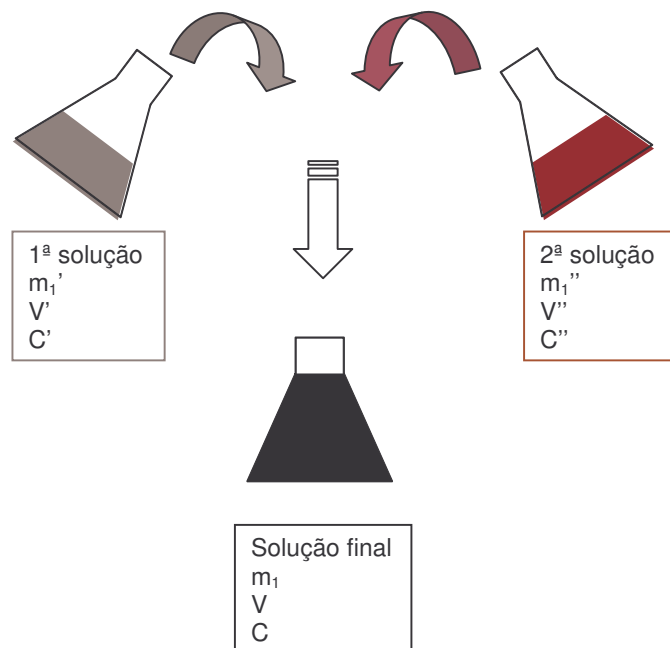
**Figura 4.2: Diluição de um efluente lançado no rio.**

Na Figura 4.2 a cor mais clara a montante do ponto de lançamento representa o corpo d'água com a concentração menor do que a do efluente. Devido ao processo de diluição, a concentração no corpo d'água a jusante do ponto de lançamento para um efluente não-conservativo decai gradualmente, o que é representado na figura por uma cor que passa do

marrom para o azul. No entanto, quando o corpo receptor já contém alguma concentração deste mesmo soluto teríamos uma mistura de soluções, 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 4.3: 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:

$$C = m_1 / V \quad (4.5)$$

Neste caso,

$$m_1 = (m_1' + m_1'') \text{ e } V = (V' + V'') \quad (4.6)$$



ou

$$C = (m_1' + m_1'') / (V' + V'') \quad (4.7)$$

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

Para a primeira solução (') :

$$m_1' = V' C' \quad (4.8)$$

Para a segunda solução (') :

$$m_1'' = V'' C'' \quad (4.9)$$

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

$$C = (V' C' + V'' C'') / (V' + V'') \quad (4.10)$$

ou

$$C = (V' C' + V'' C'') / V \quad (4.11)$$

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.

## **4.2. O Tratamento da Diluição de Efluentes na Política Nacional de Recursos Hídricos**

A cobrança pelo uso do recurso hídrico, tanto para captação quanto para diluição de efluentes, é um dos principais instrumentos de gestão criados pela Lei nº 9.433. Visa estabelecer a água como um bem econômico, uma mercadoria, bem como criar um fundo financeiro que sustente as próprias ações de gestão e os investimentos de interesse coletivo na bacia.

A cobrança pela diluição de efluentes é calculada através das cargas dos poluentes lançados no corpo d'água receptor. 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 para outros usuários detentores.

A Lei nº 9.433/97 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.

Reforçando o conceito de vazão de diluição, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos por meio da Resolução CNRH 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 art. 7 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 (SINGRH). 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 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. 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 nº 48/2005 – art 7, § 2);
- 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).

## **5. COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA**

A cobrança pelo uso de recursos hídricos já vem sendo implementado em algumas bacias do Brasil, como, por exemplo, o caso da bacia do rio Paraíba do Sul (SP, MG e RJ). Iniciada em março de 2003, a cobrança pelo uso da água bruta na bacia do rio Paraíba do Sul é pioneira no cenário nacional por incidir, pela primeira vez, sobre águas de domínio da União e por possibilitar o início efetivo da gestão de uma bacia de rio federal.

A cobrança teve início com base no processo de regularização de usos apoiado pelo cadastramento declaratório de usos de recursos hídricos na bacia, que se encontra disponível no Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos – CNARH. O pressuposto mais importante, na definição da metodologia inicial de cobrança CEIVAP-ANA, foi a simplicidade conceitual e operacional que possibilitasse sua aplicação, a curto prazo, tendo em vista as atuais limitações de cadastro da bacia. Buscaram-se as seguintes características:

- simplicidade de cálculo, para que fosse de fácil compreensão e baseado em parâmetros facilmente quantificáveis;
- 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;
- sinalização do valor econômico da água e da importância do uso racional dos recursos hídricos nos aspectos de quantidade e qualidade (captação, consumo e lançamento de efluentes);
- minimização do risco de impacto econômico nos usuários-pagadores, adotando-se valores baixos de cobrança.

Em março de 2001, o CEIVAP aprovou a proposta inicial de cobrança elaborada pelo Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente da COPPE/UFRJ. É importante ressaltar que a metodologia e critérios de cobrança aprovados em dezembro de 2001 tiveram caráter transitório, vigorando de março de 2003, quando iniciou-se a cobrança, até dezembro de 2006.

Buscando aperfeiçoar o instrumento, o CEIVAP aprovou, em setembro de 2006, a Deliberação nº 65, que estabelece novos mecanismos e valores para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos nos rios de domínio da União da bacia do rio Paraíba do Sul, em vigor a partir de janeiro de 2007.

Em outubro, foi aprovada a Deliberação nº 70/06, que estabelece mecanismos diferenciados de pagamento pelo uso da água, com o intuito de incentivar ações de melhoria da qualidade e da quantidade de água da bacia.

Em dezembro, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH, através da Resolução nº 64/06, aprovou os novos mecanismo e valores propostos pelo CEIVAP.

### **5.1. Metodologia de Cobrança em Vigor até Dezembro de 2006**

Na bacia do rio Paraíba do Sul, foi implantado o instrumento de cobrança em águas de domínio federal, através de uma abordagem metodológica desenvolvida pelo Laboratório de Hidrologia da COPPE/UFRJ, aprovada pelo Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP) e pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH).

Com base na lei nº 4.247, de 16 de dezembro de 2003 de cobrança pela utilização dos recursos hídricos de domínio do estado do Rio de Janeiro, art. 18, “o pagamento de que trata esta lei não confere direitos adicionais em relação ao uso de água bruta, prevalecendo todas as disposições referentes a prazo de duração e modalidade da outorga, estabelecidas mediante decreto”.

De acordo com a metodologia empregada na bacia do rio Paraíba do Sul, para captação, consumo e diluição de efluentes, a cobrança é composta de duas partes que se combinam entre si:

- um conjunto de parâmetros que constitui a base de cálculo, formado a partir de uma avaliação técnica e expresso em volume (vazão); e,

- um valor unitário básico, que é uma expressão econômica do preço da unidade de cada parâmetro de cálculo.

Para melhor entendimento, a fórmula de cobrança é apresentada de forma desmembrada em três parcelas (art. 19):

$$C = \underbrace{Q_{\text{cap}} \times K_0}_{\text{captação}} \times \text{PPU} + \underbrace{Q_{\text{cap}} \times K_1}_{\text{consumo}} \times \text{PPU} + \underbrace{Q_{\text{cap}} \times (1 - K_1) \times (1 - K_2 K_3)}_{\text{diluição de efluentes}} \times \text{PPU}$$

A primeira parcela corresponde ao cálculo do valor cobrado pelo volume captado no manancial. A segunda parcela corresponde ao cálculo do valor cobrado pelo volume efetivamente consumido pelo usuário, ou seja, o volume que foi captado, mas que não retornará ao corpo hídrico como efluente. A terceira parcela corresponde ao cálculo do valor cobrado pelo despejo de efluente no corpo receptor; cálculo que incorpora reduções de valor decorrente do percentual de efluentes tratados ( $K_2$ ) e, ainda, do nível de eficiência desse tratamento ( $K_3$ ).

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. Essa imperfeição é justificada pelas condicionantes da fórmula (simplicidade e aplicabilidade) sendo modificada na sua essência na nova metodologia aprovada pelo CEIVAP.

Quanto ao aspecto econômico da fórmula, expresso em PPU (Preço Público Unitário), trata-se igualmente de uma proposta de simplificação, uma vez que engloba, ao mesmo tempo, o preço relativo à captação e ao consumo de água e à redução do parâmetro de poluição DBO.

Na sua apresentação não-desmembrada, a cobrança mensal total, expressa em reais, é apresentada a seguir:

$$\text{Cobrança mensal} = Q_{\text{cap}} \times [K_0 + K_1 + (1 - K_1) \times (1 - K_2 K_3)] \times \text{PPU}$$

Onde,

$Q_{\text{cap}}$  - volume de água captada durante um mês ( $\text{m}^3/\text{mês}$ ), fornecido pelo usuário;

$K_0$  - multiplicador de preço unitário para captação, 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 doméstico ou industrial), ou seja, a relação entre a vazão efluente tratada e a vazão efluente bruta, fornecido 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 correspondente à cobrança pela captação, consumo e diluição de efluentes para cada  $\text{m}^3$  de água captada ( $\text{R}\$/\text{m}^3$ ), definido pelo CEIVAP.

Conforme indicado na fórmula acima, os critérios de cobrança objeto de discussão e negociação no âmbito do CEIVAP concernem somente o Preço Público Unitário (PPU) e o fator  $K_0$  de redução da cobrança pela captação.

O preço público unitário (PPU) unitário foi definido pelo CEIVAP como  $\text{R}\$ 0,02/\text{m}^3$ , após a realização de simulações que consideraram o montante total a ser arrecadado e o impacto da cobrança sobre os usuários. Para os setores específicos, foram definidos os seguintes preços:

$\text{R}\$ 0,02 / \text{m}^3$  para indústria e saneamento;

$\text{R}\$ 0,0005 / \text{m}^3$  para irrigação;

$\text{R}\$ 0,0004 / \text{m}^3$  para aquicultura;

$\text{R}\$ 0,02 / \text{m}^3$  para o consumo;

$\text{R}\$ 0,02 / \text{m}^3$  para o efluente não tratado e  $\text{R}\$ 0$  para o efluente 100% tratado.

Com relação aos coeficientes, foram inseridos o “ $K_0$ ” e o “ $(1 - K_2 \cdot K_3)$ ”. O coeficiente  $K_0$  inferior a 1 foi introduzido procurando-se estabelecer que a captação é menos impactante



do que o consumo, ou seja, se o usuário captar mas não consumir a água captada, pagará menos por isso. O peso a ser dado ao  $K_0$  foi definido pelo CEIVAP como 0,4 ou igual a 40%.

Os demais componentes da fórmula ( $Q_{cap}$  - volume de captação; fator  $K_1$  - coeficiente de consumo; fator  $K_2$  - índice de cobertura de tratamento de efluentes doméstico ou industrial; e o fator  $K_3$  - nível de redução de DBO) deverão ser informados pelos usuários, no âmbito do processo de regularização de usos de recursos hídricos na bacia do rio Paraíba do Sul.

Estas informações estarão naturalmente sujeitas à fiscalização prevista na legislação pertinente.

#### **5.1.1. Universo de usuários-pagadores**

A proposta inicial de cobrança propunha uma “linha de corte” para o setor industrial e de saneamento básico a partir da qual os usuários passariam a ser pagadores, na seguinte forma:

- serviços de água e esgoto de municípios com população superior a 10 mil habitantes;
- as 40 maiores indústrias poluidoras em cada um dos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo.

Na verdade, esse foi o universo selecionado pelo Laboratório de Hidrologia da COPPE/UFRJ para fins de quantificação do potencial de arrecadação da cobrança, correspondendo, naturalmente, ao CEIVAP a definição final sobre o universo a ser cobrado no âmbito de cada setor usuário.

De qualquer maneira, essa referência foi firmemente recusada durante o processo de negociação e culminou na definição de uma série de exigências prévias para a operacionalização da cobrança, dentre as quais a ampliação do universo de usuários/pagadores dos setores industrial e de saneamento básico, mas também, e

principalmente, a outros setores usuários de recursos hídricos. Estariam isentos de cobrança somente os usos considerados insignificantes para efeito de outorga de direitos de uso.

A Tabela 5.1 resume valores e critérios por setor usuário, à exceção do uso configurado como transposição de bacias, que será descrito sucintamente na seção seguinte.

**Tabela 5.1: Valores e Critérios de Cobrança pelo Uso da Água**

Setor	PPU (R\$/m <sup>3</sup> )	Outros Critérios	Uso Insignificante
Saneamento e Indústria	0,02	-	1 L/s
Agropecuária	0,0005	DBO = 0, exceto suinocultura Impacto < 0,5% custo produção	
Aqüicultura	0,0004	Consumo e DBO = 0 Impacto < 0,5% custo produção	
Mineração de areia	0,02	Calculo das vazões a partir da produção de areia, da razão de mistura e do teor de umidade	
PCHs	-	0,75% x Energia Gerada x TAR	1 MW

Fonte: LABHID (2002)

Os valores de PPU são baixos para estimular o pagamento e ao mesmo tempo incentivar a redução do consumo.

### 5.1.2. Transposição

A bacia do rio Paraíba do Sul é interligada com a bacia do rio Guandu, no Rio de Janeiro, por meio de duas transposições: parte da água é bombeada por meio da estação elevatória de Santa Cecília, no Rio Paraíba do Sul (até 160 m<sup>3</sup>/s), e o restante é desviado do rio Piraí, por meio dos reservatórios de Tocos e Santana (até 20 m<sup>3</sup>/s). O CEIVAP, por meio da Deliberação n<sup>o</sup> 52/2005, definiu, após um longo período de discussões em conjunto com o Comitê Guandu, o disposto no art. 1 dessa deliberação:

“Fica definido 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”.

## **5.2. Metodologia de Cobrança em Vigor a partir de Janeiro de 2007**

A nova metodologia em vigor desde janeiro de 2007 trouxe os seguintes aperfeiçoamentos ao instrumento cobrança pelo uso da água na bacia do rio Paraíba do Sul:

- Incorpora a carga orgânica lançada (DBO), ao passo que a metodologia em vigor até 2006 previa a cobrança sobre a vazão lançada;
- Considera a vazão efetivamente utilizada no cálculo da cobrança, por meio de medição da vazão captada e lançada;
- Inclui coeficiente que considera classe de enquadramento no ponto de captação;
- Permite a ponderação da cobrança pelo consumo entre União e Estados;
- Permite a inclusão de coeficientes que levam em conta as boas práticas pelo uso da água.
- Introduce um novo coeficiente (KGestão) que possibilita zerar o valor a ser cobrado, se houver descumprimento, pela ANA, do Contrato de Gestão celebrado com a Agência da Bacia - AGEVAP, instrumento que assegura o retorno para a bacia dos recursos arrecadados com a cobrança.

Os mecanismos de cobrança podem ser divididos em três componentes: bases de cálculo, coeficientes multiplicadores e critérios específicos. As bases de cálculo são o componente dos mecanismos de cobrança que visa a quantificar o uso da água. Na proposta aprovada pelo CEIVAP, são considerados como usos da água: captação, consumo, lançamento, transposição de bacias, aproveitamento de potencial hidrelétrico, mineração de areia em leito de rio, setor agropecuária e aquicultura, descritos a seguir. (CEIVAP, 2007)

### **5.2.1. Captação**

Define-se o uso de captação como a retirada de água do corpo hídrico. Na nova formulação do CEIVAP, quantifica-se este tipo de uso pelo volume anual de água captado no corpo hídrico, indicado por “Qcap”.

A cobrança pela captação de água será feita de acordo com a seguinte equação:

$$\text{Valorcap} = \text{Qcap out} \times \text{PPUcap} \times \text{Kcap classe}$$

Onde:

**Valorcap** - pagamento anual pela captação de água, em R\$/ano;

**Qcap out** - volume anual de água captado, em m<sup>3</sup>/ano, segundo valores da outorga ou verificados pelo organismo outorgante, em processo de regularização;

**PPUcap** - Preço Público Unitário para captação superficial, em R\$/m<sup>3</sup>;

**Kcap classe** - coeficiente que leva em conta a classe de enquadramento do corpo d'água no qual se faz a captação.

A deliberação do CEIVAP apresenta o coeficiente  $K_{\text{cap classe}}$  que visa alterar a cobrança em função da qualidade da água no ponto de captação. A qualidade da água é determinada pela classe de enquadramento do corpo hídrico no ponto de interferência. Para o caso da captação, os valores do coeficiente são apresentados na tabela a seguir:

**Tabela 5.2: Valor do Kcap classe em função da classe de enquadramento do rio.**

Classe de Uso do Corpo Hídrico	$K_{\text{cap classe}}$
1	1,0
2	0,9
3	0,9
4	0,7

A redução do valor do coeficiente em função da qualidade da água reduzirá também a cobrança. Esta redução da cobrança justifica-se pelo fato de que um usuário que capta água mais poluída terá maiores custos para o seu tratamento.

A nova metodologia do CEIVAP apresenta uma inovação em relação à fórmula anterior. Trata-se da consideração da vazão efetivamente utilizada no cálculo da cobrança. Esta consideração resulta da constatação de que nem sempre os usuários utilizam toda a vazão

outorgada devido a incertezas no clima, no mercado de consumo e no crescimento da população, respectivamente nos casos dos setores agrícola, industrial e de saneamento.

No entanto, a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) estabelece que a cobrança deverá incidir sobre os usos sujeitos à outorga. Quando uma outorga é concedida a um usuário, a vazão outorgada fica indisponível a todos os outros usuários da bacia, independente de ser utilizada ou não. Portanto, a não utilização de toda a vazão outorgada pode restringir a entrada de novos usuários na bacia mesmo que ainda haja disponibilidade hídrica para atendê-los, o que não contribui para a utilização racional da água, um dos objetivos da PNRH.

Desta forma, decidiu-se que a cobrança deveria estar vinculada à vazão outorgada, porém, o usuário pode ter uma espécie de “folga” na sua outorga para comportar eventuais incertezas na sua previsão de demanda. Esta folga é definida pela diferença entre a vazão outorgada e a vazão efetivamente utilizada. Esta folga pode ser vista também como uma garantia de disponibilidade de água para atender a uma variação não prevista de demanda. Como esta garantia não se constitui num uso efetivo, justifica-se o valor de cobrança menor. A diferenciação nos valores de cobrança é estabelecida pela introdução dos coeficientes  $K_{out}$ ,  $K_{med}$  e  $K_{med\ extra}$ .

Assim, quando uma outorga é concedida a um usuário, a vazão outorgada fica indisponível a todos os outros usuários da bacia, independente de ser utilizada ou não. Portanto, não é desejável que um usuário utilize uma pequena parcela da sua vazão outorgada, deixando o restante como uma espécie de “reserva de água”, mesmo que pague por esta reserva, pois estará inviabilizando a entrada de novos usuários na bacia ou a expansão do empreendimento de usuários existentes. Visando desestimular a criação de “reservas de água” o CEIVAP propôs um tratamento diferenciado para os usuários cujo volume anual de água captado medido for inferior a 70% do volume anual de água captado outorgado. Em outras palavras, considera-se como uma folga aceitável e não sujeita a este tratamento diferenciado, 30% do volume outorgado, como segue:

$$\text{Valor}_{cap} = [K_{out} \times Q_{cap\ out} + K_{med} \times Q_{cap\ med} + K_{med\ extra} \times (0,7 \times Q_{cap\ out} - Q_{cap\ med})] \times PPU_{cap} \times K_{cap\ classe}$$

Onde,

$K_{out}$  - peso atribuído ao volume anual de captação outorgado;

$K_{med}$  - peso atribuído ao volume anual de captação medido;

$K_{med\ extra}$  - peso atribuído ao volume anual disponibilizado no corpo d'água;

$Q_{cap\ med}$  - volume anual de água captado, em m<sup>3</sup>/ano, segundo dados de medição:

- Quando ( $Q_{cap\ med}/Q_{cap\ out}$ ) for maior ou igual a 0,7 será adotado  $K_{out} = 0,2$ ;  $K_{med} = 0,8$  e  $K_{med\ extra} = 0$ ; ou seja:

$$\text{Valor}_{cap} = (0,2 \times Q_{cap\ out} + 0,8 \times Q_{cap\ med} + 0) \times PPU_{cap} \times K_{cap\ classe}$$

- Quando ( $Q_{cap\ med}/Q_{cap\ out}$ ) for menor que 0,7 será adotado  $K_{out} = 0,2$ ;  $K_{med} = 0,8$  e  $K_{med\ extra} = 1,0$ ; ou seja:

$$\text{Valor}_{cap} = [0,2 \times Q_{cap\ out} + 0,8 \times Q_{cap\ med} + (0,7 \times Q_{cap\ out} - Q_{cap\ med})] \times PPU_{cap} \times K_{cap\ classe}$$

- Quando  $Q_{cap\ med}/Q_{cap\ out}$  for maior que 1 (um), será adotado  $K_{out} = 0$ ;  $K_{med} = 1,0$  e  $K_{med\ extra} = 0$ ; ou seja:

$$\text{Valor}_{cap} = Q_{cap\ med} \times PPU_{cap} \times K_{cap\ classe}$$

### 5.2.2. Consumo

Define-se o uso de consumo como a parcela do uso de captação que não é devolvida ao corpo hídrico. Portanto, o volume anual de água consumido será definido pela subtração do volume anual de água captado pelo volume anual de água lançado no corpo hídrico ( $Q_{lan\ T}$ ), como apresentado a seguir:

$$\text{Valor}_{cons} = (Q_{cap\ T} - Q_{lan\ T}) \times PPU_{cons} \times (Q_{cap} / Q_{cap\ T})$$

A base de cálculo proposta apresenta ainda um termo ( $Q_{cap} / Q_{capT}$ ) que visa a relacionar o volume anual de água captado em corpos d'água de domínio da União ( $Q_{cap}$ ) e o volume anual de água captado total ( $Q_{capT}$ ). Este termo permite a ponderação da cobrança pelo consumo entre a União e os Estados, tendo em vista que muitos usuários possuem captações em corpos d'água de diferentes dominialidades, devendo o consumo ser calculado de forma integrada para todo o empreendimento.

Para o caso específico da irrigação, a cobrança pelo consumo de água será feita de acordo com a seguinte equação:

$$\text{Valorcons} = Q_{cap} \times \text{PPUcons} \times \text{Kconsumo}$$

Na qual:

- Valorcons** - pagamento anual pelo consumo de água R\$/ano;
- Qcap** - volume anual de água captado, em m<sup>3</sup>/ano, igual a  $Q_{cap}$  med ou igual a  $Q_{cap}$  out, se não existir medição, ou valor verificado pelo organismo outorgante em processo de regularização de usos;
- PPUcons** - Preço Público Unitário para o consumo de água, R\$/m<sup>3</sup>;
- Kconsumo** - coeficiente que leva em conta a parte da água utilizada na irrigação que não retorna aos corpos d'água.

O valor de  $K_{consumo}$  será igual a 0,5 (cinco décimos), com exceção da cultura de arroz para a qual se aplicará um  $K_{consumo}$  igual a 0,04 (quatro centésimos).

Para o caso específico da irrigação, o CEIVAP propôs um coeficiente para o cálculo da cobrança pelo consumo ( $K_{consumo}$ ), que terá valor de 0,5, com exceção da cultura de arroz para a qual o valor de  $K_{consumo}$  será igual a 0,04, conforme equação a seguir:

$$\text{Valorcons} = Q_{cap} \times \text{PPUcons} \times \text{Kconsumo}$$

Para os demais setores, a cobrança pelo consumo será calculada com base no volume anual de água consumido, definido pelo balanço hídrico do empreendimento, que leva em conta os volumes de água captados e lançados nos corpos hídricos. No setor de irrigação,

entretanto, o cálculo do balanço hídrico fica prejudicado pela ausência de lançamentos pontuais nos corpos d'água. O retorno da água ao corpo hídrico, quando ocorre, é por infiltração de forma difusa e de difícil mensuração. Sendo assim, haveria dificuldade de se aplicar a fórmula geral proposta pela incerteza na definição do volume de água lançado. Por isso, considerou-se a utilização de um coeficiente para determinar o percentual da água captada que não retorna ao corpo hídrico no cálculo do valor da cobrança pelo consumo de água para o setor de irrigação. O valor deste coeficiente varia em função do tipo de cultura e da tecnologia de irrigação utilizada.

### 5.2.3. Lançamento

Define-se o uso de lançamento de carga como o uso de uma quantidade definida de água para diluir uma carga poluente lançada no corpo hídrico. De acordo com o art. 5 da Deliberação CEIVAP nº 65/2006, a cobrança pelo lançamento de carga orgânica será feita de acordo com a seguinte equação:

$$\text{Valor}_{\text{DBO}} = \text{CO}_{\text{DBO}} \times \text{PPU}_{\text{DBO}}$$

na qual:

$\text{Valor}_{\text{DBO}}$  - pagamento anual pelo lançamento de carga orgânica, em R\$/ano;

$\text{CO}_{\text{DBO}}$  - carga anual de  $\text{DBO}_{5,20}$  (Demanda Bioquímica por Oxigênio após 5 dias a  $20^{\circ}\text{C}$ ) efetivamente lançada, em kg/ano;

$\text{PPU}_{\text{DBO}}$  - Preço Público Unitário para diluição de carga orgânica, em R\$/kg.

O CEIVAP propôs como base de cálculo para o uso de lançamento a carga de  $\text{DBO}_{5,20}$  lançada ( $\text{CO}_{\text{DBO}}$ ), que será calculada por meio da multiplicação da concentração média anual referente à  $\text{DBO}_{5,20}$  do efluente lançado ( $\text{C}_{\text{DBO}}$ ) pelo volume anual de água lançado ( $\text{Q}_{\text{lanç Fed}}$ ), como segue:

$$\text{CO}_{\text{DBO}} = \text{C}_{\text{DBO}} \times \text{Q}_{\text{lanç Fed}}$$

Onde,

$\text{C}_{\text{DBO}}$  - Concentração média anual de  $\text{DBO}_{5,20}$  lançada, em  $\text{kg}/\text{m}^3$ , a saber:



- resultado da média ponderada pela vazão de lançamento das medidas feitas pelo órgão ambiental estadual correspondente ou pelo usuário, por meio de metodologias aceitas pelos órgãos ambientais; ou, na ausência das medidas:
- valor máximo constante no processo de licenciamento ambiental do lançamento;
- valor verificado pelo organismo outorgante no processo de regularização; ou,
- para o setor de saneamento, quando não for informado, será adotado o valor de 0,300 kg/m<sup>3</sup>;

**Q<sub>lanç Fed</sub>** - Volume anual de água lançado, em m<sup>3</sup>/ano, segundo dados de medição ou, na ausência desta, segundo dados outorgados, ou por verificação do organismo outorgante em processo de regularização.

A Lei 9.433, de 1997, prevê em seu art. 12 que os lançamentos de esgotos para fins de diluição são usos de recursos hídricos sujeitos a outorga. Assim, ao considerar a carga de DBO<sub>5,20</sub> na base de cálculo, a fórmula aprovada pelo CEIVAP permite a quantificação mais precisa da quantidade de água necessária para sua diluição, em consonância com a base legal atual.

Esta fórmula ainda não considera a cobrança pela diluição de efluentes, mas a cobrança pelo lançamento de carga. Contudo, já está previsto nesta deliberação do CEIVAP o aperfeiçoamento que tenha como base de cálculo o volume de água necessário para diluir a carga de DBO<sub>5,20</sub> lançada. Este volume seria definido com base na concentração referente à DBO<sub>5,20</sub> permitida para o trecho de lançamento, conforme o enquadramento do corpo hídrico. À medida que as metas progressivas de enquadramento fossem atingidas, as concentrações limites iriam diminuir e os respectivos volumes necessários para diluição iriam aumentar. Com isso, os usuários que não reduzissem suas cargas ao longo do tempo teriam seus valores de cobrança também aumentados. Desta forma, o instrumento da cobrança atuará como mais um incentivo ao tratamento de efluentes.

De acordo com o Anexo I, da Deliberação CEIVAP nº 65 “A AGEVAP deverá apresentar ao CEIVAP, no prazo máximo de 30 de junho de 2009, proposta para cobrança pela vazão de diluição, considerando a DBO e outros parâmetros relevantes para qualidade de água na bacia”.

#### 5.2.4. Transposição

O valor para a cobrança pelo uso das águas captadas e transpostas da bacia do rio Paraíba do Sul para a bacia do rio Guandu ( $\text{Valor}_{\text{transp}}$ ) é o estabelecido na Deliberação CEIVAP no 52, de 16 de setembro de 2005 que dispõe sobre a metodologia e critérios para a cobrança pelo uso das águas captadas e transpostas da bacia do rio Paraíba do Sul para a bacia do rio Guandu.

O  $\text{Valor}_{\text{transp}}$  corresponde a 15% (quinze por cento) dos recursos arrecadados pela cobrança pelo uso da água bruta na bacia hidrográfica do rio Guandu.

#### 5.2.5. Aproveitamento de Potencial Hidrelétrico

Define-se o aproveitamento de potencial hidrelétrico como o uso da água para geração de energia elétrica. O CEIVAP aprovou a base de cálculo para este tipo de uso como sendo a energia gerada, semelhante à metodologia anterior, como a seguir apresentada:

$$\text{ValorPCH} = \text{GH} \times \text{TAR} \times \text{P}$$

onde:

**ValorPCH** - pagamento anual pelo uso da água para geração hidrelétrica em PCHs, em R\$/ano;

**GH** - total anual da energia efetivamente gerada por uma PCH, informado pela concessionária, em MWh;

**TAR** - valor da Tarifa Atualizada de Referência, definida anualmente por resolução da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, em R\$/MWh;

**P** - percentual definido pelo CEIVAP a título de cobrança sobre a energia gerada, estabelecido em 0,75% (setenta e cinco centésimos por cento).

São consideradas PCH's as usinas hidrelétricas a que se referem a Resolução ANEEL nº 652, de 09 de dezembro de 2003, ou a norma jurídica que lhe suceda, ressalvadas as que se enquadram como usos insignificantes.

Destaca-se que a proposta do CEIVAP aplica-se somente às Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCH's, que utilizam potenciais hidrelétricos menores ou iguais a 30 MW.

### **5.2.6. Mineração de Areia em leito de rio**

Para o caso específico da mineração de areia em leito de rios, o volume anual de água captado do corpo hídrico ( $Q_{cap}$ ) poderá ser calculado de acordo com as equações apresentadas a seguir.

$$Q_{cap} = Q_{areia} \times R$$

$$Valor_{cap} = Q_{cap} \times PPU_{cap}$$

Enquanto que a cobrança pelo consumo de água será feita de acordo com a seguinte equação:

$$Valor_{cons} = Q_{areia} \times U \times PPU_{cons}$$

Onde:

$Q_{areia}$  - volume de areia produzido, em m<sup>3</sup>/ano;

$R$  - razão de mistura da polpa dragada (relação entre o volume médio de água e o volume médio de areia na mistura da polpa dragada);

$U$  - teor de umidade da areia produzida, medida no carregamento;

$PPU_{cons}$  - Preço Público Unitário para o consumo de água, em R\$/m<sup>3</sup>;

Para as demais atividades de mineração, a cobrança pelo consumo de água será feita de acordo com o Plano de Utilização da Água definido na Resolução no 29 do CNRH, de 11 de dezembro de 2002.

### **5.2.7. Agropecuária e Aqüicultura**

A cobrança pela captação e pelo consumo de água para os usuários do setor de agropecuária e aqüicultura será efetuada de acordo com a seguinte equação:

$$\text{Valor}_{\text{Agropec}} = (\text{Valor}_{\text{cap}} + \text{Valor}_{\text{cons}}) \times \text{K}_{\text{Agropec}}$$

onde:

$\text{Valor}_{\text{Agropec}}$  - pagamento anual pela captação e pelo consumo de água para usuários do setor de agropecuária e aquicultura, em R\$/ano;

$\text{Valor}_{\text{cap}}$  - pagamento anual pela captação de água, calculado conforme metodologia já definida, em R\$/ano;

$\text{Valor}_{\text{cons}}$  - pagamento anual pelo consumo de água, calculado conforme metodologia já definida, em R\$/ano;

$\text{K}_{\text{Agropec}}$  - coeficiente que leva em conta as boas práticas de uso e conservação da água na propriedade rural onde se dá o uso de recursos hídricos.

Durante o período de vigência da Deliberação CEIVAP nº 65/2006, o valor de  $\text{K}_{\text{Agropec}}$  será igual a 0,05 (cinco centésimos).

### 5.2.8. Valor Global da Cobrança

Assim sendo, o pagamento anual pelo uso da água será a soma dos valores referentes a todos os usos do usuário, de acordo com a equação abaixo:

$$\text{Valor}_{\text{Total}} = (\text{Valor}_{\text{cap}} + \text{Valor}_{\text{cons}} + \text{Valor}_{\text{DBO}} + \text{Valor}_{\text{PCH}} + \text{Valor}_{\text{Agropec}} + \text{Valor}_{\text{transp}}) \text{K}_{\text{gestão}}$$

A proposição do  $\text{K}_{\text{gestão}}$  constitui-se numa salvaguarda para o CEIVAP quanto ao retorno dos recursos arrecadados para as bacias de origem. A aceitação desta salvaguarda pelo CNRH sinaliza aos Comitês de Bacias Hidrográficas a sua confiança nos mecanismos legais existentes que garantem o repasse dos recursos da cobrança para as bacias onde foram arrecadados.

O valor deste coeficiente será 1, mas poderá ser igual a zero se:

- a) na Lei de Diretrizes Orçamentárias para o ano subsequente não estiverem incluídas as despesas relativas à aplicação das receitas da cobrança pelo uso de recursos

hídricos a que se referem os incisos I, III e V do art. 12 da Lei Federal nº 9.433, de 1997, dentre aquelas que não serão objeto de limitação de empenho, nos termos do art. 9º, § 2º, da Lei Federal Complementar nº 101, de 2000;

b) houver o descumprimento, pela ANA, do Contrato de Gestão celebrado entre a ANA e a AGEVAP.

O coeficiente  $K_{gestão}$  diferencia-se de todos os demais coeficientes propostos, pois se constitui numa variável discreta que pode assumir apenas dois valores, zero ou 1. Além disso, seu valor somente poderá ser zero, se uma das duas condições estabelecidas ocorrer. As duas condições estabelecidas estão relacionadas à garantia do retorno dos recursos arrecadados para a bacia de origem. A primeira trata da previsão orçamentária do Governo Federal e a segunda, do repasse dos recursos arrecadados pela ANA para a AGEVAP.

O valor total que cada usuário de recursos hídricos dos setores de agropecuária, aquíicultura e mineração em leito de rio deverá pagar, referente à cobrança pelo uso da água, não poderá exceder a 0,5 % (cinco décimos por cento) dos custos de produção.

O CEIVAP estabeleceu, por meio da Deliberação nº 70/2006, mecanismo diferenciado de pagamento para ações de melhoria da qualidade, quantidade e do regime fluvial, que resultem em melhoria da sustentabilidade ambiental da bacia.

### 5.2.9. Critérios de cobrança

A cobrança pelo uso de recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul será feita levando-se em consideração os tipos de uso, cujos valores dos “Preços Públicos Unitários – PPU’s”, estão definidos na Tabela 5.3.

**Tabela 5.3: Valores do PPU por Tipo de Uso da Água.**

Tipo de Uso	PPU	Unidade	Valor (R\$)
Captação de água bruta	$PPU_{cap}$	m <sup>3</sup>	0,01
Consumo de água bruta	$PPU_{cons}$	m <sup>3</sup>	0,02
Lançamento de carga orgânica – $DBO_{5,20}$	$PPU_{DBO}$	kg	0,07

Ressalta-se que os valores definidos de PPU serão aplicados com a progressividade indicada a seguir, a partir de 1º de janeiro de 2007:

- 88% do valor do PPU para os primeiros 12 meses;
- 94% do 13º ao 24º mês; e
- 100% a partir do 25º mês.

É importante lembrar que esta metodologia ainda não é definitiva; como destacado na Deliberação CEIVAP nº 65, a AGEVAP deverá propor aperfeiçoamentos nas diversas parcelas de cobrança.

## 6. COBRANÇA PELA DILUIÇÃO

### 6.1. Estudos Existentes

Uma das primeiras propostas no país sobre outorga e cobrança de qualidade utilizando o conceito de diluição de efluentes foi desenvolvido por KELMAN (1997, 2000) 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.

O ponto de partida para a equação de diluição tem como base a equação de balanço de massa:

$$C_{mistura} = \frac{(C_a \times Q_a) + (C_b \times Q_b)}{Q_a + Q_b} \quad (6.1)$$

Onde,

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

$Q_a$  - vazão do efluente a;

$C_b$  - concentração de um determinado parâmetro de qualidade no efluente b;

$Q_b$  - vazão do efluente b;

$C_{mistura}$  - concentração de um determinado parâmetro de qualidade na mistura resultante dos efluentes a e b.

A partir da Equação 6.1 e considerando a concentração do efluente  $b$  como sendo a concentração natural ( $C_b = C_{nat}$ ), a vazão do efluente  $b$  igual a vazão de diluição ( $Q_b = Q_{dil}$ ) e a concentração de mistura sendo a concentração permitida ( $C_{mistura} = C_{perm}$ ) podemos chegar à equação de diluição proposta por KELMAN (1997):

$$Q_{diluição} = Q_{ef} \frac{(C_{ef} - C_{perm})}{C_{perm} - C_{nat}} \quad (6.2)$$

onde,

$Q_{dil}$  - vazão de diluição para determinado parâmetro de qualidade;

$Q_{ef}$  - vazão do efluente que contém o parâmetro de qualidade analisado;

- $C_{ef}$  - concentração do parâmetro de qualidade do efluente;
- $C_{perm}$  - concentração permitida para o parâmetro de qualidade no manancial onde é realizado o lançamento.

Segundo KELMAN (1997), a vazão de diluição ( $Q_{dil}$ ) é a vazão necessária para diluir determinada concentração ( $C_{ef}$ ) de dado parâmetro de qualidade, de modo que a concentração resultante ( $C_{mistura}$ ) seja igual à concentração permitida ( $C_{perm}$ ) para o manancial.

No entanto, quando o corpo d'água está poluído, a concentração natural será maior que a concentração permitida, resultando em um valor negativo, significando falta de água para diluição dos efluentes.

## 6.2. Estudos Desenvolvidos para a Determinação da Vazão de Diluição

Um grande desafio da gestão integrada dos recursos hídricos é a combinação de aspectos quali-quantitativos da água. Na consideração de aspectos qualitativos, VON SPERLING (1996) cita que é necessário conhecer a capacidade autodepurativa do corpo receptor em um determinado trecho para monitorar e modelar a poluição hídrica.

Na ausência de metodologias específicas sobre a capacidade depurativa dos corpos d'água, algumas hipóteses podem ser assumidas: i) há autodepuração do efluente no próprio ponto de lançamento ou no entorno do mesmo, ii) não há autodepuração do efluente no ponto de lançamento, mas há nas seções a jusante e, finalmente, iii) não há autodepuração do efluente ao longo do curso d'água.

Devido à falta de estudos detalhados de autodepuração no rio, RIBEIRO & LANNA (2003) optam pela condição i, citada anteriormente. Deste modo, deve-se ter uma vazão capaz de manter a concentração permitida no trecho do corpo receptor, esta é denominada por eles como **vazão de diluição**, sendo determinada, em  $m^3/s$  para um mês de 30 dias, através da Equação 6.3, abaixo:



$$Q_{dilui\ i,j,k} = \frac{1}{2,5992} \frac{Cg_{i,j,k}}{Con_{j,k}} \quad (6.3)$$

Onde,

$Q_{dilui\ i,j,k}$ : é vazão de diluição em m<sup>3</sup>/s do usuário  $i$ , na seção  $j$ , para o parâmetro  $k$ ;

$Cg_{i,j,k}$ : é carga lançada pelo usuário  $i$ , na seção  $j$ , para o parâmetro  $k$ , em ton/mês;

$Con_{j,k}$ : é concentração máxima ou mínima do parâmetro  $k$  exigida na seção  $j$  em mg/l.

Apesar dessa metodologia não considerar, no ponto de lançamento, a concentração do poluente já existente na mistura entre as vazões do rio e do efluente, esta é capaz de manter, no mesmo, uma reserva hídrica capaz de absorver a carga poluidora.

### 6.3. 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 CARDOSO DA SILVA (2007), que propõe uma metodologia de cobrança pelo uso de recursos hídricos baseada na diluição de efluentes; RODRIGUES (2005), que desenvolveu um trabalho combinando o modelo de qualidade de água QUAL2E e o cálculo da vazão de diluição, explicitando a relação entre os aspectos de quantidade e qualidade da água a serem considerados no exame dos pedidos de outorga; RIBEIRO & LANA (2003), que apresentaram uma metodologia para integrar a outorga de vazão de captação e de diluição; e CARDOSO DA SILVA & MONTEIRO (2001), que discorre longamente sobre a quantificação dos impactos qualitativos do lançamento de efluentes.

A maior parte destes estudos restringe-se a um único parâmetro poluidor: a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), com exceção aos estudos de CARDOSO DA SILVA (2007) e CARDOSO DA SILVA & MONTEIRO (2001). Estes estudos se apóiam nos conceitos propostos por KELMAN (1997 e 2000) e desenvolvidos por CARDOSO DA SILVA & RIBEIRO. no âmbito do SISAGUA (2000), onde as interferências qualitativas no corpo hídrico são ‘transformadas’ em equivalentes quantitativos para alguns parâmetros poluidores.

#### 6.4. Proposta Básica de CARDOSO DA SILVA & MONTEIRO (2001)

A proposta básica de CARDOSO DA SILVA & MONTEIRO (2001) é retomada em parte no trabalho de CARDOSO DA SILVA (2007) e está exposta a seguir.

A expressão matemática desse trabalho é obtida do balanço de massa de um determinado parâmetro de qualidade, ou seja, 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  $\Delta t$  :

$$Q_{\text{mistura}} = \frac{(C_a \times Q_a + C_b \times Q_b)}{Q_a + Q_b} \quad (6.4)$$

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 Figura 6.1 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  $V_{\text{efl}}$  com concentração  $C_{\text{efl}}$  é lançado no rio. Considerando um dado parâmetro de qualidade de água, a Equação 6.4 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 Figura 6.1.

A conservação de massa do parâmetro de qualidade escolhido exige que a massa do parâmetro escolhido no volume  $V_{man}$  a uma concentração  $C_{man}$  mais a massa do mesmo parâmetro no volume do efluente  $V_{efl}$  a uma concentração  $C_{efl}$  seja igual à massa do mesmo parâmetro no volume combinado do efluente  $V_{efl}$  com o volume de diluição  $V_{dil}$ , ambos a uma concentração  $C_{perm}$ , mais a massa do mesmo parâmetro no volume  $(V_{man} - V_{dil})$  a uma concentração  $C_{man}$ .

Matematicamente,

$$V_{man} C_{man} + V_{efl} C_{efl} = (V_{efl} + V_{dil}) C_{perm} + (V_{efl} - V_{dil}) C_{man} \quad (6.5)$$

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

$$Q_{diluição} = Q_{ef} \frac{(C_{ef} - C_{perm})}{C_{perm} - C_{man}} \quad (6.6)$$

onde

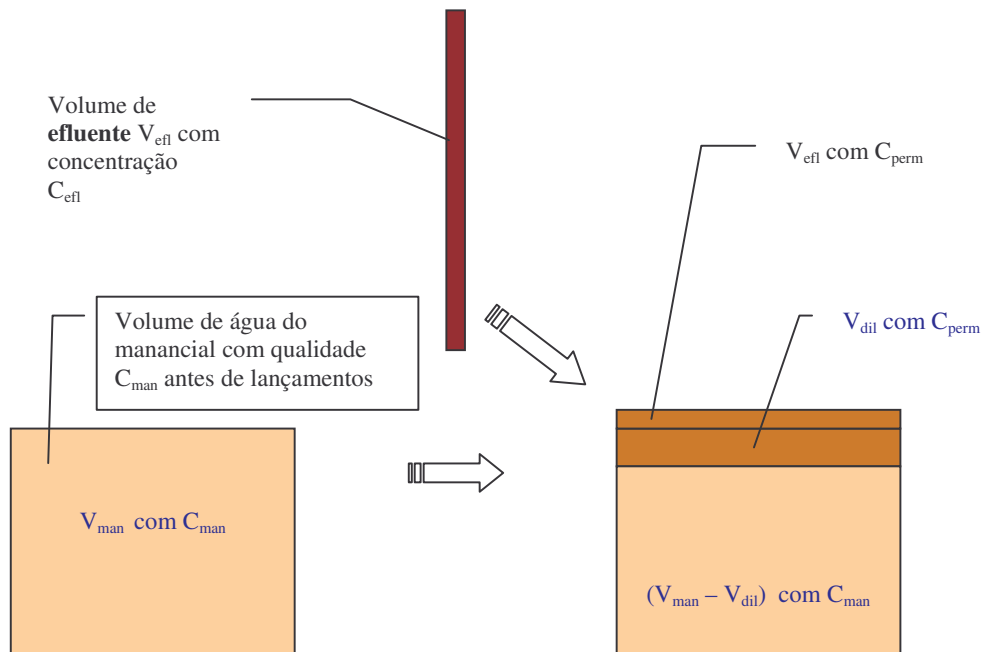
$Q_{dil}$  é a vazão de diluição para determinado parâmetro de qualidade de água;

$Q_{efl}$  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 6.1: Apropriação virtual, durante  $\Delta t$ , de um volume para obter mistura com concentração máxima permitida ( $C_{perm}$ ).**

Fonte: COPPETEC (2007)

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

Ou seja, a Equação 6.6 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 & MONTEIRO, 2001).

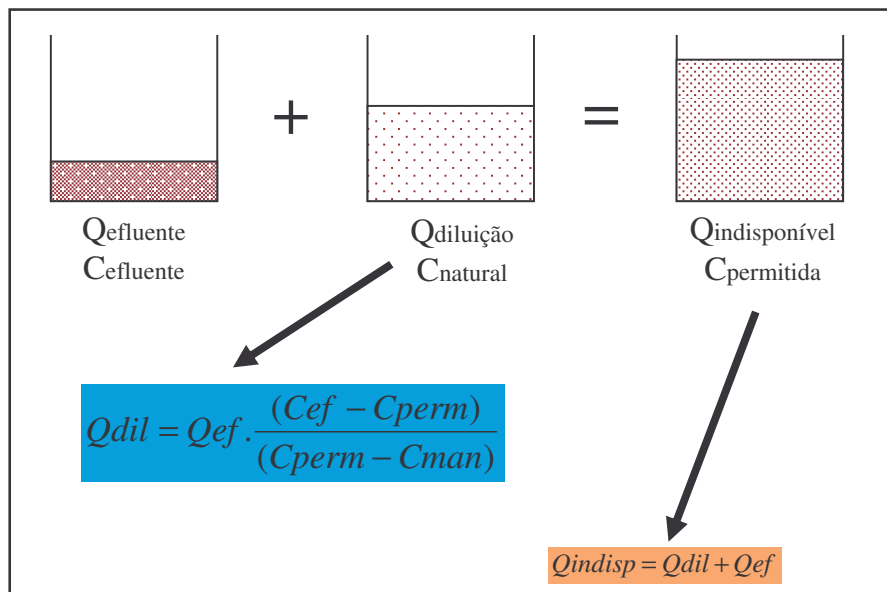
Admite-se que o manancial receptor do efluente estará sempre na condição natural de concentração do parâmetro de qualidade ( $C_{man}$ ) em estudo. São ainda apontadas três razões principais para a adoção da concentração natural de determinado parâmetro de qualidade no manancial ( $C_{man}$ ), ao invés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

CARDOSO DA SILVA & 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.

Com o 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 –  $C_{perm}$ ) (Figura 6.2).



**Figura 6.2: Vazão indisponível pelo lançamento de um determinado efluente.**

Fonte: COPPETEC (2007) – adaptado de BRAGA (2004)

Na **vazão de mistura** de um determinado parâmetro de qualidade, não poderá ser diluído mais qualquer 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** ( $Q_{indisp}$ ).

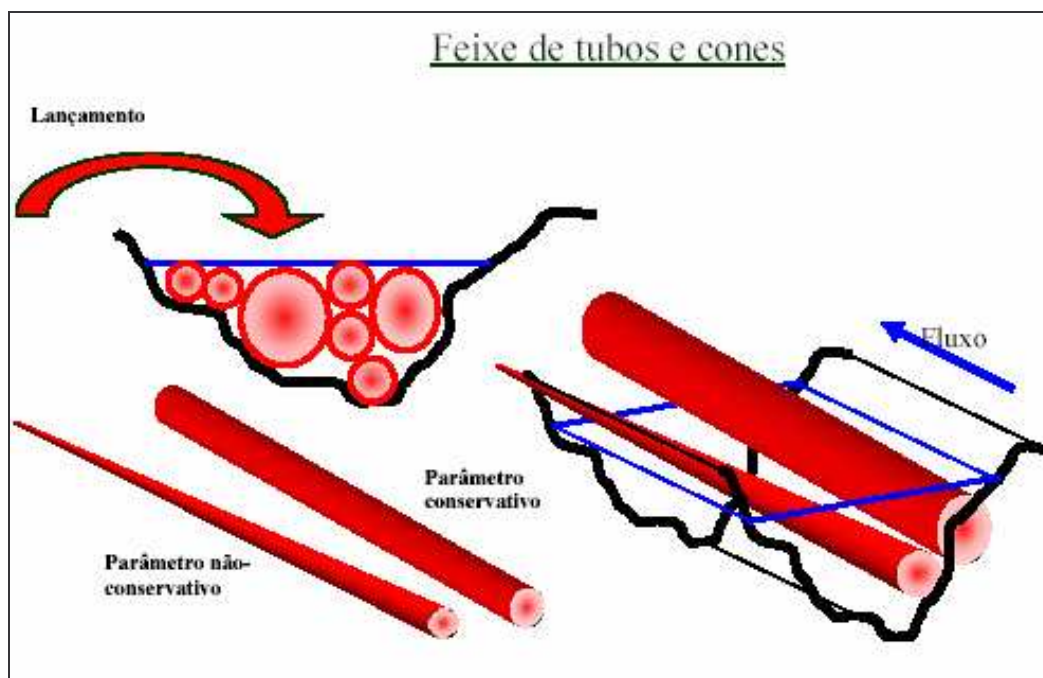
A vazão indisponível no ponto de lançamento ( $Q_{indisp1}$ ) é dada pela equação abaixo:

$$Q_{indisp1} = Q_{dil} + Q_{efl} \quad (6.7)$$

Cabe lembrar que a  $Q_{indisp}$  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.

O estudo propõe ainda, de forma detalhada, o cálculo das vazões de diluição para os seguintes parâmetros de qualidade não-conservativos e os correspondentes decaimentos (reduções): DBO, microorganismos patogênicos, oxigênio dissolvido e temperatura. Para os elementos conservativos, os autores referem-se à vazão de diluição como vazão 'indisponível' (Figura 6.3).



**Figura 6.3: Feixes de tubos e cones.**

Fonte: CARDOSO DA SILVA & MONTEIRO (2001)

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 ( $K = 0$ ).

$$Q_{indispn} = (Q_{efl} + Q_{dil1}) (C_{perm1} / C_{permn}) \quad (6.8)$$

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 6.6.

$$Q_{dil1} = Q_{efl} (C_{efl} - C_{perm1}) / (C_{perm1} - C_{man1}) \quad (6.9)$$

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

CARDOSO DA SILVA & MONTEIRO (2001) 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 6.3, 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).

## **7. ESTUDO DE CASO: BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL**

A bacia do rio Paraíba do Sul abrange uma das mais desenvolvidas áreas industriais do país e reflete, hoje, todo o seu processo histórico de ocupação, caracterizado pela descontinuidade dos ciclos econômicos, os desníveis sócio-econômicos regionais e a degradação ambiental.

A bacia abriga uma população urbana de cerca de 5 milhões de habitantes, segundo o censo 2000 do IBGE, que dependem essencialmente dos recursos hídricos disponíveis, com as devidas regularizações impostas pelos reservatórios das usinas hidrelétricas existentes.

Vale ressaltar que dos mesmos recursos hídricos dependem mais cerca de 8 milhões de habitantes da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, cujo abastecimento de água domiciliar provém da captação de 44m<sup>3</sup>/s no rio Guandu que, por sua vez, recebe a reversão de até 180m<sup>3</sup>/s derivados do rio Paraíba do Sul e do rio Piraí. Essa reversão é feita através do sistema de bombeamento de Santa Cecília, a elevatória de Vigário e o túnel de desvio de Tocos, parte integrante do sistema Light de geração de energia elétrica, no Município de Barra do Piraí. (CEIVAP, 2002)

Ainda segundo o relatório da CEIVAP (2002), observamos que o rio Paraíba do Sul e seus afluentes principais apresentam hoje grandes trechos com a qualidade das águas já comprometida pelos lançamentos de esgotos domésticos e industriais in natura e, ainda, grande carga de sólidos. Apesar do controle que o órgão de controle ambiental de cada estado exerce sobre as indústrias potencialmente poluidoras de grande porte, os efeitos de substâncias tóxicas e metais pesados lançados ainda é significativo nas águas do rio Paraíba do Sul. O problema dos lixões, do desmatamento e da conseqüente erosão, a retirada de recursos minerais para a construção civil sem a devida recuperação ambiental, os acidentes com o transporte de cargas tóxicas, a devastação da mata ciliar, a pesca predatória, o uso indevido e não controlado de agrotóxicos e a falta de consciência ambiental encontram-se também entre os fatores que contribuem para a degradação da qualidade da água na bacia.

A relevância da bacia do rio Paraíba do Sul, em nível nacional, justifica a conjugação de esforços por parte da sociedade civil e do Poder Público na busca de soluções de curto, médio e longo prazo para reverter o grau de degradação da água na bacia. O desenvolvimento e a hierarquização das propostas de solução e a estimativa dos investimentos necessários à recuperação ambiental da bacia no trecho fluminense constituíram o objeto dos Programas Estaduais de Investimentos.

Na bacia do rio Paraíba do Sul praticamente todos os instrumentos de gerenciamento de recursos hídricos estão implementados. 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 de Paraíba do Sul (AGEVAP).

### **7.1. Metodologia Proposta**

Tendo em vista que a AGEVAP deverá apresentar ao CEIVAP uma proposta para cobrança pela diluição, considerando a DBO e outros parâmetros relevantes, esta dissertação pretende acrescentar à metodologia alguns conceitos não considerados pela mesma, ainda que de uma forma preliminar, para iniciar um processo de discussão sobre o assunto.

Com base na metodologia do CEIVAP, propõe-se uma nova formulação para o cálculo da cobrança pelo uso da água. A idéia é escalonar a cobrança da seguinte forma: na primeira etapa, seria efetuada a cobrança pelo lançamento, determinando metas intermediárias e finais, até atingir a qualidade desejada para o corpo hídrico. Em seguida, se iniciaria a cobrança pela diluição.

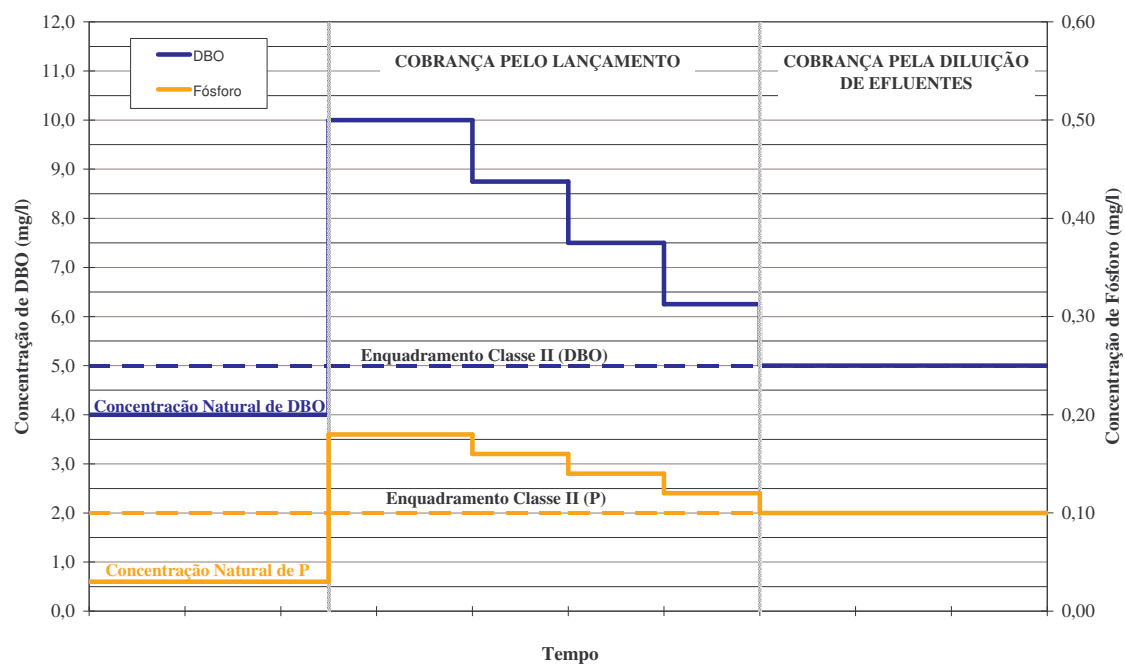
A fase inicial da cobrança não contempla a diluição, pois a concentração de certo poluente no rio está acima do limite estabelecido para a sua classe do enquadramento. Com isso não é possível regularizar todos os usos existentes dentro deste enquadramento, e, portanto, a cobrança não pode ser feita com base na diluição de efluentes. Cabe lembrar que como o rio encontra-se fora dos padrões de qualidade pretendidas no enquadramento, não é

possível realizar a outorga de todos os usuários. A solução surge com a flexibilização do enquadramento, prevista na CONAMA 357, obrigando os usuários a se enquadrarem. A determinação das metas intermediárias e finais seria estabelecida nos planos de bacia. Desta forma, é possível realizar a outorga dos usuários e efetuar a cobrança pelo lançamento.

Atingida a meta final, o rio se encontrará com os parâmetros dentro dos limites estabelecidos e a cobrança passaria para uma segunda etapa: a cobrança pela diluição de efluentes.

A cobrança poderá ser feita considerando mais de um parâmetro, como previsto no Anexo I da Deliberação CEIVAP nº 65. O fósforo foi escolhido como um parâmetro relevante nesse trecho da bacia do rio Paraíba do Sul devido ao grande aporte de nutrientes, causando problemas de eutrofização e proliferação de macrófitas.

A Figura 7.1 apresenta, esquematicamente, as etapas da metodologia de cobrança para ambos os parâmetros, onde são estabelecidas as metas progressivas até a meta de qualidade desejada final.



**Figura 7.1: Etapas da metodologia de cobrança proposta.**

### 7.1.1. Escolha de Parâmetros para a Cobrança pela Diluição de Efluentes

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 (2002), que apresenta os percentuais de violação de Classe 2 (CONAMA, 2005) relacionados na Tabela 7.1.

**Tabela 7.1: Classificação dos parâmetros mais críticos na bacia do rio Paraíba do Sul, segundo a média de violações de classe do enquadramento em vigor.**

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

Fonte: COPPETEC (2002)

Assim, a partir desse estudo, pode se concluir que a maior parte dos rios da bacia do rio 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.

### **7.1.2. Cobrança pelo Lançamento**

A princípio iniciáramos a cobrança pelo uso da água desconsiderando a concentração do efluente lançado no rio, e cobrando pelo lançamento. Como o trecho em estudo encontra-se em qualidade inferior ao determinado no enquadramento não podemos conceder outorga a todos os usuários, pois a outorga de lançamento de efluentes, de acordo com a Resolução nº 16 do CNRH, será concedida de acordo com a quantidade 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 da bacia ou pelos órgãos competentes.

Adotaremos, em princípio, a equação de cobrança em vigor, ajustada para incorporar não só a DBO, mas, também, o fósforo total. A equação proposta para esta primeira fase está descrita abaixo:

$$\text{Valor}_{\text{lançamento}} = Q_{\text{lanç}} \times [C_{\text{DBO}} \times \text{PPU}_{\text{DBO}} + C_{\text{P}} \times \text{PPU}_{\text{P}}]$$



onde,

- Valor<sub>lançamento</sub> - Pagamento anual pelo lançamento de carga, em R\$/ano;
- Q<sub>lanç</sub> - Volume anual de água lançada, em m<sup>3</sup>/ano;
- C<sub>(i)</sub> - Concentração média anual lançada, em kg/m<sup>3</sup>;
- PPU<sub>(i)</sub> - Preço Público Unitário para cada parâmetro, em R\$/kg.

Tomando como base a idéia de CARDOSO DA SILVA (2007) que, em seu artigo, propõe uma nova abordagem para a redução da poluição, relacionando a cobrança com o enquadramento e a outorga, serão analisadas estas questões. A diferença é que, em seu artigo, CARDOSO DA SILVA (2007) propõe a cobrança pela diluição de efluentes já nesta etapa em que a concentração de determinado poluente é superior ao limite estabelecido no enquadramento.

Se todos os usuários fossem outorgados, a autoridade outorgante estaria cometendo uma ilegalidade, ferindo o art. 13 da Lei n° 9.433, que determina que toda outorga deverá respeitar a classe em que o corpo hídrico estiver enquadrado. Ao outorgar todos os usuários e seus respectivos impactos, o manancial acabaria com níveis acima dos limites estabelecidos pelo respectivo enquadramento.

A autoridade outorgante, legalmente, só poderia outorgar um certo número de usuários que comprometessem a qualidade da água até o limite de cada parâmetro de qualidade, como determina o enquadramento. Portanto, para dar início à simulação de cobrança será necessário estabelecer uma flexibilização da concentração limite do parâmetro em questão. Isso é feito considerando a concentração real do rio como a concentração limite e fixando metas intermediárias e final. A seguir, são descritas as considerações para essa primeira etapa.

A cobrança, nesta etapa, seguirá os seguintes passos:

1 – As condições atuais de poluição são reconhecidas e com isso são estabelecidas metas progressivas, intermediárias e final de redução, conforme prevê a Resolução CONAMA 357 / 2005.

Nesse caso, a concentração máxima permitida pelo enquadramento deve ser relaxada oficialmente para a concentração atual, por prazo determinado, retornando, progressiva e oficialmente, ao nível original do enquadramento. Isso deve ser feito de forma oficial, com o aval da(s) autoridade(s) outorgante(s) e ambiental(ais), do respectivo Comitê de Bacia e Conselho de Recursos Hídricos, bem como o conhecimento e participação do Ministério Público.

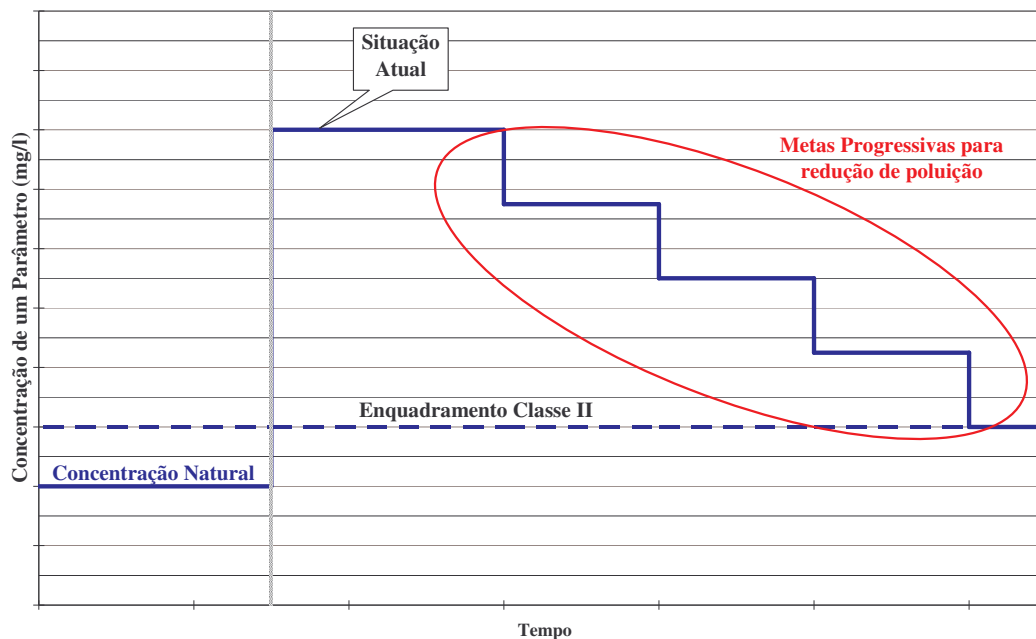
2 – Conceder a outorga aos usos existentes e fixar metas para cada usuário (ou setor).

Após estabelecida que a concentração natural de determinado parâmetro seja adotado como sendo a concentração máxima permitida, a autoridade outorgante poderá outorgar a todos os usuários sem ferir o artigo 13 da Lei nº 9.433/97.

Os usuários que possuem outorga para diluição de efluentes devem registrar as respectivas vazões indisponíveis e estas devem ser recalculadas para estar dentro das metas de redução das concentrações máximas permitidas.

3 – Estabelecer uma agenda de compromissos de abatimento progressivo de carga poluidora com cada usuário, ou cada setor.

Ao longo de determinado período de tempo, os usuários deveriam adotar, progressivamente, medidas de controle que possibilitem a redução do seu impacto sobre o manancial, demonstrado esquematicamente na Figura 7.2. O usuário que não cumprir a meta de redução de concentração não receberá renovação da outorga.



**Figura 7.2: Flexibilização da Concentração Limite e Estabelecimento de Metas de Redução de Poluição.**

No final do prazo, quando o rio estiver com concentrações dentro da sua classe de enquadramento, é iniciada a cobrança pela diluição de efluente.

### 7.1.3. Cobrança pela Diluição

A fim de incorporar o conceito de diluição de efluentes na equação de cobrança, foram analisadas cinco metodologias, propostas no relatório da COPPETEC (2007), com o objetivo de contemplar o volume alocado para diluição de poluentes, bem como a redução da cobrança no caso em que o usuário restituir ao corpo d'água efluente em melhor qualidade que a água captada.

Nessa análise, além da DBO, que já é um parâmetro adotado pelo CEIVAP, foi introduzido um segundo parâmetro: o fósforo. A escolha desse parâmetro foi resultado da análise da qualidade da água na bacia do rio Paraíba do Sul.

Para a escolha do critério de cobrança mais adequado, foi criado um caso hipotético com o objetivo de analisar as diferenças entre cada metodologia proposta. Os critérios analisados contemplaram os parâmetros DBO e fósforo total e estão descritos sucintamente na seqüência. O parâmetro considerado mais crítico neste estudo foi o fósforo total, conforme explicado no item 7.1.1. A fim de avaliar o impacto da cobrança para cada poluente, o valor de PPU do fósforo foi calculado como sendo três vezes maior que o da DBO.

- **Alternativa 1**

O primeiro critério analisado corresponde à soma dos volumes de diluição de DBO e fósforo total multiplicados pelos respectivos preços públicos unitários, apresentado na Equação (7.1).

$$C\$_{dil} = \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{(Q_{eflu(i)} \times C_{eflu(i)} - Q_{cap(i)} \times C_{cap(i)})}{(k_{5(i)} \times C_{meta(i)})} \right\} \times k_{4(i)} \times PPU_i \quad (7.1)$$

onde,

- $C\$_{dil}$  - valor de cobrança pela diluição (R\$/ano);
- $Q_{eflu}$  - vazão efluente (m<sup>3</sup>/mês);
- $Q_{cap}$  - vazão restituída ao corpo hídrico (m<sup>3</sup>/mês);
- $C_{eflu}$  - concentração efluente (kg/m<sup>3</sup> ou g/l);
- $C_{cap}$  - concentração de captação (kg/m<sup>3</sup> ou g/l);
- $C_{meta}$  - concentração meta (kg/m<sup>3</sup> ou g/l);
- $k_4$  - coeficiente que altera o preço unitário de diluição;
- $k_5$  - coeficiente para flexibilizar a concentração meta;
- PPU - preço público unitário (R\$/m<sup>3</sup>).

- **Alternativa 2**

O segundo critério é de multiplicar a média dos volumes de diluição de DBO e fósforo total pelo maior preço público unitário, resumido na Equação (7.2).

$$C\$_{dil} = \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{(Q_{eflu(i)} \times C_{eflu(i)} - Q_{cap(i)} \times C_{cap(i)})}{(k_{5(i)} \times C_{meta(i)})} \right\} \times \frac{1}{n} \times k_{4(i)} \times PPU_{max} \quad (7.2)$$

- **Alternativa 3**

No critério 3 a cobrança é feita com o maior volume de diluição entre fósforo e DBO multiplicado pelo maior preço público unitário. As Equações 7.3 e 7.4 apresentam as equações de cálculo do volume de diluição para o fósforo e DBO, respectivamente.

$$V_{diluição}^P = \frac{(Q_{eflu(P)} \times C_{eflu(P)}) - (Q_{cap(P)} \times C_{cap(P)})}{k_{5(P)} \times C_{meta(P)}} \quad (7.3)$$

$$V_{diluição}^{DBO} = \frac{(Q_{eflu(DBO)} \times C_{eflu(DBO)}) - (Q_{cap(DBO)} \times C_{cap(DBO)})}{k_{5(DBO)} \times C_{meta(DBO)}} \quad (7.4)$$

$$C\$_{dil} = (> V_{diluição}) \times k_4 \times PPU_{max} \quad (7.5)$$

- **Alternativa 4**

Esse critério considera a 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, apresentado na Equação 7.8, resultante das Equações 7.6 e 7.7.

$$C_P = \frac{(Q_{eflu(P)} \times C_{eflu(P)}) - (Q_{cap(P)} \times C_{cap(P)})}{k_{5(P)} \times C_{meta(P)}} \times k_{4(P)} \times PPU_P \quad (7.6)$$

$$C_{DBO} = \frac{(Q_{eflu(DBO)} \times C_{eflu(DBO)}) - (Q_{cap(DBO)} \times C_{cap(DBO)})}{k_{5(DBO)} \times C_{meta(DBO)}} \times k_{4(DBO)} \times PPU_{(DBO)} \quad (7.7)$$

A cobrança é feita sobre a maior parcela de volume de diluição (DBO ou fósforo) multiplicado pelo respectivo PPU:

$$C\$_{dil} = [> (C_P) ou (C_{DBO})] \quad (7.8)$$

- **Alternativa 5**

O critério 5, apresentado na Equação 7.11, considera que cada usuário paga de acordo com a média ponderada de seus respectivos volumes de diluição, tendo como peso os correspondentes PPU e o  $PPU_{máx}$  corresponde ao parâmetro mais crítico (neste caso, o fósforo)

$$V_{diluição}^P = \frac{(Q_{eflu(P)} \times C_{eflu(P)}) - (Q_{cap(P)} \times C_{cap(P)})}{k_{5(P)} \times C_{meta(P)}} \quad (7.9)$$

$$V_{diluição}^{DBO} = \frac{(Q_{eflu(DBO)} \times C_{eflu(DBO)}) - (Q_{cap(DBO)} \times C_{cap(DBO)})}{k_{5(DBO)} \times C_{meta(DBO)}} \quad (7.10)$$

$$C\$_{dil} = \left\{ (V_{diluição}^P \times PPU_P) + (V_{diluição}^{DBO} \times PPU_{DBO}) \right\} \times \left[ \frac{1}{PPU_P + PPU_{DBO}} \right] \times k_4 \times PPU_{máx} \quad (7.11)$$

A fim de avaliar a interação da cobrança com as vazões de diluição de cada parâmetro, foram simulados 5 cenários de uso da água. Os valores de vazão de diluição considerados para essa análise inicial estão resumidos na Tabela 7.2 e os resultados apresentados na Figura 7.3.

**Tabela 7.2: Vazão de diluição de DBO e fósforo considerando 5 cenários hipotéticos.**

Vazão de Diluição (m³/ano)	
DBO	Fósforo
100	900
300	700
500	500
700	300
900	100

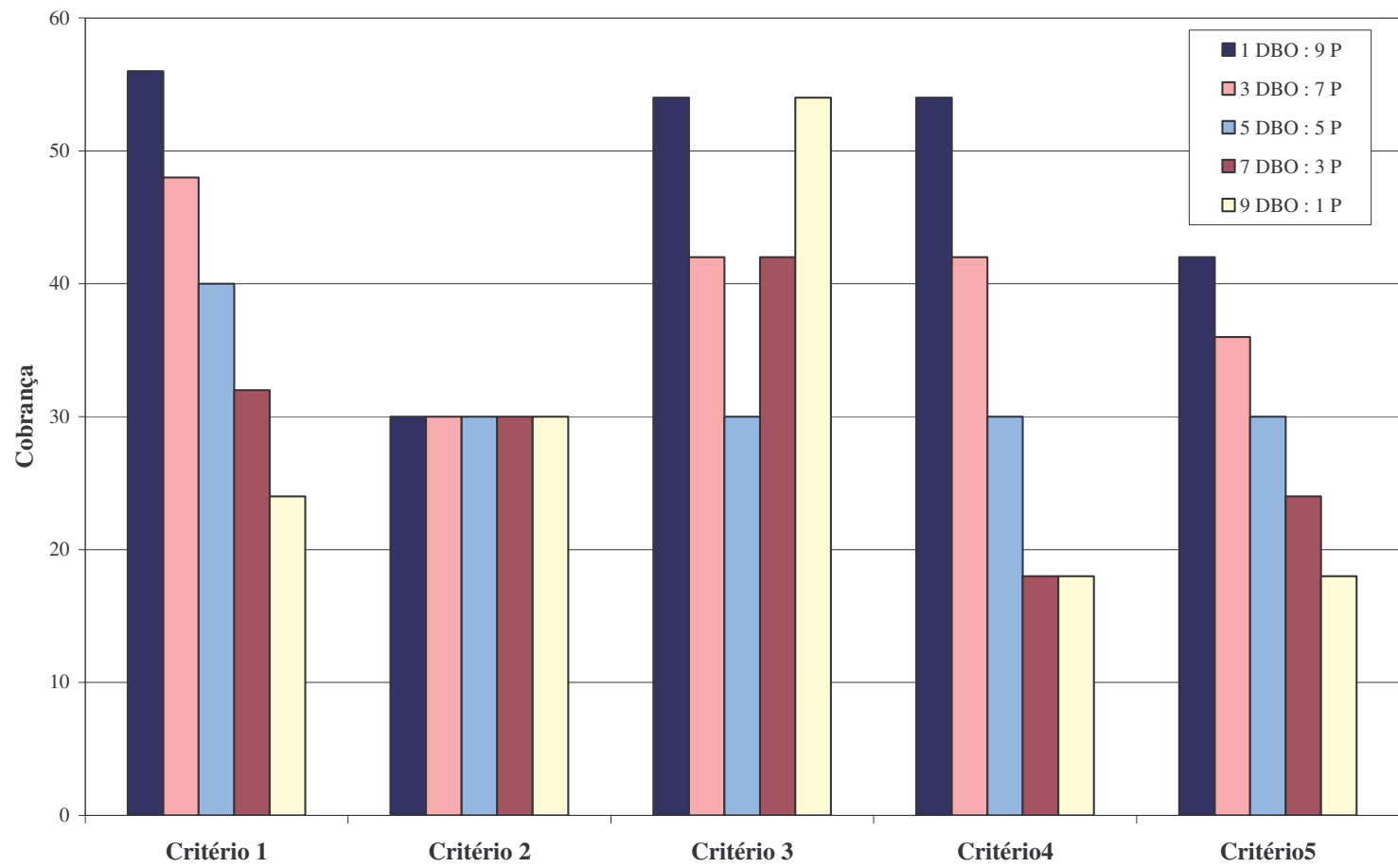


Figura 7.3: Resultados das simulações variando a vazão de diluição de cada parâmetro.

Analisando a Figura 7.3 é possível tirar algumas conclusões com relação a cada critério:

Com relação ao primeiro critério, nota-se que a cobrança do maior poluidor de fósforo total é maior que os demais, resultando em valores justos de cobrança para cada usuário. No entanto, esse critério não leva em consideração que um mesmo volume de água pode diluir um ou mais parâmetros, uma vez que a equação corresponde à soma dos volumes de diluição de DBO e fósforo, o que eleva os valores da cobrança.

No segundo critério a cobrança é igual para todos os usuários (considerando o mesmo somatório de volume de diluição de DBO e fósforo). Isso demonstra que este não é um critério justo, uma vez que o maior poluidor de fósforo total paga a mesma parcela do menor poluidor. Além disso, a cobrança não induz o usuário a reduzir as cargas de fósforo, consideradas mais críticas.

A partir da Figura 8.3, observa-se que o critério 3 não seria um método adequado, pois o maior poluidor de DBO paga tanto quanto o maior poluidor de fósforo, mesmo sendo o fósforo o parâmetro mais crítico. Assim como no critério 2, este não induz os usuários a reduzirem as suas cargas.

O critério 4 apresenta-se mais adequado que os demais, apesar de ainda apresentar algumas distorções nos valores de cobrança. Neste critério, os dois últimos cenários, com volumes de diluição de fósforo iguais a 300 e 100, respectivamente, têm o mesmo valor de cobrança. Portanto, o critério 4 ainda não é o mais interessante.

Verifica-se que o critério 5 é o mais adequado, uma vez que cada usuário paga de acordo com a média ponderada de seus respectivos volumes de diluição de DBO e fósforo. Com isso, o usuário com maior volume de diluição de fósforo, adotado como parâmetro mais crítico, apresenta valor de cobrança mais elevado.

O critério selecionado para os estudos de cobrança foi este último. A equação da cobrança é apresentada a seguir, por tipo de uso (captação, consumo e diluição).



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

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

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

onde,

PPU - Preço Público Unitário correspondente à cobrança pela captação, consumo e diluição de efluentes para cada m<sup>3</sup> de água captada (R\$/m<sup>3</sup>), definido pelo CEIVAP;

Q<sub>captação</sub> - volume de água captada durante um mês (m<sup>3</sup>/mês);

Q<sub>diluição</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);

k<sub>0</sub> - multiplicador de preço unitário para captação, definido pelo CEIVAP;

k<sub>1</sub> - 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<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;

Com isso, os usuários que não reduzirem suas cargas terão valores de cobrança maiores.

## 7.2. Dados Utilizados

Foi selecionado um trecho no rio Paraíba do Sul compreendido entre a Usina Hidrelétrica de Paraibuna e a Barragem de Funil, na altura da cidade de Itatiaia, para realizar as simulações com o método de cobrança proposto (Ver Figura 7.4). O trecho possui uma extensão de 454 km e seus principais afluentes são os rios Jaguari e Buquira, pela margem esquerda e os rios Alambari, Pararanguaba e Una pela margem direita.



**Figura 7.4: Trecho simulado: UHE Paraibuna até UHE Funil.**

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.

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 “Cobrança da Poluição Hídrica Industrial”, OS-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.

Quanto ao enquadramento do rio Paraíba do Sul, segundo os usos preponderantes, o rio, no trecho citado, é de classe 2 (CONAMA, 2005). Nas simulações de cobrança, decidiu-se incorporar o limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 para DBO (5 mg/l) e Fósforo (0,1 mg/l).

### **7.3. Simulações e Análise dos Resultados**

Foram utilizadas 15 indústrias e 12 cidades para a realização das simulações da cobrança. Estes são usuários diretos do rio Paraíba do Sul, ou seja, usam a água desse 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. Na Tabela 7.3, a seguir, são apresentados os 27 usuários e seus respectivos usos da água.

**Tabela 7.3: Usuários selecionados para aplicação da fórmula de cobrança pela diluição de efluentes.**

n°	Usuário	Vazão de captação (m³/s)	Vazão Efluente (m³/s)	Carga (kg/dia)	DBO			Fósforo Total	
					Concentração de Captação (mg/l)	Concentração Efluente (mg/l)	Carga (kg/dia)	Concentração de Captação (mg/l)	Concentração Efluente (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	3,349	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 e 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	288,1	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 - Produtos 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 - Produtos 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

Fonte: COPPETEC (2006)

O cálculo da cobrança pelo uso da água foi programado em Excel, de forma a permitir uma simples utilização.

De uma forma geral, o procedimento é realizado em duas planilhas: a primeira, “Dados e Cálculo da Vazão de Diluição”, destina-se à entrada de dados e a apresentação da vazão de diluição calculada conforme metodologia proposta; a segunda, “Cobrança pelo Uso da Água”, realiza o cálculo da cobrança pela diluição assim como a cobrança pela captação e consumo.

A Tabela 7.4 resume os parâmetros utilizados no cálculo da vazão de diluição e a Tabela 7.5 apresenta as vazões de diluição calculada para cada usuário.

**Tabela 7.4: Parâmetros para o cálculo da vazão de diluição.**

Parâmetro	DBO	Fósforo
Vazão de Diluição (m <sup>3</sup> /s)	$\frac{(Q_{eflu} \times C_{eflu(DBO)} - Q_{cap} \times C_{cap(DBO)})}{k_5 \times C_{meta(DBO)}}$	$\frac{(Q_{eflu} \times C_{eflu(P)} - Q_{cap(P)} \times C_{cap(P)})}{k_5 \times C_{meta(P)}}$
C <sub>meta</sub> (mg/l)	5,0	0,10
k <sub>5</sub>	1	1

**Tabela 7.5: Vazão de diluição.**

n°	Usuário	Q <sub>cap</sub> (m³/s)	Q <sub>eflu</sub> (m³/s)	DBO				Fósforo Total			
				Carga (kg/dia)	C <sub>cap</sub> (mg/l)	C <sub>eflu</sub> (mg/l)	Vazão de Diluição (m³/s)	Carga (kg/dia)	C <sub>cap</sub> (mg/l)	C <sub>eflu</sub> (mg/l)	Vazão de Diluição (m³/s)
1	Cidade 1	0,039	0,028	686,7	1,35	288,5	<b>1,6</b>	13,94	0,01	5,85	<b>1,6</b>
2	Cidade 2	0,057	0,040	998,0	1,35	288,5	<b>2,3</b>	20,25	0,01	5,85	<b>2,3</b>
3	Indústria 1 - Celulose e Papel	0,029	0,023	2027,1	1,00	1000,0	<b>4,6</b>	3,01	0,01	1,48	<b>0,3</b>
4	Cidade 3	0,614	0,431	9511,7	1,00	255,7	<b>21,9</b>	193,03	0,01	5,19	<b>22,3</b>
5	Indústria 2 - Química	0,003	0,002	169,5	1,00	800,0	<b>0,3</b>	0,11	0,01	0,50	<b>0,0</b>
6	Indústria 3 - Bebidas	0,025	0,005	424,4	1,00	1000,0	<b>1,0</b>	0,50	0,01	1,18	<b>0,1</b>
7	Cidade 4	1,922	3,349	16309,8	1,50	140,0	<b>93,2</b>	532,15	0,07	4,57	<b>151,7</b>
8	Indústria 4 - Laticínios	0,001	0,000	36,3	1,76	1000,0	<b>0,0</b>	0,21	0,07	5,77	<b>0,0</b>
9	Indústria 5 - Artefatos e plástico	0,000	0,000	22,1	1,76	800,0	<b>0,0</b>	0,02	0,07	0,56	<b>0,0</b>
10	Cidade 5	0,230	0,161	2155,2	1,76	154,6	<b>4,9</b>	75,80	0,07	5,44	<b>8,6</b>
11	Cidade 6	0,837	0,587	11416,2	2,18	225,0	<b>26,1</b>	231,68	0,07	4,57	<b>26,2</b>
12	Cidade 7	0,043	0,030	553,6	1,82	214,5	<b>1,3</b>	15,11	0,08	5,85	<b>1,7</b>
13	Indústria 6 - Química	0,003	0,002	163,8	1,82	800,0	<b>0,3</b>	0,10	0,08	0,50	<b>0,0</b>
14	Cidade 8	0,107	0,075	1878,8	1,82	288,5	<b>4,3</b>	38,13	0,08	5,85	<b>4,3</b>
15	Cidade 9	0,361	0,254	4995,3	1,82	288,1	<b>14,5</b>	113,65	0,08	5,19	<b>12,9</b>
16	Indústria 7 - Química	0,011	0,009	631,9	1,82	800,0	<b>1,4</b>	0,40	0,08	0,50	<b>0,0</b>
17	Indústria 8 - Laticínios	0,007	0,006	505,1	1,82	1000,0	<b>1,2</b>	2,92	0,08	5,77	<b>0,3</b>
18	Indústria 9 - Explosivos	0,011	0,009	635,4	2,41	800,0	<b>1,4</b>	-	0,08	0,00	<b>0,0</b>
19	Cidade 10	0,069	0,049	1211,6	2,41	288,5	<b>2,8</b>	24,59	0,08	5,85	<b>2,8</b>
20	Indústria 10 - Química	0,001	0,001	78,0	2,41	800,0	<b>0,2</b>	0,05	0,08	0,50	<b>0,0</b>
21	Indústria 11 - Laminados	0,001	0,000	41,9	2,41	1000,0	<b>0,0</b>	-	0,08	0,00	<b>0,0</b>
22	Indústria 12 - Produtos Inorgânicos	0,003	0,003	176,3	2,41	800,0	<b>0,5</b>	0,11	0,08	0,50	<b>0,0</b>
23	Indústria 13 - Celulose e Papel	0,042	0,033	2893,1	2,41	1000,0	<b>6,6</b>	4,29	0,08	1,48	<b>0,5</b>
24	Indústria 14 - Laticínios	0,006	0,004	387,6	2,41	1000,0	<b>0,8</b>	2,24	0,08	5,77	<b>0,2</b>
25	Indústria 15 - Produtos Inorgânicos	0,001	0,001	81,1	2,41	800,0	<b>0,2</b>	0,05	0,08	0,50	<b>0,0</b>
26	Cidade 11	0,011	0,008	226,8	2,41	340,9	<b>0,5</b>	4,60	0,08	6,92	<b>0,5</b>
27	Cidade 12	0,022	0,015	446,0	2,24	340,9	<b>1,0</b>	9,05	0,08	6,92	<b>1,0</b>

Em seguida foram calculados os valores de cobrança para as parcelas de captação, consumo e diluição. A Tabela 7.6 apresenta as equações utilizadas no cálculo da cobrança.

**Tabela 7.6: Equações para o cálculo da cobrança.**

Parâmetro	Cobrança
Captação	$Q_{cap} \times k_0 \times PPU$
Consumo	$Q_{cap} \times k_1 \times PPU$
Diluição	$C\$_{dil} = \{[Q_{dil_p} \times PPU_p] + [Q_{dil_{DBO}} \times PPU_{DBO}]\} \left[ \frac{1}{PPU_p + PPU_{DBO}} \right] \times k_4 \times PPU_{máx}$

Sendo,  $k_0 = 0,4$  e  $k_1 = 0,2$ .

Foram realizadas 3 simulações variando o valor do PPU do Fósforo. Os resultados estão resumidos na Tabela 7.7.

**Tabela 7.7: Resultados das simulações.**

Simulação	PPU (R\$/m <sup>3</sup> )		Cobrança pela Diluição (R\$/ano)	Cobrança Total (R\$/ano)
	DBO	Fósforo		
1	0,07	0,07	475.092.582	476.216.778
2	0,07	0,14	983.114.847	984.239.042
3	0,07	0,21	1.499.369.531	1.500.493.727

No primeiro cenário foi utilizado o mesmo PPU para o DBO e para o fósforo, o que não leva em consideração um parâmetro mais crítico. Já nas outras duas simulações o valor da cobrança pela diluição acompanha o aumento do PPU do Fósforo.

Os resultados detalhados estão apresentados nas tabelas e figura expostas a seguir.

**Tabela 7.8: Cobrança pelo uso da água – Simulação 1**

nº	Usuário	Cobrança (R\$/ano)			
		Captação	Consumo	Diluição	TOTAL
1	Cidade 1	4.919,62	4.919,62	3.575.266,28	3.585.105,51
2	Cidade 2	7.190,21	7.190,21	5.106.998,18	5.121.378,60
3	Indústria 1 - Celulose e Papel	3.658,18	3.658,18	5.443.413,19	5.450.729,54
4	Cidade 3	77.452,42	77.452,42	48.814.933,91	48.969.838,74
5	Indústria 2 - Química	378,43	378,43	363.247,42	364.004,28
6	Indústria 3 - Bebidas	3.153,60	3.153,60	1.160.603,64	1.166.910,84
7	Cidade 4	242.448,77	242.448,77	270.310.051,37	270.794.948,90
8	Indústria 4 - Laticínios	126,14	126,14	0,00	252,29
9	Indústria 5 - Artefatos e plástico	0,00	0,00	0,00	0,00
10	Cidade 5	29.013,12	29.013,12	14.894.755,55	14.952.781,79
11	Cidade 6	105.582,53	105.582,53	57.715.685,46	57.926.850,51
12	Cidade 7	5.424,19	5.424,19	3.302.392,52	3.313.240,91
13	Indústria 6 - Química	378,43	378,43	360.386,47	361.143,33
14	Cidade 8	13.497,41	13.497,41	9.481.797,30	9.508.792,12
15	Cidade 9	45.537,98	45.537,98	30.240.679,61	30.331.755,58
16	Indústria 7 - Química	1.387,58	1.387,58	1.624.951,06	1.627.726,22
17	Indústria 8 - Laticínios	883,01	883,01	1.697.640,28	1.699.406,29
18	Indústria 9 - Explosivos	1.387,58	1.387,58	1.573.849,18	1.576.624,34
19	Cidade 10	8.703,94	8.703,94	6.186.952,29	6.204.360,16
20	Indústria 10 - Química	126,14	126,14	180.705,38	180.957,67
21	Indústria 11 - Laminados	126,14	126,14	0,00	252,29
22	Indústria 12 - Produtos Inorgânicos	378,43	378,43	542.116,14	542.873,00
23	Indústria 13 - Celulose e Papel	5.298,05	5.298,05	7.764.461,53	7.775.057,63
24	Indústria 14 - Laticínios	756,86	756,86	1.129.265,69	1.130.779,41
25	Indústria 15 - Produtos Inorgânicos	126,14	126,14	180.705,38	180.957,67
26	Cidade 11	1.387,58	1.387,58	1.197.511,17	1.200.286,33
27	Cidade 12	2.775,17	2.775,17	2.244.213,40	2.249.763,73
<b>TOTAL</b>		<b>562.097,66</b>	<b>562.097,66</b>	<b>475.092.582,37</b>	<b>476.216.777,70</b>



**Tabela 7.9: Cobrança pelo uso da água – Simulação 2**

n°	Usuário	Cobrança (R\$/ano)			
		Captação	Consumo	Diluição	TOTAL
1	Cidade 1	4.919,62	4.919,62	7.171.893,99	7.181.733,23
2	Cidade 2	7.190,21	7.190,21	10.244.673,53	10.259.053,95
3	Indústria 1 - Celulose e Papel	3.658,18	3.658,18	7.754.576,26	7.761.892,61
4	Cidade 3	77.452,42	77.452,42	97.916.080,15	98.070.984,98
5	Indústria 2 - Química	378,43	378,43	498.605,18	499.362,05
6	Indústria 3 - Bebidas	3.153,60	3.153,60	1.630.621,44	1.636.928,64
7	Cidade 4	242.448,77	242.448,77	583.672.997,38	584.157.894,91
8	Indústria 4 - Laticínios	126,14	126,14	0,00	252,29
9	Indústria 5 - Artefatos e plástico	0,00	0,00	0,00	0,00
10	Cidade 5	29.013,12	29.013,12	32.512.295,69	32.570.321,93
11	Cidade 6	105.582,53	105.582,53	115.571.130,47	115.782.295,53
12	Cidade 7	5.424,19	5.424,19	6.935.362,64	6.946.211,02
13	Indústria 6 - Química	378,43	378,43	491.700,06	492.456,93
14	Cidade 8	13.497,41	13.497,41	18.973.416,59	19.000.411,41
15	Cidade 9	45.537,98	45.537,98	59.296.453,74	59.387.529,70
16	Indústria 7 - Química	1.387,58	1.387,58	2.219.876,23	2.222.651,39
17	Indústria 8 - Laticínios	883,01	883,01	2.764.774,58	2.766.540,59
18	Indústria 9 - Explosivos	1.387,58	1.387,58	2.085.514,78	2.088.289,95
19	Cidade 10	8.703,94	8.703,94	12.386.603,70	12.404.011,57
20	Indústria 10 - Química	126,14	126,14	247.121,56	247.373,85
21	Indústria 11 - Laminados	126,14	126,14	0,00	252,29
22	Indústria 12 - Produtos Inorgânicos	378,43	378,43	741.364,69	742.121,55
23	Indústria 13 - Celulose e Papel	5.298,05	5.298,05	11.021.935,44	11.032.531,53
24	Indústria 14 - Laticínios	756,86	756,86	1.838.287,26	1.839.800,99
25	Indústria 15 - Produtos Inorgânicos	126,14	126,14	247.121,56	247.373,85
26	Cidade 11	1.387,58	1.387,58	2.398.452,82	2.401.227,99
27	Cidade 12	2.775,17	2.775,17	4.493.986,80	4.499.537,14
<b>TOTAL</b>		562.097,66	562.097,66	983.114.846,54	<b>984.239.041,87</b>

**Tabela 7.10: Cobrança pelo uso da água – Simulação 3**

n°	Usuário	Cobrança (R\$/ano)			
		Captação	Consumo	Diluição	TOTAL
1	Cidade 1	4.919,62	4.919,62	10.773.862,07	10.783.701,30
2	Cidade 2	7.190,21	7.190,21	15.390.018,18	15.404.398,59
3	Indústria 1 - Celulose e Papel	3.658,18	3.658,18	9.282.676,79	9.289.993,14
4	Cidade 3	77.452,42	77.452,42	147.088.779,47	147.243.684,30
5	Indústria 2 - Química	378,43	378,43	576.990,54	577.747,40
6	Indústria 3 - Bebidas	3.153,60	3.153,60	1.927.992,78	1.934.299,98
7	Cidade 4	242.448,77	242.448,77	907.799.167,04	908.284.064,58
8	Indústria 4 - Laticínios	126,14	126,14	0,00	252,29
9	Indústria 5 - Artefatos e plástico	0,00	0,00	0,00	0,00
10	Cidade 5	29.013,12	29.013,12	50.810.531,99	50.868.558,23
11	Cidade 6	105.582,53	105.582,53	173.461.515,38	173.672.680,44
12	Cidade 7	5.424,19	5.424,19	10.650.977,15	10.661.825,54
13	Indústria 6 - Química	378,43	378,43	565.745,43	566.502,30
14	Cidade 8	13.497,41	13.497,41	28.467.491,38	28.494.486,20
15	Cidade 9	45.537,98	45.537,98	88.056.001,48	88.147.077,45
16	Indústria 7 - Química	1.387,58	1.387,58	2.557.294,92	2.560.070,09
17	Indústria 8 - Laticínios	883,01	883,01	3.674.282,38	3.676.048,40
18	Indústria 9 - Explosivos	1.387,58	1.387,58	2.331.634,50	2.334.409,67
19	Cidade 10	8.703,94	8.703,94	18.589.429,89	18.606.837,76
20	Indústria 10 - Química	126,14	126,14	284.965,45	285.217,73
21	Indústria 11 - Laminados	126,14	126,14	0,00	252,29
22	Indústria 12 - Produtos Inorgânicos	378,43	378,43	854.896,34	855.653,20
23	Indústria 13 - Celulose e Papel	5.298,05	5.298,05	13.152.662,44	13.163.258,54
24	Indústria 14 - Laticínios	756,86	756,86	2.442.247,81	2.443.761,54
25	Indústria 15 - Produtos Inorgânicos	126,14	126,14	284.965,45	285.217,73
26	Cidade 11	1.387,58	1.387,58	3.600.252,09	3.603.027,26
27	Cidade 12	2.775,17	2.775,17	6.745.150,21	6.750.700,54
<b>TOTAL</b>		<b>562.097,66</b>	<b>562.097,66</b>	<b>1.499.369.531,16</b>	<b>1.500.493.726,49</b>

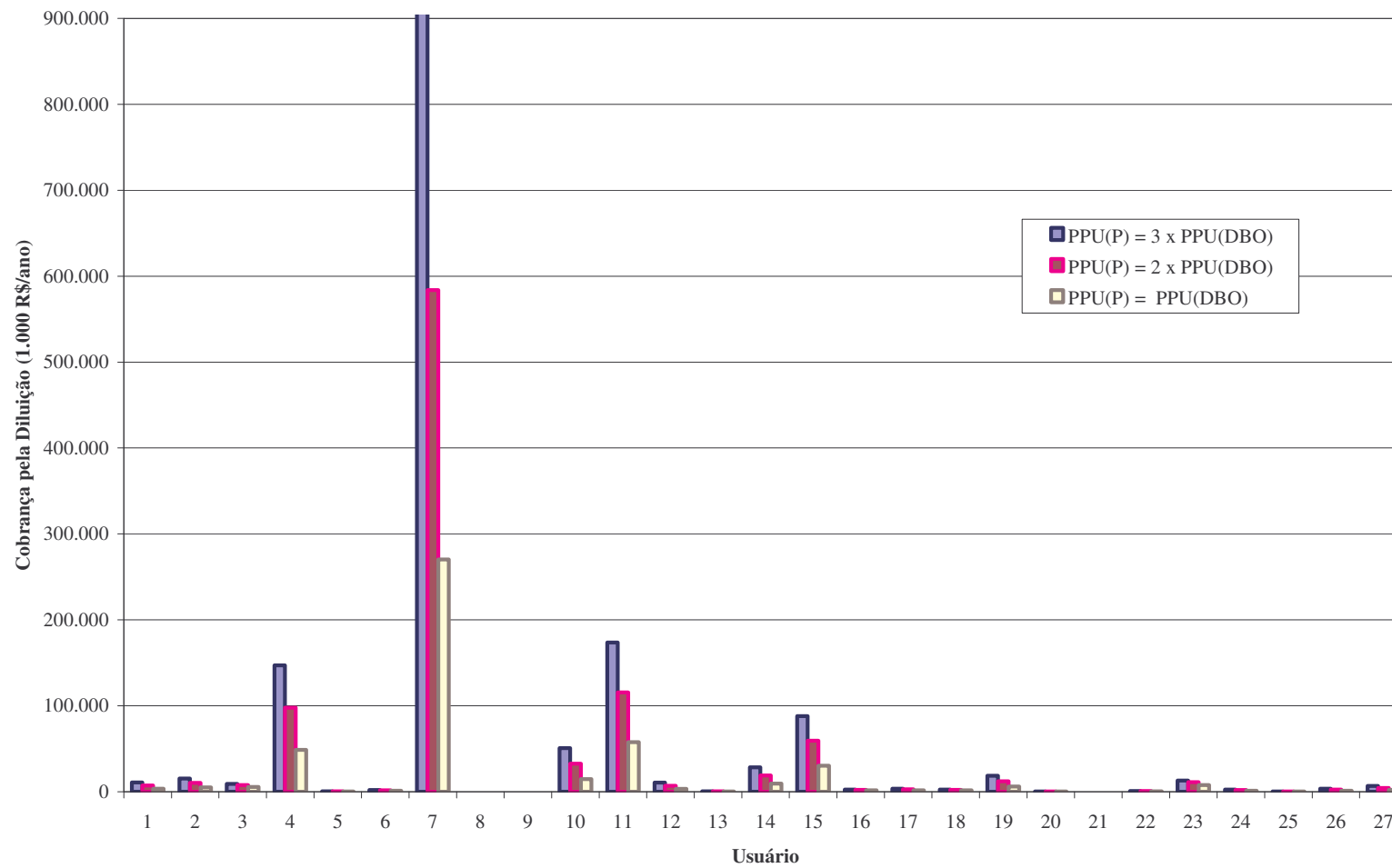


Figura 7.5: Resultado das simulações variando o PPU do fósforo.

A fim de perceber o comportamento da cobrança com a variação de vazão de diluição de cada parâmetro, adotaremos a Cidade 4 (usuário 7) para analisar a cobrança com a vazão de diluição de fósforo ( $Q_P$ ) aproximadamente 2 vezes maior que a de DBO ( $Q_{DBO}$ ), e a Indústria 14 (usuário 24) com vazão de diluição de DBO cerca de 4 vezes maior que a de fósforo.

Na primeira simulação não há diferença no valor de cobrança para a diluição de fósforo ou DBO. Portanto, se um usuário diluir uma certa vazão de DBO, outro usuário pagaria o mesmo valor para diluir a mesma quantidade de fósforo. Abaixo estão resumidos os resultados para a Cidade 4 e a Indústria 14.

Cidade 4 ( $Q_{DBO} < Q_P$ )	Indústria 14 ( $Q_{DBO} > Q_P$ )
$Q_P = 1,6 Q_{DBO}$	$Q_{DBO} = 3,5 Q_P$
$C\$_P = 1,6 C\$_{DBO}$	$C\$_{DBO} = 3,5 C\$_P$
$C\$_P = R\$ 167.444.696,68 / \text{ano}$	$C\$_{DBO} = R\$ 879.815,93 / \text{ano}$

Na segunda simulação, com o PPU do fósforo sendo o dobro do DBO, notamos que o valor de cobrança pela diluição de fósforo aumenta para a Cidade 4. Já o valor de cobrança pela diluição de DBO também sofre um pequeno aumento devido à multiplicação do maior valor de PPU na fórmula.

Cidade 4 ( $Q_{DBO} < Q_P$ )	Indústria 14 ( $Q_{DBO} > Q_P$ )
$Q_P = 1,6 Q_{DBO}$	$Q_{DBO} = 3,5 Q_P$
$C\$_P = 3,3 C\$_{DBO}$	$C\$_{DBO} = 1,8 C\$_P$
$C\$_P = R\$ 446.519.191,10 / \text{ano}$	$C\$_{DBO} = R\$ 1.173.087,90 / \text{ano}$

A cobrança pela diluição de DBO aumenta em 1,3 vezes comparada com a simulação 1 e aumenta em 2,6 vezes para diluição de fósforo.

Assim como na simulação anterior, a terceira simulação apresenta um aumento de valor na cobrança pela diluição de fósforo, pois considera o PPU do fósforo como o triplo do PPU

de DBO. Novamente, na Cidade 4, nota-se que o valor de cobrança pela diluição de fósforo aumenta devido a esse aumento de valor do PPU. Já o valor de cobrança pela diluição de DBO também sofre um pequeno aumento devido à multiplicação do maior PPU na fórmula.

Cidade 4 ( $Q_{DBO} < Q_P$ )	Indústria 14 ( $Q_{DBO} > Q_P$ )
$Q_P = 1,6 Q_{DBO}$	$Q_{DBO} = 3,5 Q_P$
$C\$_P = 4,9 C\$_{DBO}$	$C\$_{DBO} = 1,2 C\$_P$
$C\$_P = R\$ 753.501.135,00 / \text{ano}$	$C\$_{DBO} = R\$ 1.319.723,90 / \text{ano}$

Essa análise de sensibilidade, variando o PPU do fósforo, leva a crer que a adoção de um PPU diferenciado para o fósforo pode induzir o usuário poluidor a reduzir significativamente a sua vazão de diluição desse parâmetro mais crítico.

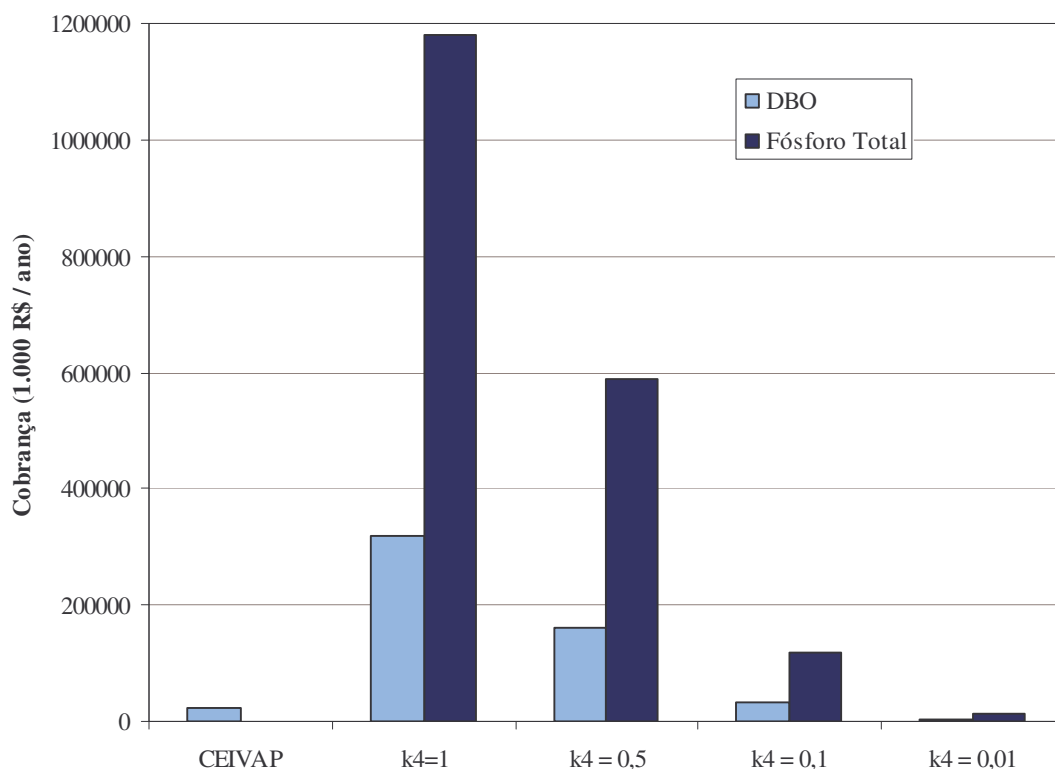
Visto isso, a equação de diluição proposta foi comparada à fórmula de cobrança vigente a fim de tornar os valores de cobrança compatíveis com os que já vêm sendo praticados na bacia. Entretanto, a Deliberação CEIVAP n° 65 prevê apenas a cobrança pelo lançamento de carga de DBO e não leva em consideração outros parâmetros. Tomando por base essa parcela de cobrança, a equação foi ajustada para englobar não só o parâmetro DBO, mas também o fósforo total, escolhido como parâmetro crítico neste trecho da bacia (conforme apresentado no item 7.1.2). As equações utilizadas na comparação estão resumidas na Tabela 7.11.

**Tabela 7.11: Equações de cobrança pelo lançamento e pela diluição.**

Lançamento de carga	Diluição de efluentes
$Valor_{eflu(i)} = C_{eflu(i)} \times Q_{lanç\_Fed} \times PPU_{eflu(i)}$	$Valor = \frac{(Q_{eflu} \times C_{eflu(i)} - Q_{cap(i)} \times C_{cap(i)})}{k_5 \times C_{meta(i)}} \times \frac{k_4 \times PPU_{max}}{PPU_P + PPU_{DBO}}$

O PPU do fósforo foi considerado igual a 3 vezes o da DBO, em ambas equações, visto que o fósforo total é considerado o parâmetro mais crítico no trecho em estudo. Para compatibilizar os valores a serem cobrados pelo lançamento/diluição de efluentes, foi empregado o coeficiente  $k_4$ , que altera o peso do PPU.

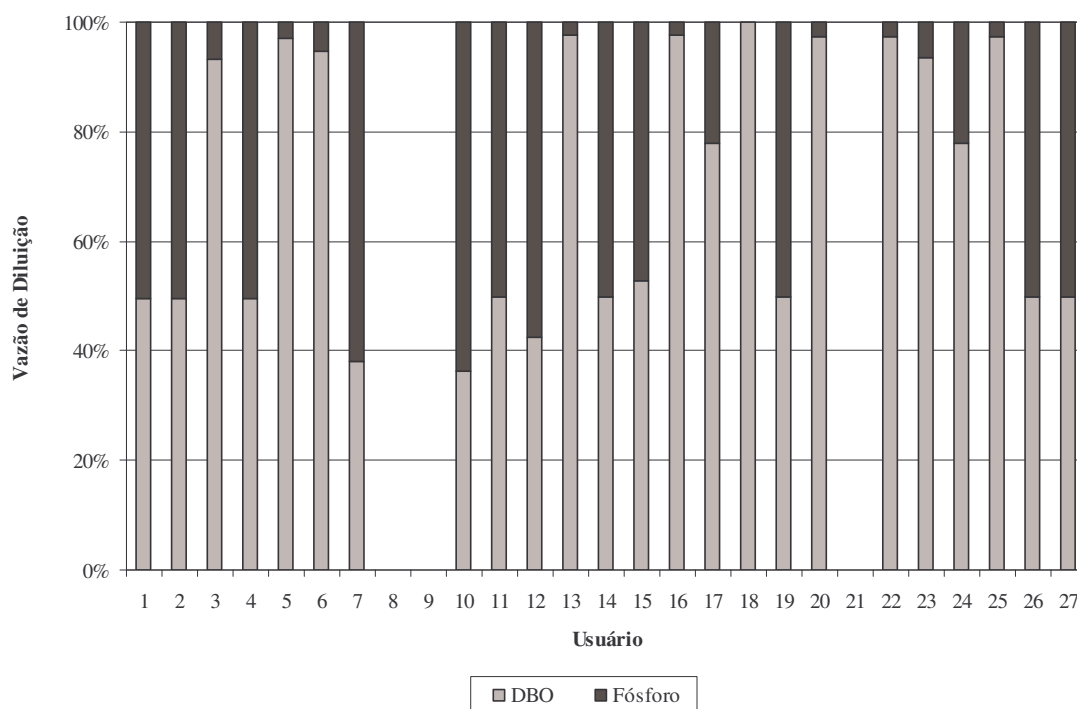
Inicialmente este coeficiente tomou o valor de 1, mas para adequar o valor final este foi reduzido. A Figura 7.6 demonstra a variação do valor total da cobrança acarretado, para todos os usuários selecionados, pela alteração do coeficiente  $k_4$ .



**Figura 7.6: Simulação de cobrança variando o valor do coeficiente  $k_4$ .**

Nota-se que a utilização do coeficiente com valor igual a 1 terá um impacto significativo no valor da cobrança, principalmente com relação ao parâmetro fósforo total. O ajuste mais próximo do que o usuário estaria acostumado a pagar seria com o coeficiente em torno de 0,1 e 0,01.

Procedeu-se então à comparação do volume de diluição de DBO e fósforo, por usuário, para adequação do valor cobrado. A Figura 7.7 apresenta a porcentagem de diluição de fósforo e de DBO por usuário.



**Figura 7.7: Vazão de diluição de DBO e fósforo percentual, por usuário.**

Observa-se que os usuários 1, 2, 4, 7, 10, 11, 12, 14, 15, 19, 26 e 27 necessitam de uma vazão maior para diluir o fósforo do que para a diluição de DBO. Isso também deve ser levado em consideração quando o valor de cobrança pela diluição for ajustado pelo coeficiente  $k_4$ , visto que o fósforo é o parâmetro mais crítico neste trecho. Privilegiou-se então o menor poluidor de fósforo e procurou-se manter o valor aproximado de cobrança para os usuários diluidores de um único parâmetro: a DBO. Dessa maneira, o ajuste foi realizado pelo usuário 18, que dilui apenas a DBO.

O valor de cobrança pela diluição foi ajustado pelo coeficiente  $k_4$ , que altera o PPU. O que melhor se ajustou foi o valor 0,066. Com este coeficiente ajustado o usuário 18, que paga o valor de R\$158.941 pela fórmula CEIVAP, passará a pagar a quantia de R\$156.772, pela fórmula proposta. Na Tabela 7.12 são apresentados os valores de cobrança para cada usuário utilizando o coeficiente  $k_4$  selecionado (0,066) e iguais a 0,01 e 0,10.

**Tabela 7.12: Ajuste dos valores de cobrança pela diluição.**

nº	Usuário	Cobrança CEIVAP (R\$/ano)	Cobrança pela Diluição (R\$/ano)		
			k4 = 0,01	k4 = 0,066	k4 = 0,1
1	Cidade 1	189.171,22	107.738,62	711.074,90	1.077.386,21
2	Cidade 2	270.244,60	153.900,18	1.015.741,20	1.539.001,82
3	Indústria 1 - Celulose e Papel	509.983,92	92.826,77	612.656,67	928.267,68
4	Cidade 3	2.580.974,33	1.470.887,79	9.707.859,44	14.708.877,95
5	Indústria 2 - Química	35.386,55	5.769,91	38.081,38	57.699,05
6	Indústria 3 - Bebidas	110.766,73	19.279,93	127.247,52	192.799,28
7	Cidade 4	11.363.756,44	9.077.991,67	59.914.745,02	90.779.916,70
8	Indústria 4 - Laticínios	0,00	0,00	0,00	0,00
9	Indústria 5 - Artefatos e plástico	0,00	0,00	0,00	0,00
10	Cidade 5	607.468,00	508.105,32	3.353.495,11	5.081.053,20
11	Cidade 6	3.093.238,17	1.734.615,15	11.448.460,02	17.346.151,54
12	Cidade 7	153.676,50	106.509,77	702.964,49	1.065.097,72
13	Indústria 6 - Química	35.386,55	5.657,45	37.339,20	56.574,54
14	Cidade 8	506.708,62	284.674,91	1.878.854,43	2.846.749,14
15	Cidade 9	1.702.708,30	880.560,01	5.811.696,10	8.805.600,15
16	Indústria 7 - Química	159.239,46	25.572,95	168.781,46	255.729,49
17	Indústria 8 - Laticínios	134.743,93	36.742,82	242.502,64	367.428,24
<b>18</b>	<b>Indústria 9 - Explosivos</b>	<b>158.941,44</b>	23.753,43	<b>156.772,66</b>	237.534,34
19	Cidade 10	331.049,63	185.894,30	1.226.902,37	1.858.942,99
20	Indústria 10 - Química	17.693,27	2.849,65	18.807,72	28.496,54
21	Indústria 11 - Laminados	0,00	0,00	0,00	0,00
22	Indústria 12 - Produtos Inorgânicos	53.079,82	8.548,96	56.423,16	85.489,63
23	Indústria 13 - Celulose e Papel	731.716,06	131.526,62	868.075,72	1.315.266,24
24	Indústria 14 - Laticínios	89.829,29	24.422,48	161.188,36	244.224,78
25	Indústria 15 - Produtos Inorgânicos	17.693,27	2.849,65	18.807,72	28.496,54
26	Cidade 11	63.869,73	36.002,52	237.616,64	360.025,21
27	Cidade 12	119.755,75	67.451,50	445.179,91	674.515,02

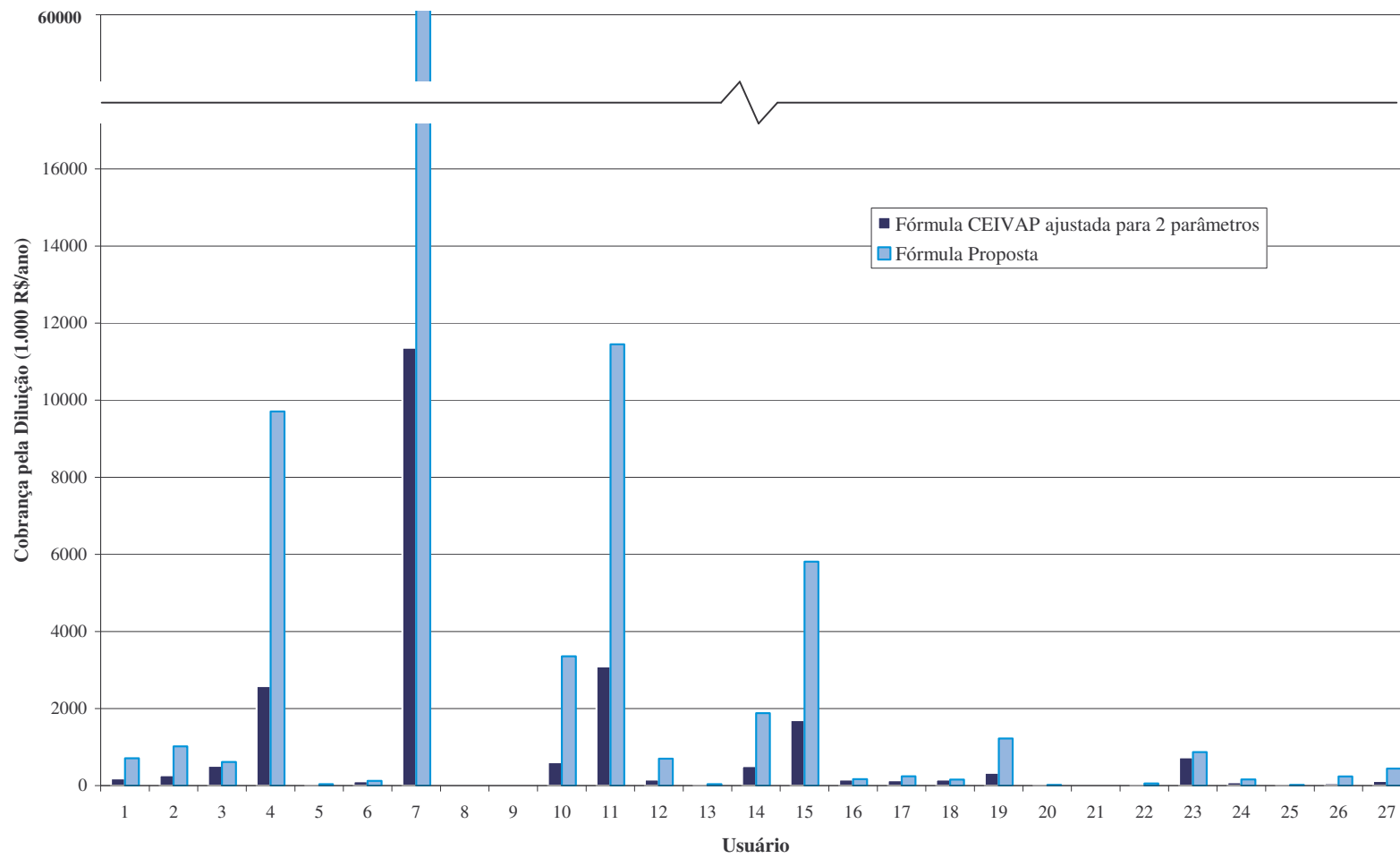
Da tabela acima podem ser extraídas as seguintes conclusões:

- 1) Utilizando-se o coeficiente  $k_4 = 0,01$  os usuários estariam pagando um valor inferior ao que já é cobrado pela fórmula CEIVAP ajustada para 2 parâmetros. Este ajuste não seria o ideal, pois não induz os usuários a reduzirem as suas emissões.



- 2) O coeficiente ajustado em 0,066 privilegia o usuário que dilui apenas a DBO, mantendo o seu valor aproximadamente. No entanto, os usuários poluidores de fósforo terão um valor de cobrança mais elevado. O maior poluidor deste último parâmetro terá seu valor multiplicado cerca de 6 vezes o valor cobrado pela fórmula CEIVAP ajustada.
- 3) No terceiro caso, com coeficiente igual a 0,10, os valores de cobrança estão todos elevados com relação ao valor cobrado pela fórmula CEIVAP ajustada, sendo que o maior poluidor de fósforo estaria pagando 8 vezes mais.

A Figura 7.8 ilustra os valores cobrados pela diluição de DBO e fósforo, ajustado pelo coeficiente  $k_4 = 0,066$ , e os valores de cobrança pelo lançamento utilizando a equação da Deliberação CEIVAP nº 65, ajustada para incorporar os dois parâmetros.



**Figura 7.8: Comparação dos valores de cobrança pela diluição e pelo lançamento.**

É importante frisar, porém, que os valores calculados com a metodologia proposta não são sugestão para valores de cobrança reais, apenas demonstrativos de como esta metodologia incorpora aspectos que as demais não trazem, e que podem ser ponto de partida para discussões nos Comitês de Bacia sobre os critérios adotados para a cobrança.

As informações colhidas de estudos sobre as experiências de cobrança no Paraíba do Sul indicam que a estrutura de cobrança deve ser, preferencialmente, de boa aceitabilidade por parte dos usuários-pagadores, simples, de fácil compreensão e baseada em parâmetros facilmente quantificáveis.

A proposta apresentada parece ser um caminho para a aceitabilidade por parte do Comitê uma vez que será quase impossível aplicar a cobrança pela diluição em rios com qualidade inferior ao proposto para o enquadramento. Com isso se induz o usuário a investir em tecnologias a fim de reduzir o preço final da cobrança e não perder a respectiva outorga. Quando o rio atingir o nível de enquadramento desejável pelo Comitê deve-se aplicar a cobrança pela diluição de efluentes.

## **8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

Decorridos mais de 10 anos da aprovação da Lei 9.433/97, a qual, por sua vez, culminou em um processo iniciado com a Constituição Federal de 1988, a gestão de recursos hídricos no país apresenta avanços importantes, porém muito lentos. No nível federal, a implantação da cobrança na Bacia do Paraíba do Sul, a partir de março de 2003, impulsionou o encaminhamento de diversas questões não equacionadas pela legislação federal e seus complementos.

A proposta de 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 fórmula de cobrança, uma vez que introduz o conceito de diluição e incorpora a articulação com outros instrumentos de gestão. A metodologia proposta permite “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: cobrança, outorga e enquadramento.

A metodologia proposta parece ser um caminho para a aceitabilidade por parte dos comitês uma vez que será inicialmente inviável a cobrança pela diluição em rios poluídos. Com isso, a primeira fase da metodologia – a cobrança pelo lançamento - surge para viabilizar a cobrança pela diluição de efluentes, integrando a outorga e enquadramento, instrumentos fundamentais para a sua efetivação. No entanto, a cobrança pelo lançamento necessitará do estabelecimento de metas progressivas de enquadramento para realizar a outorga dos usuários. Nota-se que a metodologia desenvolvida apresenta outra grande vantagem, pois os usuários seriam induzidos a participar da despoluição. Assim que o rio atingir o nível de enquadramento desejado pelo comitê deve-se aplicar a cobrança pela diluição de efluentes.

Essa segunda etapa da metodologia desenvolvida apresenta maiores dificuldades em relação à metodologia do CEIVAP, pois a aplicação de uma cobrança baseada no conceito de diluição de efluentes exige o conhecimento da qualidade dos corpos hídricos no ponto de captação de um determinado uso. Essa informação ainda é muito limitada e exige maior

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

Ressalta-se que o comitê deverá considerar as diferentes situações de criticidade ambiental na escolha e inclusão de parâmetros, para melhor se adequar aos interesses da bacia. Além disso, deverá ajustar os coeficientes e PPU's presentes na fórmula de cobrança de forma a estabelecer, de fato, o princípio do poluidor-pagador, ou seja, o maior poluidor deverá ter uma cobrança superior ao menor poluidor, induzindo ambos a reduzirem as suas cargas de poluentes considerados críticos pelo comitê de bacia.

É importante frisar, porém, que os valores calculados com a metodologia proposta não são sugestão para valores de cobrança reais, apenas demonstrativos de como essa metodologia incorpora aspectos que as demais não trazem, e que podem ser ponto de partida para discussões nos comitês de bacia sobre os critérios adotados para a cobrança.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRAGA, B. P. F. **Gestión Integrada de Calidad del Água.** Apresentação em PowerPoint do Curso de Gestión de Recursos Hídricos, San Jose Costa Rica, 24-28 mayo 2004.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. **Lei 9.433 de 8 de janeiro de 1997.** Brasília, 1997
- CANEDO DE MAGALHÃES, P.; MARANHÃO, N.; THOMAS, P.; THOMAZ, F. & CAMPOS, J. D. “Estudo Comparativo de Quatro Metodologias para a Cobrança pelo Uso da Água.” **Anais do XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos.** 2003
- CARDOSO DA SILVA, L. M. “Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos para Diluição de Efluentes”. In: **XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos.** Anais: ABRH. São Paulo. 2007
- CARDOSO DA SILVA, L. M. & MONTEIRO, R. A. “Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos: uma das possíveis abordagens”. In: SALDANHA, C. J. (org). **Gestão de Águas Doces.** Capítulo V, pp. 135-178. Rio de Janeiro. 2004.
- CARRERA-FERNANDEZ, J. & GARRIDO, R. J. **Economia dos Recursos Hídricos,** Ed. Edufba, Salvador, 2002.
- CEIVAP – Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Fundação COPPETEC. **Medidas a serem Tomadas, Programas a serem Desenvolvidos e Projetos a serem Implantados, para Atendimento das Metas Previstas.** Plano de Recursos Hídricos para a Fase Inicial da Cobrança na Bacia do Rio Paraíba do Sul. PGRH-RE-010-R0 - Volume 5. Abril. 2002.
- CEIVAP – Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Fundação COPPETEC. **Plano de Recursos Hídricos na Bacia do Rio Paraíba do Sul - Resumo.** Plano de Recursos Hídricos Consolidado. PSR-012-R1. Dezembro. 2007.
- CEIVAP – Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Disponível em: [http://ceivap.org.br/ceivap\\_1.php](http://ceivap.org.br/ceivap_1.php). Acesso em: 15 ago. 2008.
- CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA 357 de 17 de março 2005.** Brasília, 2005.

- COPPE/UFRJ. **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, 2004
- COPPETEC. **Compatibilização e Articulação do Plano de Recursos Hídricos do Rio Paraíba do Sul.** Projeto Gestão dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, PGRH-RE-27-R1. Rio de Janeiro. Dezembro de 2002.
- COPPETEC. **Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul Consolidado – Resumo.** Fundação COPPETEC-AGEVAP, Rio de Janeiro, 2006.
- COPPETEC. **Cobrança pela Diluição de Efluentes na Bacia do Rio Paraíba do Sul.** Relatório final para o Convênio FINEP nº 3511/04. Rio de Janeiro. Agosto de 2007
- FELTRE, R. **Curso Básico de Química Vol. 2 – Físico-Química.** 1ª ed., Editora Moderna, São Paulo, 1985
- FORMIGA-JOHNSSON, R.M. & LOPES, P.D. **Projeto Marca d'Água, Seguindo as mudanças na gestão das bacias hidrográficas do Brasil.** Caderno 1: Retratos 3x4 das bacias pesquisadas. São Paulo: UnB-FINATEC. Julho de 2003.
- GARRIDO, R. J. S. **Como funciona a Outorga de Direito de Uso da Água. Folha do Meio Ambiente.** Recursos Hídricos. Cultura Viva, Editora Ltda. p.23-26. Brasília – DF. Agosto, 2001.
- GESTIN. **Sistema de Gestão Integrada da Bacia do Rio Paraíba do Sul.** Texto disponível em: <http://pbs.ana.gov.br/pbs0800/index.asp?op=gotodir&vdir=\>. Acessado em 10/1/2008.
- GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Lei 4.247 de 16 de dezembro de 2003.** Rio de Janeiro, 2003
- KELMAN, J. “Gerenciamento de Recursos Hídricos: Parte II: Outorga e Cobrança”. In: **XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos.** Vitória, 1997.
- KELMAN, J. “Outorga e Cobrança dos Recursos Hídricos”. In: THAME, A. C. M. (org). **A Cobrança pelo Uso da Água. São Paulo.** 2000.
- LABHID - LABORATÓRIO DE HIDROLOGIA E ESTUDOS DO MEIO AMBIENTE DA COPPE/UFRJ. **Cobrança pelo uso da água bruta na bacia do rio Paraíba do Sul: da aprovação à preparação para sua aplicação (janeiro-dezembro 2002).** Projeto Gestão

- dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. ANA – COPPETEC. Rio de Janeiro, RJ. 2002.
- MOCZYDLOWER, B. **Proposta de Uma Metodologia de Cobrança Pelo Uso da Água Aplicável ao Setor Hidrelétrico**. Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, RJ. 2006.
- MUNCK, R. C. **Uso dos Recursos Hídricos: O Caso da Cobrança na Bacia do Rio Paraíba do Sul**. Dissertação de M.Sc., Universidade de Brasília. Brasília. 2006.
- RIBEIRO, M. M. & LANA, A. E. L. “A Outorga Integrada das Vazões de Captação e Diluição”. **RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, volume 8, nº 3, pp. 151-168, jul./set. 2003.
- RODRIGUES, R. B. **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 D.Sc., Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. Maio, 2005
- SILVA, S. C. & RIBEIRO, M. M. R. “Enquadramento dos corpos d’água e cobrança pelo uso da água do rio Pirapama – Pe”. In: **Engenharia Sanitária e Ambiental**, volume II, pp. 175-183, jun./out. 2006.
- SISAGUA - Sistemas de Apoio ao Gerenciamento de Usuários da Água. Secretaria de Recursos Hídricos / Ministério do Meio Ambiente. Dezembro, 2000
- THOMAS, P. T. **Proposta de Cobrança Pelo Uso das Águas Transpostas da Bacia do Rio São Francisco**. Tese de D. Sc., COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro. 2008
- VON SPERLING, M., **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos: Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias**. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais. v.2. Belo Horizonte. 1996



# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)