

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS**

**ALTERNATIVAS PARA A OUTORGA E A COBRANÇA  
PELO USO DA ÁGUA: SIMULAÇÃO DE UM CASO**

Márcia Maria Rios Ribeiro

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Engenharia

Porto Alegre, janeiro de 2000

## **Apresentação**

Este trabalho foi desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), sob a orientação do Professor Antonio Eduardo Lanna. Parte da pesquisa foi realizada no Centre for Social and Economic Research on the Global Environment (CSERGE), Escola de Ciências Ambientais, Universidade de East Anglia, Inglaterra, sob a supervisão dos professores Kerry Turner e Ian Bateman.

Agradeço às pessoas e instituições que apoiaram, de alguma forma e em algum momento, este trabalho:

A Eduardo Lanna, por toda a orientação durante a realização do curso e da pesquisa.

À Universidade Federal da Paraíba, instituição de origem da autora.

À CAPES pela bolsa de estudos do Programa PICDT e pela bolsa doutorado “sanduíche” no exterior.

Aos professores do IPH/UFRGS, em especial, aos coordenadores, enquanto fui aluna do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental: Carlos Tucci, Luiz Monteggia e Eduardo Lanna e aos professores Raul Dorfman e Robin Clarke.

Aos Funcionários do IPH/UFRGS, em particular, Jussara Silva, Jussara Barbieri, Lygia Campos e Nadir Solari.

Aos professores Juvir Mattuella e Valter Stulp, do Programa de Pós-Graduação em Economia Rural da UFRGS, pelas aulas, esclarecimentos e participação no Exame de Qualificação da autora.

Aos professores Kerry Turner e Ian Bateman, pela supervisão no CSERGE.

A Almir Cirilo (Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, então Diretor de Recursos Hídricos da Secretaria de Ciências, Tecnologia e Meio Ambiente do Estado de Pernambuco - SECTMA) e Ana Gama (Companhia Pernambucana do Meio Ambiente - CPRH, Coordenadora do Projeto Pirapama), por colocarem à minha disposição, incondicionalmente, dados, informações e suas respectivas equipes de trabalho.

Ao engenheiro Joécio Holanda (Companhia Pernambucana de Saneamento - COMPESA), pelo atendimento permanente às minhas solicitações.

À professora Maria do Carmo Sobral (UFPE, então assessora da SECTMA), pela disposição e receptividade em me auxiliar.

Aos técnicos da então SECTMA: Alexandre Baltar, Antônio Rolim Júnior, Carolina Agra, José Maria Pereira, Lorenzza Leite, Paulo Verçosa, Sérgio Resende (então Secretário da SECTMA), Simone Rosa da Silva, Sylvio Campello (UFPE) e Waldir Duarte da Costa (UFPE).

Aos participantes do Projeto Pirapama: Martim Gomes, Rosa Amorim; Sandra Rocha (FIAM); Maria de Lourdes Rodrigues e Maria do Carmo Cabral (COMPESA); Aginaldo Queiroz, Ricardo Braga (então Presidente da CPRH), Ruy Medeiros Filho e Veronilton Farias (CPRH).

Aos colegas e amigos, entre os quais os do IPH/UFRGS, em especial a Jaildo Pereira.

Aos colegas do Departamento de Engenharia Civil da UFPB: AnnieMarie König, Cledson Santana, Gledsneli Lins, Milton das Chagas Filho, Paulo Medeiros, Raulino de Brito, Sérgio Góis e Vajapeyam Srinivasan.

Ao economista Eugênio Cánepa, da Fundação de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (CIENTEC-RS), pelas discussões técnicas.

Às pessoas entrevistadas por esta pesquisa que, gentilmente, forneceram informações essenciais ao estudo.

À minha família e a Carlos, pelo apoio constante.

*Para Mércia e Nivaldo*

## Resumo

### ALTERNATIVAS PARA A OUTORGA E A COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA: SIMULAÇÃO DE UM CASO

A recente Lei nº 9.433/97 e as respectivas leis estaduais criam a possibilidade de adoção de um novo modelo de gestão de recursos hídricos no Brasil. Entre as inovações está a consideração de que a gestão desses recursos deve ser participativa e descentralizada onde poder público, usuários e comunidades discutem e indicam as soluções para os problemas. A nova legislação entende que a água é recurso escasso e, portanto, com valor econômico e sugere a cobrança pelo seu uso como um dos instrumentos de gestão. Há muitos questionamentos, entretanto, sobre a aplicação da cobrança pelo uso da água no Brasil. O objetivo central desta pesquisa é conceber alternativas de cobrança e simular a sua aplicação em uma bacia hidrográfica brasileira, analisando os impactos causados e refletindo sobre as possibilidades de aprimoramentos. Sendo a cobrança um, entre tantos outros instrumentos de gestão, é objetivo do trabalho, também, pesquisar sobre a atuação de outros instrumentos. Simula-se a outorga dos direitos de uso da água (prevista na nova legislação de recursos hídricos) e analisam-se o licenciamento ambiental e o enquadramento dos corpos d'água em classes de usos preponderantes (mecanismos já aplicados pelos órgãos ambientais no Brasil). A bacia do rio Pirapama, na Região Metropolitana do Recife, congrega diversos problemas quantitativos e qualitativos referentes a recursos hídricos e foi escolhida como caso de estudo. Os resultados e as análises da pesquisa mostram que, se criteriosamente aplicados, os instrumentos simulados podem contribuir para o disciplinamento do uso da água na bacia.

Palavras-chaves: gestão de recursos hídricos, outorga, cobrança

## **Abstract**

### **ASSESSING SCHEMES FOR WATER USE RIGHTS AND CHARGES: A CASE SIMULATION**

The Brazilian Federal Law n° 9.433/97, as well as the Brazilian States ones, allow adoption of a new water resources management model in Brazil. This model considers that water management should be decentralized and involve participation by the Government, users and local communities. The new legislation establishes water as a scarce resource, which has an economic value. Charges on the use of water resources are considered as a management instrument. However, there are many questions related to the application of such charges in Brazil. This thesis proposes some schemes for water charges and simulates their application to a Brazilian river basin. Other management instruments are also studied as the award of water use rights, the environment licenses and the classification of water bodies according to their principal uses. The Pirapama River Basin in Recife Metropolitan Region has problems related to water quantity and quality. This basin was chosen as the case study. The results and analysis show that those instruments, if adequately implemented, help achieving efficient use of water.

**Key-words:** water resources management, water rights, water charges

# Sumário

<b>APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>i</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>v</b>
<b>SUMÁRIO.....</b>	<b>vi</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>x</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>xv</b>
<b>LISTA DE SIGLAS.....</b>	<b>xvi</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1. ESCASSEZ, DEGRADAÇÃO E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS.....	1
1.2. OBJETIVOS .....	2
1.3. BACIA DO RIO PIRAPAMA E A REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE.....	3
1.4. ESTRUTURA DO TEXTO.....	3
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>5</b>
2.1. INSTRUMENTOS REGULATÓRIOS E ECONÔMICOS NAS POLÍTICAS AMBIENTAIS .....	5
2.2. ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA NO BRASIL.....	9
2.3. LICENCIAMENTO AMBIENTAL NO BRASIL.....	12
2.4. OUTORGA DOS DIREITOS DE USO DA ÁGUA.....	13
2.4.1. <i>Tipos de outorga</i> .....	13
2.4.2. <i>O Direito de Uso da Água no Brasil</i> .....	15
2.4.2.1. A outorga na Lei nº 9.433/97.....	15
2.4.2.2. A outorga no Projeto de Lei nº 1616 de 1999.....	18
2.4.3. <i>Crítérios para definição da vazão outorgável</i> .....	19
2.4.3.1. Critério da vazão referencial.....	19
2.4.3.2. Critério da quantidade de falhas pré-determinadas.....	20
2.4.3.3. Critérios adotados nas legislações estaduais.....	21
2.5. COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA.....	23
2.5.1. <i>Os usos da água possíveis de cobrança</i> .....	23
2.5.2. <i>Aspectos legais da cobrança no Brasil</i> .....	26
2.5.3. <i>A determinação do valor a ser cobrado: a abordagem custo benefício e a custo efetividade</i> .....	29
2.6. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO MONETÁRIA DA NATUREZA.....	32
2.6.1. <i>Métodos de valoração</i> .....	33
2.6.1.1. Valores de uso.....	33
2.6.1.2. Valores de não-uso.....	34
2.6.1.3. Outros valores.....	35
2.6.1.4. Valor ambiental total.....	35

2.6.1.5. Método de Valoração Contingencial.....	36
2.6.1.6. Método do Custo de Viagem.....	37
2.6.1.7. Método do Valor Hedônico.....	38
2.6.2. Métodos de “precificação”.....	38
2.6.2.1. Método Dose-resposta.....	38
2.6.2.2. Custo de Oportunidade.....	39
2.6.3. Outras alternativas de monetarização.....	39
2.6.3.1. Custo Marginal.....	40
2.6.3.2. Rateio do Investimento.....	40
2.6.3.3. Custo de Mercado.....	41
<b>2.7. A EXPERIÊNCIA INTERNACIONAL EM COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA.....</b>	<b>42</b>
2.7.1. Alemanha.....	42
2.7.2. França.....	44
2.7.3. Holanda.....	45
2.7.4. Inglaterra e País de Gales.....	46
2.7.5. Portugal.....	48
2.7.6. Espanha.....	48
2.7.7. México.....	49
2.7.8. Japão.....	49
<b>2.8. ESTUDOS DE COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA NO BRASIL.....</b>	<b>50</b>
2.8.1. Estado do Ceará.....	51
2.8.2. Bacia do rio dos Sinos – Rio Grande do Sul.....	53
2.8.3. Estado de São Paulo.....	54
2.8.4. Bacia do rio Itapicuru - Bahia.....	55
2.8.5. Bacia do rio Paraíba do Sul.....	56
<b>2.9. A ÓTICA ECONÔMICA E A FINANCEIRA NOS ESTUDOS DE COBRANÇA NO BRASIL.....</b>	<b>56</b>
<b>2.10. CONSIDERAÇÕES SOBRE A ELASTICIDADE-PREÇO E A DISPOSIÇÃO A PAGAR.....</b>	<b>58</b>
<b>3. CASO ESTUDADO: BACIA DO RIO PIRAPAMA – PE.....</b>	<b>61</b>
3.1. A BACIA DO RIO PIRAPAMA E A RMR.....	61
3.2. ASPECTOS FÍSICOS E CLIMATOLÓGICOS.....	63
3.3. ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS E DE USO DO SOLO.....	64
3.4. INFORMAÇÕES HIDROLÓGICAS E DEMANDAS HÍDRICAS.....	65
3.4.1. Informações hidrológicas.....	65
3.4.2. Demandas hídricas.....	66
3.5. MONITORAMENTO QUALITATIVO E LANÇAMENTO DE EFLUENTES.....	67
3.5.1. Monitoramento da qualidade de água.....	67
3.5.2. Lançamento de efluentes.....	67
3.6. ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D’ÁGUA E CLASSIFICAÇÃO ATUAL DAS ÁGUAS DO PIRAPAMA.....	69
3.6.1. Enquadramento dos corpos d’água.....	69
3.6.2. Classificação da qualidade atual das águas do Pirapama.....	70
3.7. LICENCIAMENTO AMBIENTAL.....	72
3.8. GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS EM PERNAMBUCO.....	73
3.8.1. Outorga dos direitos de uso da água.....	75
3.8.1.1. A outorga no Decreto nº 20.269/97.....	75
3.8.1.2. A outorga no Decreto nº 20.423/98.....	77
3.8.1.3. O sistema de outorga pelo uso da água.....	77
3.8.2. Cobrança pelo uso da água.....	79

<b>4. OUTORGA DOS DIREITOS DE USO DA ÁGUA: METODOLOGIA, SIMULAÇÕES E RESULTADOS .....</b>	<b>82</b>
4.1. INTRODUÇÃO .....	82
4.2. DADOS FLUVIOMÉTRICOS PARA O ESTUDO DE OUTORGA.....	82
4.3. PONTOS DE CONTROLE, CENÁRIOS E CRITÉRIOS.....	84
4.3.1. <i>Cenário 1: situação atual sem a barragem Pirapama</i> .....	84
4.3.1.1. Critério 1.....	87
4.3.1.2. Critério 2.....	88
4.3.1.3. Critério 3.....	89
4.3.1.4. A outorga quando há obra de disponibilização: o reservatório Gurjaú.....	89
4.3.1.5. Análise dos critérios de vazão máxima outorgável.....	90
4.3.2. <i>Cenário 2: situação futura com a barragem Pirapama</i> .....	91
4.3.2.1. Usuários a montante da barragem.....	93
4.3.2.2. Usuários da barragem.....	93
4.3.2.3. Usuários a jusante da barragem.....	93
4.4. A OUTORGA DA VAZÃO DE DILUIÇÃO.....	94
4.4.1. <i>Usuários sujeitos à outorga da vazão de diluição</i> .....	96
4.4.2. <i>Cenário 3: sem a barragem Pirapama</i> .....	97
4.4.3. <i>Cenário 4: com a barragem Pirapama</i> .....	99
4.4.4. <i>O que fazer na ausência de vazão de diluição?</i> .....	100
4.4.4.1. Racionamento dos lançamentos.....	101
4.4.4.2. Flexibilização no enquadramento: os Cenários 5 e 6.....	101
<b>5. COBRANÇA PELA RETIRADA DE ÁGUA BRUTA: METODOLOGIA, SIMULAÇÕES E RESULTADOS .....</b>	<b>104</b>
5.1. USUÁRIOS SUJEITOS À COBRANÇA PELA RETIRADA DE ÁGUA .....	104
5.2. COBRANÇA PELA RETIRADA DE ÁGUA BRUTA.....	105
5.2.1. <i>Cobrança do custo de oportunidade</i> .....	106
5.2.1.1. Usuários domésticos da RMR.....	107
5.2.1.2. Usuários industrial e agroindustrial.....	110
5.2.2. <i>Os investimentos para a bacia</i> .....	110
5.2.3. <i>Cobrança com base em rateio dos investimentos</i> .....	114
5.2.4. <i>Cobrança do custo marginal de expansão da oferta e racionalização do uso da água</i> .....	117
5.2.5. <i>Cobrança com base em valor de referência ponderado</i> .....	119
5.3. VALORES A SEREM PAGOS, ARRECADAÇÕES, RATEIO E IMPACTOS.....	122
5.3.1. <i>Valores a serem pagos e respectivas arrecadações</i> .....	122
5.3.2. <i>Rateio em cada setor usuário e análise dos impactos</i> .....	124
5.3.2.1. Usuário doméstico (RMR).....	124
5.3.2.2. Demais usuários.....	126
5.4. COBRANÇA DA VAZÃO DE DILUIÇÃO.....	128
<b>6. COBRANÇA PELO LANÇAMENTO DE EFLUENTES: METODOLOGIA, SIMULAÇÕES E RESULTADOS .....</b>	<b>132</b>
6.1. USUÁRIOS SUJEITOS À COBRANÇA PELO LANÇAMENTO DE EFLUENTES .....	132

6.2. COBRANÇA PELO LANÇAMENTO DE EFLUENTES.....	134
6.2.1. Cobrança com base em rateio dos investimentos .....	135
6.2.2. Cobrança do custo marginal de melhoria da qualidade ambiental.....	140
6.2.3. Cobrança com base em valor de referência ponderado.....	140
6.3. VALORES A SEREM PAGOS, ARRECADAÇÕES, RATEIO E IMPACTOS.....	144
6.3.1. Valores a serem pagos e respectivas arrecadações.....	144
6.3.2. Rateio em cada setor usuário e análise dos impactos.....	146
6.3.2.1. Usuários domésticos .....	146
6.3.2.2. Demais usuários.....	148
6.4. COBRANÇA COM BASE NA CURVA MARGINAL DE ABATIMENTO DA DBO.....	149
6.4.1. Sistema de Apoio à Decisão para o Controle Integrado da Poluição (SAD-CIP).....	150
6.4.2. O SAD-CIP aplicado à área a montante da barragem Pirapama.....	153
6.4.2.1. Cobrança sem definição prévia de meta qualitativa .....	156
6.4.2.2. Cobrança para alcançar meta qualitativa pré-definida.....	157
6.4.2.3. Alcance da meta com cobrança superior ao custo marginal de abatimento.....	158
6.4.2.4. Alcance da meta pelo menor custo global para a sociedade.....	159
6.4.3. O SAD-CIP aplicado à área a jusante da barragem Pirapama.....	161
6.4.3.1. Alternativa de menor custo global para a sociedade.....	164
<b>7. OUTORGA E COBRANÇA: DISCUSSÃO E APRIMORAMENTO DAS ALTERNATIVAS</b>	
<b>SIMULADAS .....</b>	<b>167</b>
7.1. OUTORGA DOS DIREITOS DE USO DA ÁGUA.....	167
7.1.1. Os critérios para a vazão máxima outorgável .....	167
7.1.2. Outorga em grupo.....	168
7.1.3. Outorga qualitativa.....	169
7.1.4. Enquadramento, licenças e outorgas .....	169
7.2. COBRANÇA PELA RETIRADA DE ÁGUA BRUTA.....	171
7.2.1. Resultados das simulações.....	171
7.2.2. Nível de complexidade das estruturas de cobrança .....	172
7.2.3. Inclusão da estrutura “cobrança pelo direito de usar a água”.....	175
7.3. COBRANÇA PELO LANÇAMENTO DE EFLUENTES.....	176
7.3.1. Resultados das simulações.....	176
7.3.2. Cobrança pelo direito de lançamentos.....	178
7.3.3. Cobrança pelo lançamento de efluentes.....	178
7.3.4. Cobrança mista.....	179
<b>8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>181</b>
8.1. CONCLUSÕES .....	181
8.1.1. Sobre a outorga dos direitos de uso da água.....	181
8.1.2. Sobre a cobrança pelo uso da água.....	182
8.2. RECOMENDAÇÕES .....	184
8.2.1. Para a bacia do rio Pirapama.....	184
8.2.2. Para a regulamentação das políticas de recursos hídricos.....	185
<b>9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>188</b>

## Lista de tabelas

Tabela 2.1. Tipos de instrumentos regulatórios.....	6
Tabela 2.2. Enquadramento dos corpos d'água ( Lei nº 9.433/97).....	10
Tabela 2.3. Classes de uso preponderante das águas doces brasileiras (CONAMA nº 020/86).....	10
Tabela 2.4. Os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/97).....	16
Tabela 2.5. Informações sobre o instrumento de outorga de direitos de uso de recursos hídricos (Lei nº 9.433/97).....	17
Tabela 2.6. A outorga da vazão para diluição de resíduos (Projeto de Lei Federal nº 1616 de 1999).....	18
Tabela 2.7. A cobrança pelo uso da água proposta na Política e Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/97).....	28
Tabela 2.8. As entidades do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e suas relações com o instrumento de cobrança (Lei nº 9.433/97).....	29
Tabela 2.9. Classificação dos métodos de monetarização da natureza.....	33
Tabela 2.10. Valores de Disposição de Pagamento (DDP) em estudos usando o Método de Valoração Contingencial (MVC) nos EUA.....	36
Tabela 2.11. Algumas aplicações do Método de Valoração Contingencial (MVC) no setor de Recursos Hídricos.....	37
Tabela 2.12. Objetivos a serem alcançados com a cobrança pelo uso da água nos países do Projeto Eurowater.....	42
Tabela 2.13. Valores cobrados pela retirada de água bruta em Baden-Wurttemberg – Alemanha.....	43
Tabela 2.14. Valores cobrados pela retirada de água bruta em Artois-Picardie – França.....	44
Tabela 2.15. Valores cobrados pela retirada de água bruta em Seine-Normandie – França.....	44
Tabela 2.16. Parâmetros e respectivos preços unitários em 1992 da Agência Seine-Normandie, França.....	45
Tabela 2.17. Preço unitário de lançamento de efluentes para a bacia do rio dos Sinos-RS.....	54
Tabela 2.18. Preços unitários propostos para a cobrança pelo uso da água no Estado de São Paulo.....	55
Tabela 3.1. Setores usuários da água na bacia do Pirapama para a situação atual.....	67
Tabela 3.2. Cargas potenciais (Kg DBO/dia) por setor usuário na bacia do Pirapama.....	68
Tabela 3.3. Correspondência entre a Portaria GM 13/76 e a Resolução CONAMA nº 020/86.....	69
Tabela 3.4. Enquadramento dos rios da bacia do Pirapama segundo Decreto Estadual nº 11.358/86.....	70
Tabela 3.5 Classificação atual da água do Rio Pirapama.....	71
Tabela 3.6. Dispositivos sobre o Licenciamento Ambiental em Pernambuco (Lei nº 11.516/97).....	73
Tabela 3.7. Informações sobre o instrumento de outorga do direito de uso de recursos hídricos em Pernambuco (Decreto Estadual nº 20.269/97).....	75
Tabela 3.8. Informações sobre a outorga e licenças para as águas subterrâneas em Pernambuco (Decreto Estadual nº 20.423/98).....	78

Tabela 3.9. A cobrança pelo uso da água no Estado de Pernambuco (Decreto Estadual nº 20.269/97).....	80
Tabela 3.10. A cobrança pelo uso da água subterrânea no Estado de Pernambuco (Decreto Estadual nº 20.423/98).....	81
Tabela 4.1. Parâmetros estatísticos para as vazões diárias e mensais ( $m^3/s$ ) na seção Matapagipe no rio Pirapama – PE.....	83
Tabela 4.2. Demandas requeridas pelos usuários da bacia do Pirapama - sem barragem Pirapama .....	85
Tabela 4.3. Vazões $Q_{90}$ anual (para toda a série hidrológica) nas seções de interesse ( $m^3/s$ ).....	88
Tabela 4.4. Vazões $Q_{90}$ mensal (12 meses da série hidrológica) nas seções de interesse ( $m^3/s$ ).....	88
Tabela 4.5. Frequência da falha e percentuais de atendimento das demandas segundo critério 1 de vazão máxima outorgável ( $Q_{90}$ anual).....	90
Tabela 4.6. Frequência da falha e percentuais de atendimento das demandas segundo critério 2 de vazão máxima outorgável ( $Q_{90}$ mensal).....	90
Tabela 4.7. Frequência da falha e percentuais de atendimento das demandas segundo critério 3 de vazão outorgada.....	91
Tabela 4.8. Demandas requeridas pelos usuários da bacia do Pirapama e parte da RMR.....	92
Tabela 4.9. Tipo de vazão, classe do rio e usuário da água em cada ponto de controle simulado na bacia do rio Pirapama.....	97
Tabela 4.10. Valores da vazão de diluição ( $m^3/s$ ) nos pontos característicos da bacia do Pirapama (Cenários 3 e 4).....	97
Tabela 4.11. Percentual de falha no atendimento da vazão de captação e de diluição para o Cenário 3 (sem barragem Pirapama) - critério 2 de vazão máxima outorgável ( $Q_{90}$ mensal).....	99
Tabela 4.12. Percentual de falha no atendimento da vazão de captação e de diluição para o Cenário 4 (com barragem Pirapama) – critério 3 de vazão outorgada (restrição de $0,80 m^3/s$ a montante).....	100
Tabela 4.13. Valores da vazão de diluição ( $m^3/s$ ) nos pontos característicos da bacia do Pirapama adotando-se a estratégia de “etapalização da qualidade” (Cenários 5 e 6).....	102
Tabela 4.14. Percentual de falha no atendimento da vazão de captação e de diluição para o Cenário 5 (sem barragem Pirapama) - Critério 2 de vazão máxima outorgável ( $Q_{90}$ mensal) e “etapalização”.....	102
Tabela 4.15. Percentual de falha no atendimento da vazão de captação e de diluição para o Cenário 6 (com barragem Pirapama) – Critério 3 de vazão outorgada (restrição de $0,80 m^3/s$ a montante) e “etapalização”.....	103
Tabela 5.1. Metodologias para cálculo do valor de referência da cobrança pela retirada de água.....	106
Tabela 5.2. Custo da água vendida em carro-pipa na RMR.....	108
Tabela 5.3. Custo total médio de captação de água de poço em função da profundidade.....	109
Tabela 5.4. Valor a ser arrecadado cobrando-se o custo de oportunidade da água.....	110
Tabela 5.5. Programa de investimentos para a bacia do Pirapama.....	111
Tabela 5.6. Custo anual de operação do órgão gestor na bacia do Pirapama.....	112
Tabela 5.7. Programa de investimentos para a bacia do Pirapama considerados nesta pesquisa.....	115
Tabela 5.8. Custo anual de operação do órgão gestor na bacia do Pirapama e relação com o tipo de cobrança .....	115

Tabela 5.9. Tipo de cobrança que custeará cada programa de investimento.....	116
Tabela 5.10. Custos de investimento, operação e manutenção, custos do órgão gestor e custos totais anuais.....	116
Tabela 5.11. Coeficientes “tipo de usuário” considerados no rateio do investimento.....	117
Tabela 5.12. Valor a ser pago pelos grupos de usuários e respectivas arrecadações na cobrança com base no rateio do investimento.....	117
Tabela 5.13. Valores a serem pagos pelos grupos de usuários e respectivas arrecadações cobrando-se o custo marginal de expansão da oferta e gerenciamento dos recursos hídricos.....	118
Tabela 5.14. Coeficientes de ponderação do valor de referência da cobrança usados nas simulações....	121
Tabela 5.15. Simulações realizadas (cobrança pela retirada de água) e respectivos coeficientes de ponderação do valor de referência considerados.....	122
Tabela 5.16. Valores a serem pagos pelos setores usuários, arrecadação total e respectiva participação dos setores nessa arrecadação (cobrança com base no valor de referência ponderado).....	123
Tabela 5.17. Variação da participação dos diversos setores usuários e das duas estações do ano na arrecadação total (cobrança com base no valor de referência ponderado) .....	124
Tabela 5.18. Informações quanto aos impactos no usuário doméstico da RMR se for aplicada a cobrança do custo marginal e do valor de referência ponderado (cobrança pela retirada de água).....	125
Tabela 5.19. Valores a serem pagos pelos integrantes dos setores industrial, agro-industrial e hidroelettrico considerando o critério de rateio com base no volume retirado.....	127
Tabela 5.20. Custos operacionais por m <sup>3</sup> de água consumida para diversos setores industriais da bacia do rio dos Sinos – RS.....	128
Tabela 5.21. Valor a ser pago pelos grupos de usuários e respectivas arrecadações na cobrança pela retirada de água para diluição (simulação 1: com base no rateio do investimento sem coeficiente de ponderação).....	129
Tabela 5.22. Valor a ser pago pelos grupos de usuários e respectivas arrecadações na cobrança pela retirada de água para diluição (simulação 2: com base no rateio do investimento com coeficiente de ponderação).....	130
Tabela 5.23. Participação dos setores na arrecadação total global e nas parcelas “cobrança retirada” e “cobrança diluição” (com base no rateio do investimento).....	131
Tabela 6.1. Cargas potenciais e lançadas (ton DBO/ano) e respectivos percentuais por setor usuário na bacia do Pirapama.....	132
Tabela 6.2. Definições para carga potencial, lançada e remanescente,.....	132
Tabela 6.3. Cargas potenciais e lançadas (ton DBO/ano) por setor usuário e sub-bacias do Pirapama....	133
Tabela 6.4. Metodologias para cálculo do valor de referência da cobrança pelo lançamento de efluentes.....	135
Tabela 6.5. Definições para a carga medida e desejada.....	136
Tabela 6.6. Padrão de qualidade de água PQA para o parâmetro DBO nos diversos trechos definidos na bacia do Pirapama.....	137
Tabela 6.7. Valores para o coeficiente tipo de usuário.....	138

Tabela 6.8. Valores a pagar e arrecadação por setor usuário e sub-bacia com consideração do coeficiente PQA (simulação A).....	138
Tabela 6.9. Valores a pagar e arrecadação por setor usuário e sub-bacia com consideração dos coeficientes PQA e tipo de usuário U (simulação B).....	139
Tabela 6.10. Valores a pagar e arrecadação por setor usuário e sub-bacia com consideração do coeficiente tipo de usuário U (simulação C).....	139
Tabela 6.11. Arrecadação total por setor usuário (R\$/ano e % do total) nas simulações A, B e C.....	139
Tabela 6.12. Arrecadação por setor usuário se cobrado o custo marginal de R\$ 282,54/ton DBO.....	140
Tabela 6.13. Coeficientes de ponderação do valor de referência para a cobrança.....	142
Tabela 6.14. Simulações realizadas (cobrança pelo lançamento de efluentes) e respectivos coeficientes de ponderação do valor de referência considerados.....	142
Tabela 6.15. Simulações realizadas com base no valor de referência ponderado, percentual da arrecadação por setor usuário e arrecadação total.....	142
Tabela 6.16. Valores a pagar (R\$/ton) por setor usuário para as simulações que não consideram o coeficiente PQA (Grupo I).....	143
Tabela 6.17. Valores a pagar (R\$/ton) por setor usuário para as simulações que consideram o coeficiente PQA (Grupo II).....	143
Tabela 6.18. Setores usuários submetidos a cobrança pelo uso da água nesta pesquisa.....	146
Tabela 6.19. Informações quanto aos impactos no usuário doméstico urbano e rural da bacia se for aplicada a cobrança do custo marginal e do valor de referência ponderado (cobrança pelo lançamento de efluentes).....	147
Tabela 6.20. Resumo de aspectos da cobrança pela retirada, lançamento e integrada.....	148
Tabela 6.21. Valores a serem pagos pelos integrantes dos setores industrial e agroindustrial considerando o critério de rateio com base na carga lançada.....	149
Tabela 6.22. Informações quanto a arrecadação integrada e percentual de participação de cada tipo de cobrança (setor produtivo, simulação do custo marginal).....	149
Tabela 6.23. Algoritmo do SAD-CIP para cálculo do custo marginal de longo prazo.....	152
Tabela 6.24. Resultados do SAD-CIP para grupo de usuários localizado a montante da barragem Pirapama.....	154
Tabela 6.25. Custo marginal de abatimento de DBO no trecho a montante da barragem Pirapama.....	155
Tabela 6.26. Cargas lançadas atualmente, a serem abatidas e que podem ser lançadas após o programa de abatimento para o trecho a montante.....	158
Tabela 6.27. Informações sobre a estratégia de alcance à meta ambiental pelo menor custo global.....	160
Tabela 6.28. Alternativas de valores a serem cobrados e impactos no comportamento do usuário, na arrecadação e pagamento per capita gerado.....	161
Tabela 6.29. Resultados do SAD-CIP para grupo de usuários localizado a jusante da barragem Pirapama.....	162
Tabela 6.30. Custo marginal de abatimento de DBO no trecho a jusante da barragem Pirapama.....	163
Tabela 6.31. Proposta de valores para a cobrança, carga que seria lançada e arrecadação derivada (área a jusante da barragem Pirapama).....	165

Tabela 7.1. Controle das atividades relacionadas a recursos hídricos no Brasil segundo dispositivos da legislação de recursos hídricos e da legislação ambiental.....	170
---	-----

## Lista de figuras

Figura 2.1. Custos marginais privados e sociais.....	8
Figura 2.2. Os quatro usos da água na situação de abastecimento público.....	24
Figura 2.3. Os dois usos da água na situação do usuário privado.....	25
Figura 2.4. Curvas de custos e benefícios totais e marginais.....	31
Figura 2.5. Elasticidade-preço da demanda por água.....	59
Figura 3.1 Bacia Hidrográfica do rio Pirapama – PE: rede hidrográfica e localização da futura barragem Pirapama.....	62
Figura 3.2. Bacia Hidrográfica do rio Pirapama - PE: seções de geração de vazões do estudo do Projeto Pirapama.....	66
Figura 3.3 Bacia Hidrográfica do rio Pirapama - PE: seções de monitoramento da qualidade de água e classificação do rio Pirapama segundo o enquadramento.....	68
Figura 4.1. Bacia Hidrográfica do rio Pirapama – PE com pontos de controle definidos nesta pesquisa.....	85
Figura 4.2. Bacia Hidrográfica do rio Pirapama – PE com esquema dos pontos de controle definidos nesta pesquisa.....	86
Figura 6.1. Custo marginal de abatimento da DBO na área a montante da barragem Pirapama.....	156
Figura 6.2. Custo marginal de abatimento da DBO na área a jusante da barragem Pirapama.....	163

## Lista de siglas

- ACB – Análise Custo Benefício
- ACE – Análise Custo Efetividade
- ACFF - Annual Charge Financial Factor
- AIA – Avaliação dos Impactos Ambientais
- AIC – Average Incremental Cost
- ANA – Agência Nacional de Águas
- CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Ensino Superior
- CEIVAP – Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul
- C&C – Política de “Comando e Controle”
- CIENTEC – Fundação de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul
- CNA – Comissão Nacional da Água (México)
- CNEC – Consórcio Nacional de Engenheiros e Consultores
- COGERH – Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará
- COMPESA – Companhia Pernambucana de Saneamento
- CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
- COPLAE – Comissão de Planejamento dos Sistemas de Águas e Esgotos do Recife
- CPRH – Companhia Pernambucana do Meio Ambiente
- CRH/SP – Conselho de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo
- CSERGE – Centre for Social and Economic Research on the Global Environment (Inglaterra)
- DAC – Disposição em Aceitar
- DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo
- DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio
- DDP – Disposição de Pagamento
- DFID – Department for International Development
- DI – Distrito Industrial
- EA – Environmental Agency (Inglaterra e País de Gales)

FEHIDRO – Fundo Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo

FERH – Fundo Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco

FIAM – Fundação de Desenvolvimento Municipal do Interior de Pernambuco

FIDEM – Fundação de Desenvolvimento da Região Metropolitana do Recife

FIPE – Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas

IPH – Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS

MVC – Método de Valoração Contingencial

NRA - National Rivers Authority (Inglaterra e País de Gales)

OD – Oxigênio Dissolvido

OECD – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômicos

PC – Ponto de controle

PICDT – Programa Institucional de Capacitação de Docentes e Técnicos

PPP – Princípio Poluidor Pagador

RMR – Região Metropolitana do Recife

SAD-CIP – Sistema de Apoio à Decisão para o Controle da Poluição Hídrica

SECTMA – Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente do Estado de Pernambuco

SRH/PE – Secretaria de Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco

SUC – Standard Unit Charge

UFPB – Universidade Federal da Paraíba

UFPE - Universidade Federal de Pernambuco

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

# 1. Introdução

## 1.1. Escassez, degradação e gestão de recursos hídricos

O crescimento populacional e as atividades econômicas, com exceção de algumas das atividades agrícolas, se dão de forma concentrada nas áreas urbanas do Brasil, exigindo infra-estrutura capaz de oferecer os mais diversos serviços requisitados. Sendo bem de consumo final ou intermediário, os recursos hídricos fazem parte dessa infra-estrutura. Infelizmente, muitas vezes, as demandas pela água não são integralmente atendidas e quando o são, implicam em altos custos. Por outro lado, a produção de esgotos sanitários e efluentes industriais, assim como de resíduos sólidos, se dá em uma grandeza tal que não é acompanhada pelos serviços de esgotamento. A situação é mais grave para a população de baixa renda, sempre a última a ser beneficiada pelos programas de saneamento e do setor de recursos hídricos no país. Por que se presencia essa situação de escassez e degradação dos recursos hídricos? As respostas podem ser várias. No que se relaciona aos aspectos quantitativos, por exemplo, a ótica adotada foi sempre a da expansão da oferta. Inexistiu a preocupação com o que acontece na parte final do processo: o gerenciamento da demanda, ou seja, saber como o usuário está tratando a água. No que se refere aos aspectos qualitativos, as dificuldades de monitoramento e fiscalização por parte dos órgãos ambientais comprometeram o aparato legal e institucional proposto no início da década de 80 quando o país aprovou a sua Política Nacional de Meio Ambiente. Permeando estas questões está o modelo de gerenciamento de recursos naturais adotado até então no país: centralizador, paternalista por parte do poder público e sem a participação da sociedade.

A Lei nº 9.433/97, que dispõe sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos, e as respectivas leis estaduais criam a possibilidade de adoção de um novo modelo de gerenciamento de recursos hídricos. A inovação está em se considerar, explicitamente, que a água é recurso escasso e, portanto, com valor econômico e que a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e participativa onde poder público, usuários e comunidades devem discutir e indicar as soluções para os problemas. Entre os

instrumentos de gestão previstos, no novo modelo brasileiro, está a cobrança pelo uso da água.

A cobrança já é adotada em alguns países, sendo objeto de discussão, atualmente, em muitos outros. Ao usuário se impõe um pagamento pelo uso de um recurso que se tornou escasso: a água. Os custos externos que cada usuário impõe à sociedade ao usar esse recurso devem ser, portanto, internalizados e a geração de fundos financeiros, daí derivados, aplicados para a melhoria quali-quantitativa das bacias. Há muitos questionamentos, entretanto, sobre a aplicação da cobrança pelo uso da água no Brasil: porque cobrar, como cobrar, quanto cobrar, quem vai cobrar, de quem cobrar e quais as potenciais conseqüências de se cobrar. No momento em que se escreve esse texto, encontra-se em regulamentação a Lei nº 9.433/97 e algumas das leis estaduais de recursos hídricos, sendo a cobrança um dos aspectos de grande divergência nesse processo. Visando contribuir com essa discussão, a cobrança pelo uso da água é o tema central deste trabalho.

## **1.2. Objetivos**

O objetivo principal da pesquisa é conceber alternativas (denominadas de estruturas ou sistemas) de cobrança e aplicá-las em uma bacia hidrográfica brasileira, analisando os impactos causados e refletindo sobre as possibilidades de aprimoramentos. Essa tarefa é guiada através de uma série de questionamentos, entre os quais: i) quais os métodos disponíveis para avaliar monetariamente o ambiente? ii) é possível usar estes métodos para valorar economicamente a água e a partir daí definir valores para a sua cobrança? iii) como o tema é abordado no exterior e nos estudos brasileiros? iv) que tipos de estruturas de cobrança poderiam ser propostos para a bacia estudada? v) que objetivos espera-se alcançar com a aplicação dessas estruturas? vi) quais os impactos nos setores usuários da bacia? vii) como as estruturas de cobrança poderiam ser aprimoradas?

Considerando que a cobrança é um, entre tantos outros instrumentos de gestão, é objetivo também deste trabalho analisar (para a mesma bacia onde se estuda a cobrança) a atuação de outros instrumentos. Sendo a cobrança um mecanismo do tipo econômico, fez-se a opção pelo estudo de alguns instrumentos do grupo regulatório. Entre esses está a outorga dos direitos de uso da água para a qual são sugeridas e simuladas algumas alternativas. A outorga também está proposta na nova legislação de recursos hídricos do

país sendo que a União e alguns estados já a aplicam. Dois outros mecanismos analisados, já aplicados pelos órgãos ambientais no Brasil, são: o licenciamento ambiental e o enquadramento dos corpos d'água em classes de usos preponderantes. Esse último não é propriamente um instrumento de gestão mas a representação de uma meta qualitativa a ser alcançada nas bacias.

### **1.3. Bacia do rio Pirapama e a Região Metropolitana do Recife**

A Região Metropolitana do Recife (RMR) congrega os problemas dos centros urbanos mencionados anteriormente. O racionamento de água, vivido há alguns anos pela RMR, está agravado em função de uma severa estiagem e do despreparo da Região para enfrentá-lo. Além dos problemas quantitativos, a poluição hídrica tem comprometido a qualidade de água, agravando as condições de saúde pública. Como forma de expandir a oferta de água para a RMR foi identificado o manancial Pirapama na bacia do mesmo nome. Essa bacia, que já apresenta conflitos pelo uso da água, terá a configuração dos usos atuais modificada com a construção da barragem Pirapama, seja no que se refere aos aspectos quantitativos quanto aos qualitativos. Esse é um cenário cada vez mais comum: grandes centros urbanos se utilizam de forma crescente e impactante dos recursos naturais localizados além de seus limites geográficos. A situação alerta para a necessidade de gerenciar esses recursos, entre os quais os hídricos, adotando a premissa de que eles são escassos e que devem ser usados eficientemente. É no contexto da bacia do Pirapama e da RMR que se simula a aplicação do instrumento de outorga e o de cobrança e que se analisa a atuação do licenciamento ambiental assim como do enquadramento dos corpos d'água.

### **1.4. Estrutura do texto**

O texto está estruturado em oito capítulos, incluindo esta Introdução. O Capítulo 2 apresenta a revisão de literatura onde são abordados os instrumentos regulatórios e econômicos de gestão ambiental com ênfase para o setor de recursos hídricos. O caso estudado, incluindo os aspectos legais e institucionais da gestão de recursos hídricos em Pernambuco, é abordado no Capítulo 3. A metodologia, simulações e resultados estão organizados, conjuntamente e por tipo de instrumento de gestão, em três capítulos: o 4, o 5 e o 6. O Capítulo 4 é dedicado ao estudo da outorga dos direitos de uso da água; o

5, à cobrança pela retirada de água e o Capítulo 6, à cobrança pelo lançamento de efluentes. Propostas para o aprimoramento dos sistemas de outorga e de cobrança simulados nos capítulos 4, 5 e 6 são discutidos no Capítulo 7. No Capítulo 8 estão as conclusões e as recomendações.

## **2. Revisão de literatura**

A política ambiental de um país, incluindo a sua política de recursos hídricos, pode estar alicerçada em diversos tipos de instrumentos que são concebidos para induzir o alcance de certas metas. Dois grandes grupos de instrumentos podem ser identificados: os de regulação (direta ou indireta) e os econômicos (também chamados de mecanismos de mercado). Este Capítulo é dedicado à discussão de ambos os grupos de instrumentos. No caso dos instrumentos regulatórios estudam-se o licenciamento ambiental (onde são definidas as condições, incluindo-se os padrões de lançamento de efluentes, para a implantação e funcionamento de empreendimento ou atividade potencialmente poluidora ou degradadora do meio ambiente) e a outorga dos direitos de uso da água (entendida como um direito pelo uso de uma “cota” de água). Discute-se, também, o enquadramento dos corpos d’água em classes de uso, o qual não é propriamente um instrumento mas a representação de uma meta de qualidade a ser alcançada pela definição dos padrões de qualidade para o meio receptor. No grupo dos instrumentos econômicos, ênfase é dada à cobrança pelo uso da água. Métodos para monetarizar o ambiente são apresentados e a cobrança pelo uso da água é discutida segundo duas grandes óticas: a econômica e a financeira. Para o caso do enquadramento, licenciamento ambiental e outorga dos direitos de uso da água é enfocada a situação brasileira. Na discussão sobre monetarização ambiental e cobrança pelo uso da água é apresentada a experiência internacional e a situação no Brasil.

### **2.1. Instrumentos regulatórios e econômicos nas políticas ambientais**

Os instrumentos de regulação (também chamados de regulatórios, normativos, de regulamentação, de políticas de “comando e controle” – C&C) são baseados na imposição, por parte da autoridade ambiental, de normas de utilização dos recursos naturais definidas na legislação específica. Nessa política, ao poluidor não se oferece escolha: ou ele obedece a regra imposta ou é penalizado em processos judiciais ou administrativos. É comum, por exemplo, a aplicação de multas em caso de não cumprimento da regra. Esses mecanismos dominaram a cena da política ambiental internacional (sobretudo nos países industrializados) na década de 70 e ainda continuam

sendo a base da grande maioria dos sistemas de gestão do meio ambiente (Barde, 1997). Entre as vantagens na adoção da política de regulamentação está a familiaridade das autoridades ambientais para com ela e a sua maior aceitabilidade, em relação à abordagem econômica, por parte dos usuários.

Padrões (ou normas), cotas (ou permissões), zoneamentos ambientais, estudos de impacto ambiental são exemplos de instrumentos regulatórios (Tabela 2.1).

Tabela 2.1. Tipos de instrumentos regulatórios (adaptado de Almeida, 1998)

Tipo de instrumento	Descrição
Cotas	Cotas (não-comercializáveis) de uso de recursos naturais (exemplos: de madeira, para a pesca, de uso da água).
Padrões	Padrões de emissão de poluentes, padrões de qualidade ambiental, padrões tecnológicos, especificações de processos e produtos.
Zoneamento e licenças	Zoneamento de áreas nas quais não são permitidas certas atividades; licenciamento (não comercializável) para instalação e operação (visa restringir as atividades a determinadas áreas e/ou a certos períodos do dia).

Há uma grande discussão comparativa entre os instrumentos regulatórios e os econômicos (Baumol e Oates, 1971; Tietenberg, 1973). Apesar da abordagem “comando e controle” ser a mais usada mundialmente, várias desvantagens têm sido apontadas para esse tipo de política, entre estas estão (OECD, 1989):

- i) ineficiência econômica por desconsiderar as diferentes estruturas de custo dos agentes privados na redução da poluição (ou na redução de consumo de água através, por exemplo, de tecnologias poupadoras);
- ii) os custos administrativos são elevados por exigir a definição de normas e especificações tecnológicas por agências oficiais;
- iii) imposição de barreiras à entrada de novas empresas (a concessão de licenças não comercializáveis perpetua a estrutura de mercado em vigor);
- iv) quando o usuário atinge o padrão estipulado, ele não é motivado a buscar por novos aprimoramentos tecnológicos.

Os limitados resultados no controle ambiental através da abordagem normativa reforçaram os argumentos em favor do uso dos instrumentos econômicos nas políticas ambientais, apesar das dificuldades existentes no âmbito técnico e político para a sua adoção. No pensamento econômico neoclássico, tais instrumentos são capazes de

promover a eficiência econômica internalizando os custos externos, ou seja, os efeitos colaterais deletérios derivados da produção ou uso de bens e serviços que atingem a terceiros e não aos agentes envolvidos. Mais recentemente (1992), na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, enfatizou-se que o uso dos instrumentos econômicos é condição importante para o desenvolvimento sustentável (Barde, 1997).

A discussão sobre o uso de instrumentos econômicos nas políticas ambientais, nos quais se inclui a cobrança pelo uso da água, está fundamentada no conceito de “externalidade” (Baumol e Oates, 1988). “Uma externalidade é um fenômeno externo ao mercado que não afeta o seu funcionamento mas que, na realidade, deveria afetá-lo” comentaram, recentemente, Costanza et al. (1997). A externalidade está associada, portanto, a uma falha no mecanismo de mercado. Ou seja, o mercado privado não é capaz de fazer a alocação eficiente dos recursos, uma vez que os *custos marginais privados* são diferentes dos *custos marginais sociais* e a economia se afasta do “Ótimo de Pareto”. Isso acontece porque, para alguns insumos de produção inexistem um mercado que aproprie o seu custo. É o caso, por exemplo, de uma indústria que retira água de um rio (ou lança seus efluentes) sem nada pagar por ela. Essa atitude impõe *custos (deseconomias externas)* a terceiros, os quais não são compensados pela respectiva perda. Da mesma forma, um agente econômico poderia provocar *benefícios (economias externas)* sem ser remunerado por isto.

A Figura 2.1 mostra a representação das curvas de custos marginais privados e sociais. Nela observa-se que se o agente considera apenas os seus custos marginais privados ( $C_{mgP}$ ) e supondo que haja maximização dos benefícios privados no nível de quantidade produzida com preço igual ao custo marginal privado ( $P_p = C_{mgP}$ , ponto *A* da Figura 2.1), a respectiva quantidade demandada é  $Q_p$ . No entanto, os custos marginais sociais ( $C_{mgS}$ ) diferem dos custos marginais privados ( $C_{mgP}$ ) por uma quantidade igual aos custos marginais externos ( $C_{mgE}$ ). O preço eficiente socialmente ocorre no ponto *C* da Figura 2.1 onde  $P_s = C_{mgS}$  e o ótimo social se encontra em  $Q_s$ . A consideração do efeito externo causa o aumento do preço de  $P_p$  para  $P_s$  e a diminuição da quantidade consumida de  $Q_p$  para  $Q_s$ . A questão que se apresenta é: que mecanismos devem ser aplicados para internalizar estes custos externos, fazendo com que os agentes passem do nível de produção  $Q_p$  para o nível  $Q_s$ ?

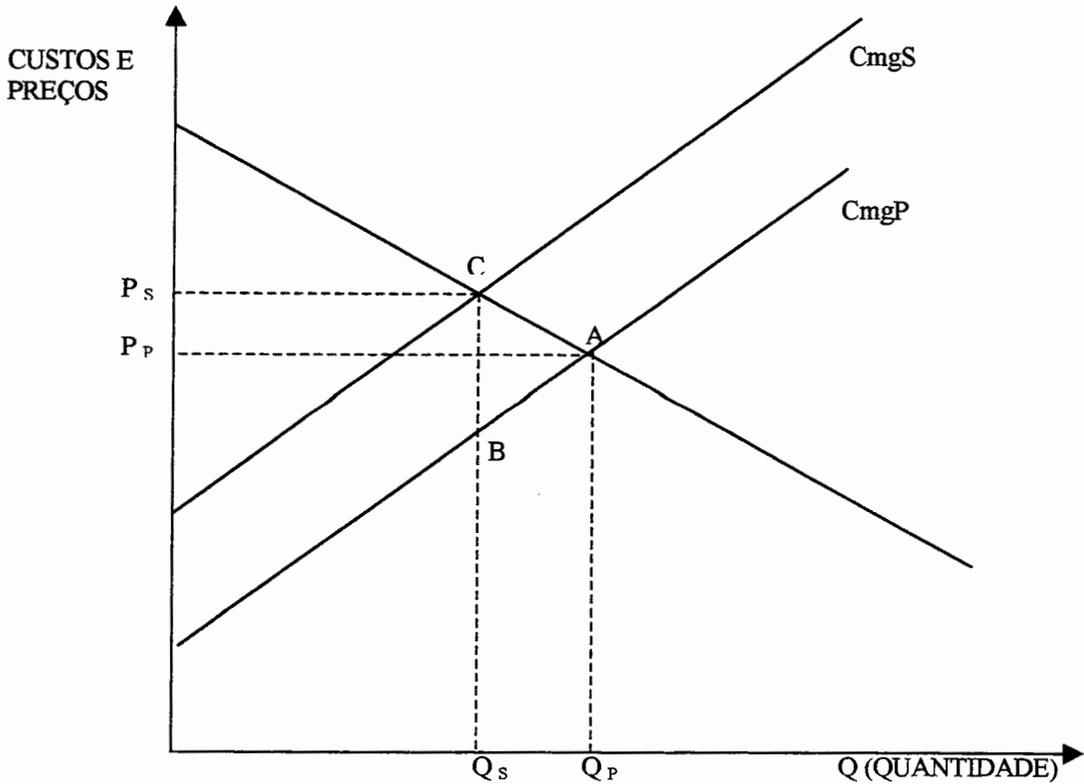


Figura 2.1. Custos marginais privados e sociais (adaptado de Perman et al., 1996)

Uma das propostas para a internalização dos custos externos surgiu no clássico artigo de Ronald Coase “The problem of social cost” (Coase, 1960). O autor propunha resolver a questão através da livre negociação entre as partes (poluidor e vítima). Esta negociação poderia levar a soluções eficientes nos problemas de externalidades, dispensando a participação governamental, se os direitos de propriedade estivessem bem estabelecidos e fossem livremente negociados a custos de transação negligenciáveis. Essas idéias ficaram conhecidas como o “Teorema de Coase”. Como para uma imensa categoria de efeitos externos inexitem as condições para que a negociação se concretize de forma socialmente eficiente, a idéia subjacente ao Teorema de Coase não tem valor prático.

Existem discordâncias quanto a considerar um instrumento como econômico ou não. Uma classificação mais rígida admitiria um instrumento como econômico apenas se ele fosse capaz de influir nos cálculos dos custos e benefícios do agente, alterando o seu comportamento. A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômicos (OCDE), com base em seus estudos anteriores, classifica os instrumentos econômicos em quatro categorias (OECD, 1997): i) cobrança (por emissões, pela utilização do

recursos, pela produção), ii) subsídios, iii) mercados de direitos de uso do recurso e iv) sistemas de devolução de depósitos.

Um dos tipos de cobrança, as taxas, passaram a ser conhecidas como “taxas pigouvianas” por estarem fundamentadas nos conceitos da economia do bem-estar desenvolvidos por Pigou (1948). Na década de 20, esse autor já havia proposto taxar os poluidores em um valor igual ao custo social externo. A concepção da cobrança (e dos demais instrumentos econômicos) está ligada ao *Princípio Poluidor-Pagador (PPP)* que foi definido e adotado em 1972 pela OCDE. Mais recentemente (1987), a Organização ampliou o PPP definindo o *Princípio Usuário-Pagador*: o usuário é compelido a internalizar os custos que impõe a terceiros ao usar o recurso natural. Na Figura 2.1, essa internalização acontece quando se impõe ao agente a cobrança de uma taxa de forma que a quantidade consumida seja  $Q_s$  ao preço  $P_s$ . Essa cobrança, portanto, seria igual ao custo externo (representado pela distância  $BC$  na Figura 2.1).

A cobrança por bens e serviços ambientais é tema bastante discutido na literatura sendo uma amostra disto os trabalhos de Kneese e Maler, 1973; OECD, 1989; Baumol, 1991; Smith, 1992; Eskeland e Jimenez, 1992; Turner, 1992; OECD, 1993; Sterner, 1994; Hartje, 1995; Warford, 1995; European Environment Agency, 1996; Andersen, 1994; O’Riordan, 1997; OECD, 1997. As seções 2.5, 2.6, 2.7 e 2.8 deste Capítulo discutem, especificamente, a cobrança pelo uso da água.

## 2.2. Enquadramento dos corpos d’água no Brasil

Os padrões de lançamento de efluentes, assim como os padrões de qualidade de água dos corpos hídricos, são estabelecidos no Brasil, pela Resolução nº 020/86 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Os dois padrões estão interrelacionados já que o objetivo é que um efluente, além de proporcionar o atendimento aos padrões de lançamento, proporcione que os padrões de qualidade do corpo receptor sejam atendidos. O termo “enquadramento” é definido pela Resolução (art. 2, b) como o “estabelecimento do nível de qualidade (classe) a ser alcançado e/ou mantido em um segmento de corpo de água ao longo do tempo”.

A Lei nº 9.433/97 de 08.01.1997 dispõe sobre a Política e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e está discutida no item 2.4.2.1 deste Capítulo. Esta Lei reforça a importância do enquadramento na gestão dos recursos hídricos brasileiros quando o assume como um dos instrumentos da Política Nacional de

Recursos Hídricos (art. 5, II). Entretanto, há uma certa polêmica em se considerar o enquadramento como um instrumento de gestão já que ele representa uma meta ambiental a ser alcançada. Considerando que ele dispõe sobre os padrões de qualidade de água do meio receptor, ele pode ser admitido como um instrumento (Tabela 2.1). Como uma meta ambiental está representada, muitas vezes, em termos dos padrões de qualidade que se deseja alcançar, o enquadramento pode ser interpretado não como um instrumento mas como a representação da própria meta. A Tabela 2.2 apresenta os dispositivos da Lei nº 9.433/97 relacionados ao enquadramento.

Tabela 2.2. Enquadramento dos corpos de água (Lei nº 9.433/97).

Quais os objetivos do enquadramento? (art. 9)
I - assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas;
II – diminuir os custos de combate à poluição, mediante ações preventivas permanentes.
Onde serão estabelecidas as classes de corpos de água? (art. 10)
na legislação ambiental.

A Resolução CONAMA nº 020/86 estabeleceu nove classes de uso preponderante para as águas: doces (5 classes: Especial, 1 a 4 – Tabela 2.3), salobras (2 classes: 5 e 6) e salinas (2 classes: 7 e 8).

Tabela 2.3. Classes de uso preponderante das águas doces brasileiras (Resolução CONAMA nº 020/86 - com base no artigo 1, incisos I à V).

Usos preponderantes		classes de águas doces				
		E	1	2	3	4
abastecimento doméstico	sem prévia ou com simples desinfecção	X				
	após tratamento simplificado		X			
	após tratamento convencional			X	X	
Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas		X				
Proteção às comunidades aquáticas			X	X		
Harmonia paisagística						X
Recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho)			X	X		
Irrigação	hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película		X			
	de hortaliças e plantas frutíferas			X		
	de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras				X	
Criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana			X	X		
Navegação						X
Usos menos exigentes						X

Para cada uma das classes são estabelecidos limites e/ou condições específicas de padrões de qualidade. Esses padrões são utilizados, sobretudo, para a proteção da qualidade de água a fim de garantir os usos previstos. Os limites dos padrões são absolutos para o caso da Classe Especial (E), em que não são tolerados quaisquer lançamentos mesmo tratados (art. 18 da Resolução). Para as outras classes são tolerados lançamentos desde que, além de atenderem uma série de restrições no que tange à qualidade do efluente, não venham a fazer com que os limites estabelecidos para as respectivas classes sejam ultrapassados (art. 19). O artigo 21 dessa Resolução dispõe sobre as condições exigidas para os lançamentos, diretos ou indiretos, nos corpos de água. Quanto as legislações ambientais dos estados brasileiros, identifica-se que a maioria delas adota uma classificação de águas igual a classificação da Resolução CONAMA n° 020/86 (Nascimento, 1998).

A Resolução CONAMA n° 020 data de 18.06.1986 e, portanto, tem treze anos. Apesar de ser considerada como um importante instrumento para o controle da poluição e ter contribuído, em certo grau, no alcance desse objetivo, alguns dos seus aspectos necessitam de revisão. A Resolução, por exemplo, está toda baseada em limites de concentração (seja para o padrão de qualidade do meio hídrico quanto para o de lançamento do efluente). Para o caso do padrão de lançamento, a Resolução trata da mesma forma o usuário que lança uma grande vazão ou aquele que lança uma pequena vazão. A ausência de um condição de vazão hidrológica não orienta o cálculo da carga poluidora permitida no meio receptor. Nesse sentido, uma única menção é feita para o parâmetro Demanda Bioquímica de Oxigênio DBO (art. 13). Esse artigo dispõe que os limites de concentração desse parâmetro para as Classes 2 ou 3 poderão ser aumentados caso seja verificado, em um estudo de autodepuração do corpo receptor, que os teores mínimos de Oxigênio Dissolvido (OD) não serão ultrapassados caso ocorra a vazão  $Q_{7,10}$ .

Em estudo recente, Von Sperling (1998) investigou os processos de tratamento de esgotos domésticos necessários para se obter o atendimento aos padrões da Resolução. O autor identificou que uma ampla gama de tecnologias de tratamento não seria capaz de garantir o atendimento aos padrões do corpo d'água estabelecidos pela Resolução e propôs uma revisão desses padrões.

## 2.3. Licenciamento Ambiental no Brasil

O licenciamento ambiental é um dos instrumentos de gestão da Política Nacional do Meio Ambiente conforme artigo 9, inciso IV da Lei nº 6.938/81 de 31.08.81 que dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Essa Lei foi regulamentada pelo Decreto nº 99.274 de 06.06.90 o qual dispõe no seu artigo 19 que o poder público expedirá as seguintes licenças: (I) Licença Prévia; (II) Licença de Instalação e (III) Licença de Operação.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), recentemente, considerando, entre outros aspectos, a necessidade de revisão no sistema de licenciamento ambiental e a necessidade de regulamentação de aspectos do licenciamento estabelecidos na Política Nacional de Meio Ambiente que ainda não foram definidos, aprovou a Resolução CONAMA nº 237 de 19.12.97. No artigo 1 da Resolução conceitua-se Licenciamento Ambiental como o “procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso”. O artigo 8 da Resolução dispõe sobre as licenças a serem expedidas pelo poder público:

I) Licença Prévia (LP): concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação;

II) Licença de Instalação (LI): autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante;

III) Licença de Operação (LO): autoriza a operação da atividade ou empreendimentos, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação.

Os prazos de validade dessas licenças são (artigo 18 da Resolução): (I) Licença Prévia – no máximo, cinco anos; (II) Licença de Instalação – no máximo, seis anos; (III) Licença de Operação – mínimo de quatro e máximo de dez anos.

Na licença de instalação e operação de uma indústria, por exemplo, determinam-se as características a serem atendidas pelos efluentes a serem lançados. Sendo assim, trata-se de um mecanismo puramente normativo no qual os padrões de emissões de poluentes devem ser obedecidos. A definição desses padrões é realizada com base na Resolução CONAMA nº 020 de 18.06.86 (discutida no item 2.2) e respectiva legislação estadual.

As obras hidráulicas estão entre os empreendimentos que podem impactar o meio-ambiente e, portanto, necessitam de licenciamento ambiental. Já é prática no país a exigência da Avaliação dos Impactos Ambientais (AIA) de obras como barragens. A AIA é, também, um instrumento da Política Nacional de Meio Ambiente (Lei nº 6.938/81, art. 9, III). Ela está vinculada aos sistemas de licenciamento ambiental tendo as suas atribuições definidas na Resolução CONAMA nº 01/86. Essa Resolução considera a possibilidade de convocação de audiências públicas para debater sobre os projetos a serem implantados representando um marco no processo de tomada de decisões no país, uma vez que admite a negociação social nesse processo.

A Resolução CONAMA nº 237/97 introduziu algumas modificações no processo do licenciamento ambiental. O Estudo de Impacto Ambiental torna-se responsabilidade do empreendedor que pode participar das definições das exigências do licenciamento. Os órgãos ambientais estaduais passam a ter responsabilidade licenciatória apenas no caso de empreendimentos pertencentes a mais de um Município ou quando os impactos ambientais ultrapassem os limites de um ou mais Municípios. Nos demais casos, será o Município o responsável pela emissão das licenças ambientais.

## **2.4. Outorga dos Direitos de Uso da Água**

### **2.4.1. Tipos de outorga**

Várias são as formas de alocação dos direitos de uso da água que podem ser identificadas nas diversas sociedades (Goldfarb, 1988; Bird, 1991; Adeloje e Low, 1996; Koch, 1996). Três formas (ou tipos) de outorga mais comuns são: a outorga ripária, a outorga comercializável e a outorga controlada.

A doutrina ripária é conhecida como outorga vinculada à terra tendo a água características de bem privado. Nela está definido que o direito sobre a água pertence ao proprietário do terreno adjacente ao curso d'água (Wurbs e Walls, 1989). Trata-se mais de um mecanismo tradicional de alocação de água do que do entendimento que se tem hoje por outorga. As disputas são resolvidas por vias jurídicas morosas que, na maioria das vezes, protegem os grandes proprietários (havendo concentração de terra, haverá concentração de água). Dessa maneira, não existe uma entidade superior (por exemplo, o poder público) que proporcione a gestão integrada da água na bacia hidrográfica; o controle da água se for feito, o será de forma isolada por cada proprietário. Não há definição sobre usos prioritários e sobre as vazões máximas possíveis de derivação, o que proporciona desperdício de água. É um sistema, hoje, considerado arcaico (apesar de, ainda, praticado por alguns países) e que só não causa maiores conflitos em regiões com abundância hídrica. A tendência é de substituição de tal forma de outorga por outros sistemas tidos como mais eficientes. Esse tipo de outorga foi desenvolvido na Idade Média na Inglaterra e é utilizado ainda hoje na parte leste dos Estados Unidos (Lesser et al., 1997).

Na outorga comercializável (mercantilizada ou transferível), a água é tratada como um bem econômico livremente comercializado. O mercado de água é regido pela lei da procura e oferta. Tradicionalmente, a outorga inicial é estabelecida com base no uso histórico ou por meio de leilões. No caso de um mercado em concorrência perfeita, esse tipo de outorga apresenta-se como o mais eficiente. No entanto, várias são as imperfeições quando o bem a ser tratado é a água: variabilidade temporal e espacial, características de monopólio natural, caráter social da mesma. A alocação da água via esse mecanismo, portanto, tem recebido várias críticas. Chile (Hearne e Easter, 1995; Ríos e Quiroz, 1995; Rosegrant e Gazmuri, 1995; Schleyer e Rosegrant, 1996; Bauer, 1997), Austrália (Simon e Anderson, 1991; Bjornlund e McKay, 1995) e parte dos EUA (Zilberman et al., 1994; Grigg, 1996; Lesser et al., 1997) são exemplos da prática desse tipo de outorga.

Na outorga controlada (ou administrativa), o poder público é o responsável pela emissão e controle das outorgas. Ele concede ao usuário o direito de uso da água, mas não o direito de ser proprietário da mesma. O sistema de outorga estabelece os usos prioritários, as vazões máximas outorgáveis, a vigência da outorga. Qualquer alteração em uma outorga já concedida deve ser submetida ao poder outorgante. O mecanismo tende a contribuir para a eficiência global do uso da água já que a análise é feita

segundo a ótica do planejamento integrado da bacia. A outorga administrativa, opção escolhida pelo modelo brasileiro de gestão de recursos hídricos, é detalhada nas seções seguintes.

## **2.4.2. O Direito de Uso da Água no Brasil**

### **2.4.2.1. A outorga na Lei nº 9.433/97**

A outorga é um instrumento jurídico pelo qual o poder público, entendido como o órgão que possui a devida competência legal, confere ao administrado a possibilidade de usar privativamente um recurso que é público (Granziera, 1993). O artigo 43 do Código de Águas define serem passíveis de outorga as águas públicas. Sendo as águas no Brasil bens públicos sob o domínio da União ou dos Estados/Distrito Federal (Constituição Federal, arts. 20 e 26), os seus usos devem ser outorgados. A Administração Pública deve, então, controlar o uso das águas em benefício do interesse público. Ela pode, inclusive, se utilizar do poder de polícia para restringir ou controlar as atividades particulares. No que tange ao meio ambiente e aos recursos hídricos, o poder de polícia refere-se à regulamentação, à emissão das outorgas, à fiscalização e à imposição de penalidades para os infratores.

A outorga é um dos instrumentos de gestão previstos na Lei nº 9.433/97 (art. 5, III). Os demais instrumentos estão mostrados na Tabela 2.4.

A Lei representa a possibilidade de adoção do que é chamado por Lanna (1993) de “modelo de gerenciamento sistêmico de integração participativa”, uma vez que propõe uma estrutura de gestão diferente da praticada até então, adotando uma visão sistêmica dos usos de água e prevendo a participação da sociedade nos processos decisórios. A Lei dispõe que (art. 1): a água é bem de domínio público (inciso I); é recurso natural limitado, dotado de valor econômico (II); o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais (III); a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do respectivo Sistema de Gerenciamento (V) e a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do poder público, dos usuários e das comunidades (VI). Essa gestão deve estar integrada (art. 3) com a gestão ambiental e o planejamento deve estar articulado com os planejamentos dos usuários, regional, estadual e nacional.

Tabela 2.4. Os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/97, artigo 5).

São instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos: (art. 5)	
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

A Lei criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos que é integrado pelas seguintes entidades (art. 32): Conselho Nacional de Recursos Hídricos; Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal; Comitês de Bacias Hidrográficas; órgãos dos poderes públicos federal, estaduais e municipais cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos; Agências de Água. Esse Sistema tem, entre seus objetivos (art. 32): coordenar a gestão integrada das águas (I); arbitrar administrativamente os conflitos relacionados com os recursos hídricos (II); implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos (III); planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos (IV); promover a cobrança pelo uso de recursos hídricos (V). No momento em que se redige este texto encontra-se em tramitação no Congresso Nacional, o Projeto de Lei nº 1617 de 1999 que dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas (ANA), entidade federal de coordenação e apoio do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Oito artigos da Lei nº 9.433/97 dispõem sobre o instrumento de outorga (do artigo 11 ao artigo 18) transparecendo a grande importância que deve ter o instrumento no processo de modernização do setor de recursos hídricos no Brasil. A Tabela 2.5 apresenta alguns dispositivos sobre a outorga constantes na referida Lei.

Pelo artigo 12 da Lei nº 9.433, praticamente todos os usos de recursos hídricos (excetuando aqueles dispostos no parágrafo 1 deste artigo) estão sujeitos à outorga. O inciso III do artigo 12 prevê a outorga pelo lançamento de efluentes, tratados ou não, enquanto o inciso V amplia a exigência da outorga para “outros usos”. O artigo 13 submete a outorga ao estabelecido pelo enquadramento dos corpos d’água. Esses artigos e o disposto no artigo 11 indicam que o instrumento de outorga deve considerar os aspectos de qualidade (do lançamento e do corpo receptor) e quantidade de água e, não apenas desse último. O artigo 18 explicita que a outorga não transfere o direito de

propriedade da água da União/Estado para o interessado, mas apenas o direito de seu uso (pois as águas são inalienáveis no Brasil). Como a União e os Estados detêm o domínio da água, o artigo 14 dispõe sobre a competência dos mesmos para efetivar a outorga.

Tabela 2.5. Informações sobre o instrumento de outorga de direitos de uso de recursos hídricos (Lei nº 9.433/97).

<p>Qual o objetivo do regime de outorga de direitos de uso de recursos hídricos? (art. 11)</p> <p>Assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água.</p>
<p>Quais os direitos de uso de recursos hídricos sujeitos à outorga pelo Poder Público? (art. 12)</p> <p>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.</p>
<p>Que usos independem de outorga pelo Poder Público? (art.12, parágrafo 1)</p> <p>I – o uso de recursos hídricos para a satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais, distribuídos no meio rural;  II – as derivações, captações e lançamentos considerados insignificantes;  III – as acumulações de volumes de água consideradas insignificantes.</p>
<p>À que estará condicionada a outorga? (art. 13)</p> <p>Às prioridades de uso estabelecidas nos Planos de Recursos Hídricos e deverá respeitar a classe em que o corpo de água estiver enquadrado e a manutenção de condições adequadas ao transporte aquaviário, se for o caso.</p>
<p>Como será efetivada a outorga? (art. 14)</p> <p>A outorga efetivar-se-á por ato da autoridade competente do Poder Executivo, dos Estados ou do Distrito Federal.</p>
<p>Sobre a alienação das águas: (art. 18)</p> <p>A outorga não implica a alienação parcial das águas, que são inalienáveis, mas o simples direito de seu uso.</p>

### 2.4.2.2. A outorga no Projeto de Lei nº 1616 de 1999

O Projeto de Lei nº 1616 de 1999, complementar à Lei nº 9.433/97, encontra-se em tramitação no Congresso Nacional. Ele dispõe sobre a gestão administrativa e a organização institucional do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e possui um capítulo (o de número II) que trata “da sistemática de outorga do direito de uso de recursos hídricos”. Uma das inovações do PL é ter especificado a outorga para diluição de resíduos em corpos hídricos. A outorga do lançamento dos resíduos (disposta no artigo 12, inciso III da 9.433/97) é entendida como uma outorga da vazão necessária para diluir o respectivo lançamento chamada então de “vazão de diluição”. Os artigos do PL nº 1616 que dispõem sobre a outorga desta vazão estão apresentados na Tabela 2.6.

Tabela 2.6. A outorga da vazão para diluição de resíduos (Projeto de Lei Federal nº 1616 de 1999).

<p>Como será formalizada a outorga do direito de uso de recursos hídricos? (art. 7)</p> <p>Mediante ato administrativo de autorização, que poderá estabelecer, para cada mês do ano, as vazões de captação, de consumo e de diluição, que serão atribuídas ao outorgado nos termos e nas condições expressas no respectivo documento.</p>
<p>Sobre os usuários de recursos hídricos para lançamento de efluentes diluíveis: (art. 13)</p> <p>Aos usuários de recursos hídricos para lançamento de efluentes diluíveis, a outorga para derivação ou captação de água ficará condicionada à existência ou à concomitante outorga para lançamento de esgotos e demais resíduos líquidos, conforme dispõem, respectivamente, os incisos I e III do art. 12 da Lei nº 9.433, de 1997.</p> <p>Para fins de lançamento de efluentes, a vazão de diluição será fixada de forma compatível com a carga poluente, podendo variar ao longo do prazo de duração da outorga, em função da concentração máxima de cada indicador de poluição estabelecida pelo Comitê de Bacia Hidrográfica ou, na falta deste, pelo poder outorgante (parágrafo 1).</p> <p>As vazões de diluição serão calculadas separadamente, em função da natureza do poluente (parágrafo 2).</p>
<p>Sobre a indisponibilização da vazão de consumo e de diluição: (art. 15)</p> <p>A vazão de consumo e a de diluição ficam indisponíveis para outros usos no corpo hídrico em que é feita a captação ou a diluição e nos corpos hídricos situados a jusante, considerada, no caso da diluição, a capacidade de auto-depuração dos respectivos corpos hídricos, para cada tipo de poluente.</p>

A outorga de diluição, conforme disposta no PL nº 1616, representa mais um procedimento visando o alcance de metas qualitativas na bacia hidrográfica. O usuário

de recursos hídricos passa a estar sujeito à três tipos de licenças: a licença ambiental (conforme discutido no item 2.3 deste Capítulo) e as outorgas das vazões de captação e de diluição.

O controle da degradação ambiental no Brasil (incluindo a degradação hídrica) é incumbência do órgão ambiental (através, por exemplo, da exigência de estudos de impacto ambiental, estabelecimento do enquadramento dos corpos d'água e da emissão do licenciamento ambiental). Como o novo modelo de gestão de recursos hídricos propõe instrumentos para disciplinar tanto os aspectos quantitativos quanto os qualitativos, será preciso definir as parcerias necessárias entre o órgão ambiental e o órgão gestor de recursos hídricos – o que pode incluir uma apropriação, por parte do órgão gestor de recursos hídricos, de atribuições do órgão ambiental. Esta apropriação, inclusive, já está sendo prevista pelo PL nº 1616 de 1999. No artigo 13, parágrafo 1 do PL (Tabela 2.6) dispõe-se que a concentração máxima de cada indicador de poluição será “estabelecida pelo Comitê de Bacia Hidrográfica ou, na falta deste, pelo poder outorgante”.

### **2.4.3. Critérios para definição da vazão outorgável**

#### **2.4.3.1. Critério da vazão referencial**

Uma questão central na formulação de um sistema de outorga se refere a definição da vazão outorgável. Uma prática comum é estabelecer um valor de vazão em cada estação do ano que passa a representar o limite superior de utilização do curso d'água. Essa vazão de referência é, então, aceita como a vazão máxima outorgável sazonalmente. Um exemplo de vazão de referência é a média das vazões de 7 dias consecutivos da estiagem com tempo de retorno de 10 anos ( $Q_{7,10}$ ). Outras vazões de referência podem ser definidas pela estimativa da curva de permanência das vazões naturais; curva que relaciona cada vazão à frequência com que foi igualada ou ultrapassada no período de tempo de observações. Um exemplo é a  $Q_{90}$ , vazão cuja probabilidade de superação é de 90%. Definida a vazão de referência, uma parte dela é outorgada e a outra parte é destinada à manutenção dos processos ecológicos ou ao atendimento de demandas já outorgadas a jusante.

A vantagem de se usar vazões de estiagem é que se obtém maiores garantias de que não ocorrerão falhas. No entanto, limita-se bastante a expansão dos sistemas de uso

da água pois na maior parte do tempo as vazões ocorridas são superiores à vazão de referência. Essa situação faz o usuário ter a impressão de que substancial volume de água está sendo desperdiçado, ao invés de lhe ser alocado. Lanna (1999) chama a atenção para o problema lembrando que no caso da  $Q_{7,10}$  considera-se uma vazão que ocorrerá apenas nos 7 dias mais críticos do ano cuja estiagem ocorre com tempo de retorno de 10 anos, isto é, em média, uma vez a cada 10 anos. Sendo assim, de forma geral e falando-se grosseiramente, nos outros 9 anos, e nos 358 dias restantes desse ano crítico, o suprimento poderia ser aumentado. A  $Q_{90}$  ou outras como a  $Q_{85}$  ou a  $Q_{95}$  representam valores menos restritivos que a  $Q_{7,10}$  mas ainda apresentam as mesmas desvantagens pois não permitem que excessos hídricos sobre a vazão de referência sejam utilizados. Isto tem resultado em críticas ao critério da vazão referencial e provocado descontentamentos por parte de usuários em alguns estados brasileiros. No oeste da Bahia, por exemplo, diversas solicitações de aumento dos valores outorgáveis vêm sendo requeridos (Silva e Lanna, 1996) já que os usuários percebem que a vazão do rio é muito superior, na maior parte do ano, ao valor de referência adotado.

#### **2.4.3.2. Critério da quantidade de falhas pré-determinadas**

Uma alternativa ao critério usual da vazão de referência é o critério da quantidade de falhas pré-determinadas (ou da vazão excedente) onde o conceito de outorga é menos linear que o anterior. Nesse critério, os usos de água são classificados através de uma ordem de prioridades. Dois tipos de demanda podem ser considerados prioritários: o abastecimento público e a vazão ecológica. Para as demais demandas poderia ser estabelecida uma ordem de prioridade de tal forma que qualquer uma com prioridade menor pudesse ser suprida apenas quando, em qualquer seção fluvial, as demandas de prioridade imediatamente superior fossem integralmente supridas. Isto não ocorrendo, o suprimento à demanda de prioridade inferior naquela seção fluvial e nas seções de montante seria reduzido a fim de liberar água para atendimento às maiores prioridades. Assim sendo, fixa-se a quantidade de falhas destinadas para cada categoria de uso da água e não uma vazão de referência. Esse critério foi concebido e testado por Pereira e Lanna (1996) à bacia do rio dos Sinos no Rio Grande do Sul e comparado com o critério da vazão fixa em  $Q_{7,10}$ . O critério da vazão excedente apresentou vantagens por permitir um maior uso das disponibilidades hídricas. Entretanto, apresenta dificuldades operacionais pois exige um monitoramento quantitativo mais freqüente

durante períodos de escassez hídrica, quando alguns usos outorgados não poderão ser supridos.

#### **2.4.3.3. Critérios adotados nas legislações estaduais**

Vários estados acompanharam o processo de aperfeiçoamento do setor de recursos hídricos na esfera federal e alguns, inclusive, se anteciparam votando a respectiva lei estadual antes de janeiro de 1997. Tem-se hoje 18 leis estaduais aprovadas (Barth, 1999), algumas já regulamentadas. A outorga é contemplada em todas essas leis. O critério da vazão de referência, apresentado anteriormente, tem sido proposto na regulamentação da legislação de recursos hídricos de alguns estados brasileiros como mostrado a seguir. A situação no Estado de Pernambuco está descrita no Capítulo 3.

##### **Bahia**

A Superintendência de Recursos Hídricos, órgão gestor, se utiliza do Decreto Estadual nº 6.296/97 que dispõe sobre a outorga de direito de uso de recursos hídricos na seguinte conformidade (artigo 4): concessão, nos casos de utilidade pública (I) e autorização, nos outros casos (II). O artigo 14 desse Decreto dispõe que ficam estabelecidos, para o somatório das vazões a serem outorgadas, os seguintes limites: (I) 80% da vazão de referência do manancial, estimada com base na vazão de 90% de permanência em nível diário, quando não houver barramento; (II) 80% das vazões regularizadas com 90% de garantia, dos lagos naturais ou de barramentos implantados em mananciais perenes; (III) 95% das vazões regularizadas com 90% de garantia, dos lagos naturais ou de barramentos implantados em mananciais intermitentes.

O artigo dispõe que nos casos de abastecimento humano, os limites dos incisos I e II poderão atingir até 95% (parágrafo 1); que no caso do inciso II, a vazão remanescente de 20% das vazões regularizadas deverá escoar para jusante, por descarga de fundo ou por qualquer outro dispositivo que não inclua bombas de recalque (parágrafo 2) e que nenhum usuário, individualmente, receberá autorização acima de 20% da vazão de referência do manancial (parágrafo 3).

##### **Ceará**

A Secretaria de Recursos Hídricos do Ceará se utiliza do Decreto Estadual nº 23.067/94 que define em seu artigo 35 que a soma dos volumes de água outorgada em

uma determinada bacia, não poderá exceder 9/10 da vazão regularizada anual com 90% de garantia ( $Q_{90}$ ).

Campos et al. (1997), apud Studart et al. (1997), entretanto, comentam que os elevados valores dos coeficientes de variação dos deflúvios anuais, na região semi-árida, provocam uma grande variabilidade nos valores da  $Q_{90}$ . Essa vazão de referência (mesmo que associada à uma probabilidade de superação) não estima adequadamente a disponibilidade hídrica dessa região e compromete o processo de outorga.

### **Rio Grande do Norte**

A Secretaria de Recursos Hídricos e Projetos Especiais usa o Decreto Estadual nº 13.283/97 que dispõe em seu artigo 17 exatamente o que foi estabelecido para o Ceará: a soma dos volumes de água outorgada numa determinada bacia, não poderá exceder 9/10 da vazão regularizada anual com 90% de garantia.

### **Paraíba**

A Secretaria Extraordinária do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e Minerais usa o Decreto Estadual nº 19.260/97 que regulamenta a outorga do direito de uso dos recursos hídricos. O Capítulo V desse Decreto dispõe sobre os critérios de quantificação para a outorga apresentando artigos referentes ao tema como: o conceito de vazão disponível para cálculo da disponibilidade (por quilômetro de leito regularizável de curso d'água) será em função do porte do açude (art. 24); a soma dos volumes de água outorgados numa determinada bacia, não poderá exceder 9/10 da vazão regularizada anual com 90% de garantia (art. 26); a base quantitativa para a outorga do direito de uso sobre águas subterrâneas será considerada a partir de 2.000 l/h (art. 27).

### **Rio Grande do Sul**

A Secretaria de Estado de Obras Públicas, Saneamento e Habitação segue o Decreto Estadual nº 37.033/96. O Decreto evita fixar uma vazão de referência para a outorga, estipulando apenas que os parâmetros técnicos que orientarão as outorgas serão definidos pelo Departamento de Recursos Hídricos da Secretaria de Obras Públicas, Saneamento e Habitação.

Um equacionamento para avaliação de disponibilidade hídrica para a outorga foi proposto por Silveira et al. (1998) e veiculado através de um sistema informatizado. As

vazões fluviais escoadas foram consideradas como vazões remanescentes que trariam embutidas os usos já exercidos através de cadastro de usuários. Cruz et al. (1999) consolidou o equacionamento proposto aplicando-o à bacia do Baixo Rio Jacuí – RS.

### **Paraná**

A Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (SUREHMA) desse Estado faz uso da portaria SUREHMA n° 004/89 que regulamentou a outorga do uso da água. Estão presentes as modalidades de concessão administrativa (outorga para todos os casos de utilidade pública), autorização administrativa (quando não se verificar a utilidade pública) e a permissão administrativa (para derivações insignificantes). A portaria define como derivação insignificante aquela que apresentar até 20% da vazão de estiagem com 7 dias de duração e tempo de retorno de 10 anos ( $Q_{7,10}$ ). Nesse caso, a vazão derivada não poderá exceder 10 l/s e caso as vazões atinjam o valor mínimo suspende-se a permissão até que seja restabelecido o fluxo que permita garantir o referido valor.

### **São Paulo**

A outorga está disciplinada nas Portarias n° 39/86 e 40/86 do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE). As disposições da Lei de Recursos Hídricos do Estado (lei n° 7.663/91) que se referem a outorga foram regulamentadas pelo Decreto n° 41.258/96 e pela Portaria DAEE n° 717/96. O artigo 11 desta Portaria dispõe que o ato de outorga poderá ser revogado, a qualquer tempo, quando estudos de planejamento regional de recursos hídricos ou a defesa do bem público tornarem necessária a revisão da outorga.

Ferraz e Braga Jr. (1998) desenvolveram metodologia baseada no conceito de Sistemas de Apoio à Decisão para auxiliar o processo de outorga de direito de uso da água em bacias do Estado de São Paulo.

## **2.5. Cobrança pelo uso da água**

### **2.5.1. Os usos da água possíveis de cobrança**

São quatro os usos da água possíveis de cobrança:

- (1) Uso da água disponível no ambiente (água bruta) como fator de produção ou bem de consumo final;
- (2) Uso de serviços de captação, regularização, transporte, tratamento e distribuição de água (serviços de abastecimento);
- (3) Uso de serviços de coleta, transporte, tratamento e destinação final de esgotos (serviços de esgotamento) e
- (4) Uso da água disponível no ambiente como receptor de resíduos.

Os usos (2) e (3) são comumente cobrados pelas companhias de saneamento sob a denominação de “tarifas”; o (2), pelas entidades que gerenciam projetos públicos de irrigação. A retirada de água bruta (Uso 1), assim como o lançamento de efluentes no ambiente (Uso 4), são usos historicamente livres de cobrança na maioria das sociedades. A Figura 2.2 (para a situação do abastecimento público) e a 2.3 (para o caso de um usuário privado, por exemplo, um indústria com captação a fio d’água ou poço particular) ilustram os usos da água e as respectivas cobranças e tarifas.

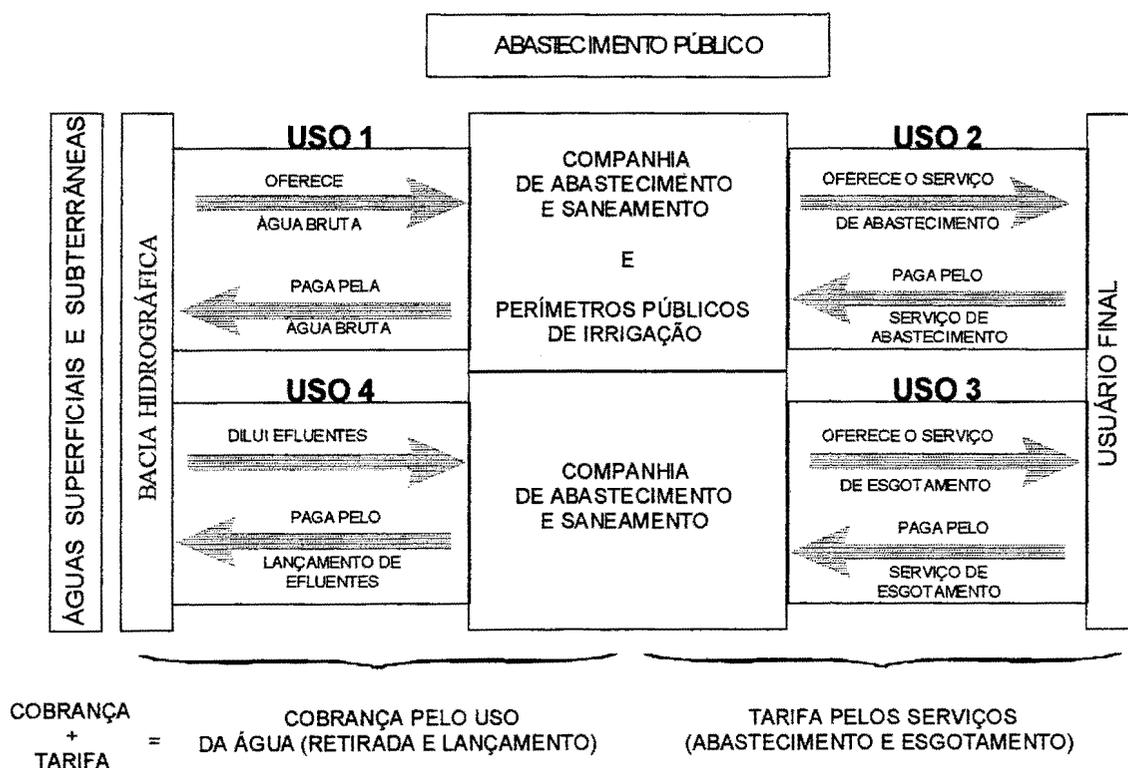


Figura 2.2. Os quatro usos da água na situação de abastecimento público

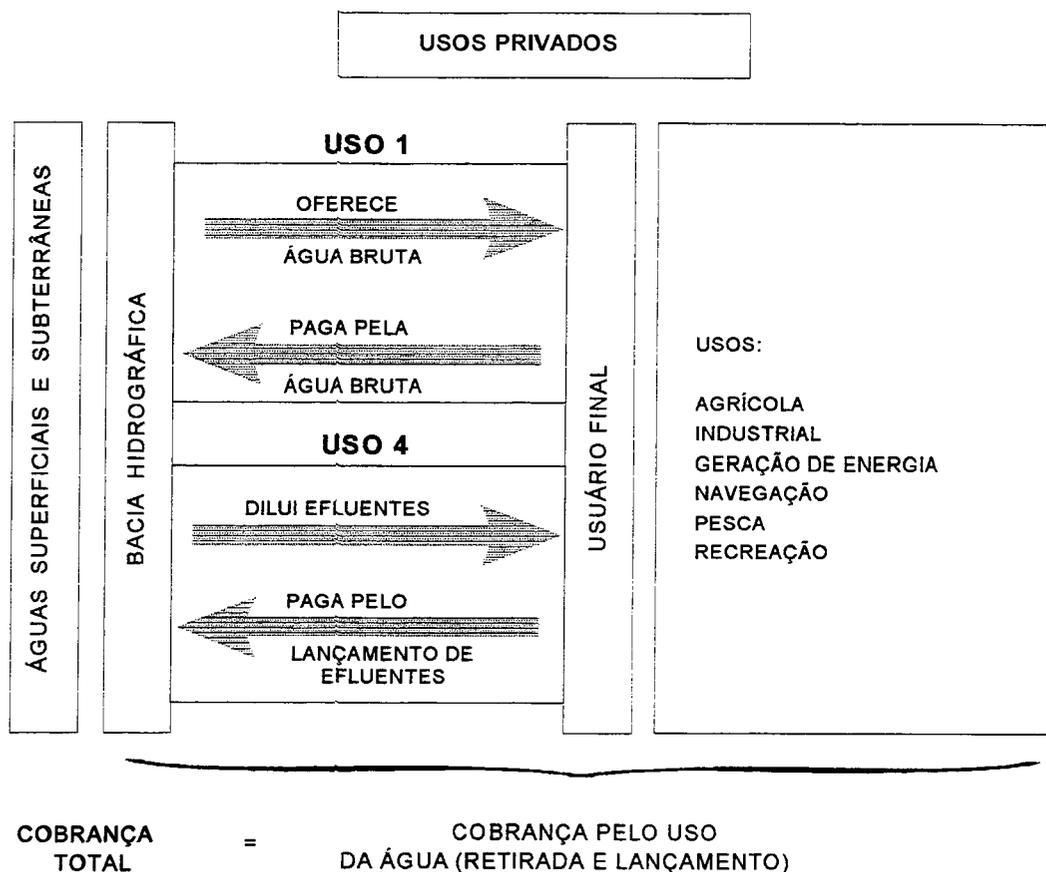


Figura 2.3. Os dois usos da água na situação do usuário privado

Os crescentes problemas derivados do uso excessivo e da degradação dos recursos hídricos, assim como as limitações financeiras para os investimentos no setor, têm exigido uma nova postura no tratamento desses recursos o que implica em gerenciá-los mais adequadamente (Postel, 1992; Gordon, 1993; Hills, 1995; Ohlsson, 1995; Bhatia et al., 1995; Buller, 1996; Day, 1996; Guy e Marvin, 1996; Clarke, 1996; Kay et al., 1997; Simonovic, 1997; Larsen e Gujer, 1997). Nesse gerenciamento tem-se sugerido a cobrança dos usos 1 e 4 (Young, 1986; Gibbons, 1986; Herrington, 1987; The Economist, 1992; Winpenny, 1994; Herrington, 1997; Merret, 1997; Briscoe, 1997; Rees, 1997; Middleton e Saunders, 1997; Tsur e Dinar, 1997; Zwartveen, 1997).

Uma revisão da literatura permite afirmar que o lançamento de efluentes e sua respectiva cobrança (Uso 4 nas Figuras 2.2 e 2.3) têm sido mais discutidos do que a cobrança pela retirada de água, isto é, pelo Uso 1 (Bongaerts e Kraemer, 1989; Kitabake, 1990; Hanley et al., 1990; Hallet et al., 1991; Hanley e Moffat, 1993; Leek et al., 1996; Willet e Sharda, 1997).

A cobrança pelo uso da água já é praticada em alguns países e está prevista como instrumento de gestão dos recursos hídricos brasileiros na Lei nº 9.433/97 e nas respectivas leis estaduais. Ela recebe a denominação de “Redevance” na França, “Charges” na Inglaterra, “das Wasserpfeennig” na Alemanha e genericamente de “cobrança” no Brasil. Na França e na Holanda, ela é aplicada desde a década de 60. No início dos anos 80 foi adotada na Alemanha e no início dos anos 90 na Inglaterra e no México; muitos outros países discutem a possibilidade de sua adoção. A África do Sul, por exemplo, está experimentando uma reforma no setor hídrico na qual a cobrança faz parte de um plano de gerenciamento sustentável dos recursos naturais do país (South Africa, 1995). No Zimbábue (Kjeldsen et al., 1999), a aplicação do princípio usuário-pagador tem sido sugerida pelos setores governamentais como etapa importante para se alcançar a sustentabilidade no uso do solo e dos recursos hídricos.

### **2.5.2. Aspectos legais da cobrança no Brasil**

Em termos jurídicos, um bem é público quando pertence a toda coletividade que pode ou não autorizar a sua apropriação por agentes privados, conforme discutido no item 2.4 deste Capítulo. No Brasil, a Constituição Federal de 1988 tornou públicas todas as águas quando repartiu-as entre a União e os Estados (art. 20, III e art. 26, I). Quanto a remuneração do uso desse bem, vários diplomas legais fazem menção ao tema:

- i) Código Civil - dispõe que o uso comum dos bens públicos pode ser gratuito ou retribuído conforme as leis da União, dos Estados ou Municípios a cuja administração pertencerem (art. 68).
- ii) Código de Águas (Decreto Federal nº 24.643 de 10.07.1934) - apresenta texto bastante semelhante ao do Código Civil dispondo que o uso comum das águas pode ser gratuito ou retribuído conforme leis e regulamentos da circunscrição administrativa a que pertencerem.
- iii) Lei nº 6.938 (31.08.1981) da Política Nacional do Meio Ambiente - adota os princípios poluidor-pagador e usuário-pagador aplicados aos recursos ambientais e inclui entre estes, os recursos hídricos. A Lei dispõe que a Política visará à imposição, ao poluidor e ao predador, da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados e, ao usuário, da contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos (art. 4, VII).

- iv) Lei nº 6.662 (25.06.79) da Política Nacional de Irrigação (regulamentada pelo Decreto nº 89.496/84) - dispõe que o uso de águas públicas para fins de irrigação e atividades decorrentes dependerá de remuneração (art. 21 da Lei).
- v) Lei nº 7.990 (28.12.1989) - regulamenta o artigo 20 (parágrafo 1) da Constituição Federal dispondo sobre a compensação financeira pelo aproveitamento de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica, justificada pela perda econômica decorrente da inundação. A Lei nº 8.001 (13.03.1990) define os percentuais da distribuição dessa compensação entre os Estados, Municípios e órgãos da administração direta da União.
- vi) Lei nº 9.433 (08.01.1997), da Política e Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos - entende a cobrança pelo uso de recursos hídricos como um dos seus instrumentos de gestão (art. 5, IV).

A Lei nº 9.433/97 se utiliza do termo genérico “cobrança pelo uso dos recursos hídricos”. Essa cobrança (ou “contraprestação pela utilização das águas públicas”) conforme (Pompeu, 1997): i) não configura imposto (já que este “destina-se a cobrir despesas feitas no interesse comum, sem ter em conta as vantagens particulares obtidas pelos contribuintes”); ii) não é taxa (já que, “não se está diante do exercício de poder de polícia – taxa de polícia – ou da utilização efetiva ou potencial de serviço público – taxa de serviço”); iii) não é contribuição de melhoria (já que, “inexiste obra pública cujo o custo deva ser atribuído à valorização de imóveis beneficiados”). E assim, segundo o autor, se está diante de “preço público”. Para conceituar “preços públicos”, Pompeu (1997) se utiliza da definição de Rui Barbosa Nogueira e Paulo Cabral Nogueira: “são parte das Receitas Originárias, assim denominadas porque sua fonte é a exploração do patrimônio público ou a prestação de serviço público. Por isso são também chamadas Receitas Industriais ou Patrimoniais, porque provenientes da exploração de serviços, bens, empresas ou indústria do próprio Estado”.

No que se refere ao instrumento de cobrança, a Tabela 2.7 apresenta os dispositivos da Lei nº 9.433/97. A cobrança pelo uso de recursos hídricos no Brasil, segundo disposto na Lei nº 9.433/97, deve atender tanto ao objetivo econômico como ao financeiro. Esse último está explicitamente considerado no artigo 19, inciso III da Lei (Tabela 2.7). O objetivo financeiro também está presente no artigo 22 da Lei que define que os valores

cobrados deverão financiar não apenas os estudos, programas, projetos e obras dos Planos de Recursos Hídricos (I) mas também a implantação e custeio administrativo do Sistema Nacional de Gerenciamento (II). O aspecto econômico é admitido no artigo 19 que informa que a cobrança intenciona reconhecer a água como bem econômico (I) e incentivar a racionalização de seu uso (II). O inciso I desse artigo dispõe, inclusive, que deve ser dado ao usuário uma indicação do *real valor* da água. Isto pode ser interpretado como a cobrança de um valor que seja indicativo dos custos externos que o uso da água esteja provocando.

A Lei estabelece critérios gerais para a cobrança das derivações, captações e extrações de volumes (art. 21, I) e para os lançamentos de esgotos e demais resíduos (art. 21, II). No entanto, é omissa quanto aos critérios para os demais usos sujeitos à outorga definidos no artigo 12, inciso IV (aproveitamento dos potenciais hidrelétricos) e inciso V (outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água).

Tabela 2.7. A cobrança pelo uso da água proposta na Política e Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/97).

Quais os objetivos da cobrança? (art. 19)
<p>I - reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação do seu real valor;</p> <p>II - incentivar a racionalização do uso da água;</p> <p>III - obter recursos financeiros para financiamento dos programas e intervenções dos planos de recursos hídricos.</p>
O que cobrar? (art. 20)
Os usos de recursos hídricos sujeitos à outorga (dispostos no artigo 12 da Lei).
O que deve ser observado na fixação dos valores a serem cobrados? (art. 21)
<p>I - nas derivações, captações e extrações de água, o volume retirado e seu regime de variação;</p> <p>II - nos lançamentos de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, o volume lançado e seu regime de variação e as características físico-químicas, biológicas e de toxicidade do efluente.</p>
Onde serão aplicados os valores a serem arrecadados com a cobrança? (art. 22)
Prioritariamente na bacia hidrográfica em que foram gerados e serão utilizados:
<p>I - no financiamento de estudos, programas, projetos e obras incluídos nos Planos de Recursos Hídricos;</p> <p>II - no pagamento de despesas de implantação e custeio administrativo dos órgãos e entidades integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.</p>

A Tabela 2.8 apresenta informações sobre as entidades do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos com competências relacionadas ao instrumento de cobrança.

Tabela 2.8. As entidades do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e suas relações com o instrumento de cobrança (Lei nº 9.433/97).

Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos Entre seus objetivos está promover a cobrança pelo uso de recursos hídricos (art. 32, V).
Conselho Nacional de Recursos Hídricos Entre as suas competências está estabelecer critérios gerais para a outorga de direitos de uso de recursos hídricos e para a cobrança por seu uso (art. 35, X).
Comitês de Bacia Hidrográfica Entre as suas competências está estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados (art. 38, VI).
Agências de Água  A sua criação está condicionada, entre outras: viabilidade financeira assegurada pela cobrança do uso de recursos hídricos em sua área de atuação (art. 43, II)  Entre as suas competências está propor (ao respectivo ou respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica) os valores a serem cobrados pelo uso de recursos hídricos (art. 44, XI, b) e o plano de aplicação dos recursos arrecadados com esta cobrança (art. 44, XI, c).

No âmbito dos estados brasileiros, as respectivas legislações de recursos hídricos prevêem a cobrança pelo uso da água. Assim como para as disposições sobre a outorga, existem vários aspectos em comum nessas leis quanto à cobrança.

### **2.5.3. A determinação do valor a ser cobrado: a abordagem custo benefício e a custo efetividade**

Um dos desafios na adoção da cobrança como instrumento de gestão é definir os valores a serem cobrados. Trata-se, portanto, de monetarizar o recurso “água bruta” incluindo o seu uso para a diluição de efluentes. As dificuldades envolvidas nesse processo se relacionam com as características singulares que tem a água. Ela é, por exemplo, usada para diversas finalidades e sua quantidade e qualidade são variáveis no tempo e no espaço. Além disto, muitas vezes, as informações de oferta e demanda são incompletas e as interações com os ecossistemas e com as atividades econômicas não são totalmente conhecidas.

A definição do valor a ser cobrado pelo uso da água pode ser analisada segundo duas grandes abordagens (Baumol e Oates, 1971; Pearce, 1976; Tietenberg, 1992; Perman et al., 1996; Cánepa et al., 1999): a Análise Custo Benefício (ACB) ou a Análise Custo Efetividade (ACE). Na primeira busca-se a valoração monetária dos efeitos desfavoráveis (custos) e favoráveis (benefícios) de um empreendimento qualquer que oferta um bem relacionado com a água (seja em termos quantitativos ou qualitativos). Na segunda, ACE, considerando que alguns benefícios são de difícil monetarização, eles são acordados por negociação social, constituindo-se metas de planejamento a serem alcançadas a um mínimo custo.

A poluição hídrica em uma bacia hidrográfica é o problema clássico para exemplificar o uso da ACB e da ACE no setor de recursos hídricos. Suponha que sejam realizadas emissões (por exemplo, em toneladas/ano) de um certo poluente na bacia e que sejam construídas as curvas dos custos e benefícios de diversos níveis de abatimento dessas emissões. A curva de custos totais está associada com o custo anual equivalente de cada nível de abatimento da poluição e é comumente conhecida como curva dos custos de controle. Apesar de trabalhosa, ela não apresenta problemas conceituais. A curva dos benefícios totais representa a disposição a pagar dos envolvidos pela despoluição da bacia. Essa curva é de difícil mensuração pois nela estão inseridos certos conceitos de valor referentes ao meio ambiente. Métodos específicos para a sua determinação são discutidos na seção 2.6 deste Capítulo. A Figura 2.4 apresenta ambas as curvas.

Supondo que o órgão gestor de recursos hídricos tenha conhecimento sobre as curvas de custos e benefícios de abatimento, ele pode definir o valor a ser cobrado pelo lançamento de efluentes na bacia. Para isto é preciso maximizar o benefício social líquido (diferença entre o benefício total e o custo total) o qual ocorre no ponto  $X^*$  da Figura 2.4. Este ponto corresponde à igualdade entre as declividades das duas curvas. Ele indica que o nível ótimo de abatimento ocorre na interseção da curva de benefício marginal com a de custo marginal. A fim de induzir mudanças no comportamento dos agentes poluidores, o órgão gestor pode cobrar o valor  $t^*$  por cada unidade de efluente lançado e concretizar o objetivo de abatimento ótimo socialmente aceitável.

Tendo sido aplicada a cobrança  $t^*$  por unidade de efluente, os agentes poluidores que têm custos marginais de abatimento inferiores à  $t^*$  preferirão abater a poluição. O abatimento total será  $OX^*$  (Figura 2.4). Aqueles cujos custos de abatimento são superiores ao valor da cobrança, pagarão a cobrança e lançarão seus despejos (o

lançamento total será  $X^*C$ ). O órgão gestor arrecadará o montante correspondente a área  $X^*DBC$ .

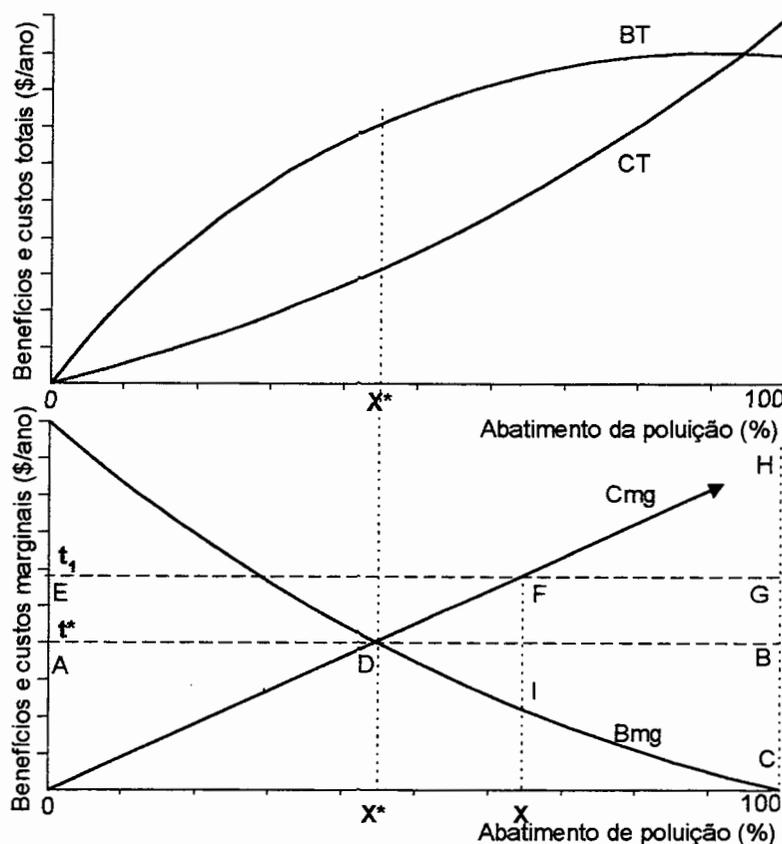


Figura 2.4. Curvas de custos e benefícios totais e marginais (adaptado de Cánepa et al., 1999)

As objeções à ACB, de ordens prática e conceitual, fizeram surgir a Análise Custo Efetividade cuja primeira formulação está descrita em Baumol e Oates (1971). Na ACE não se busca o nível ótimo de utilização do recurso (ou, no caso da poluição, de abatimento) mas o alcance de uma meta pré-acordada ao menor custo para a sociedade. Por exemplo, suponha que o objetivo a ser buscado seja o atendimento ao estabelecido pelo enquadramento do corpo d'água o que se materializa no nível de abatimento de 70% das emissões (ACE na versão "efetividade fixa"). Tendo-se a informação sobre a curva dos custos, estabelece-se o valor a ser cobrado  $t_1$  por unidade de poluente vertido (Figura 2.4). Sendo assim, não há a internalização dos custos externos (como na ACB) mas dos custos de controle. A ACE também pode ser aplicada na versão "custo fixo" onde partindo-se de um certo montante disponível para investir no controle da poluição da bacia determina-se que nível de abatimento seria possível alcançar. Em ambas as versões, os agentes com custos marginais inferiores à cobrança  $t_1$  se sentirão motivados

a tratar seus efluentes (dispendirão a quantia correspondente a área OXF na Figura 2.4). Aqueles que apresentarem custos marginais superiores ao valor da cobrança pagarão ao órgão gestor o montante relativo a área XFGC.

Como discutido, na ACB ter-se-ia a determinação do valor econômico da água através da construção da curva dos benefícios que representa a curva de disposição agregada a pagar da sociedade. Na ACE, não se busca a máxima eficiência econômica no uso do recurso, mas o atendimento de certas metas previamente negociadas. A cobrança não é, portanto, apenas um instrumento econômico, no sentido rigoroso deste termo, ou seja, o da internalização dos custos externos, mas também um mecanismo arrecadatório que permite a consecução dos investimentos para a melhoria qualitativa da bacia. As metodologias que podem orientar o cálculo do valor da cobrança, tanto como instrumento econômico quanto arrecadatório, estão discutidas no item 2.6 a seguir.

## **2.6. Métodos de avaliação monetária da natureza**

Um dos interesses da economia ambiental e dos recursos naturais é avaliação monetária da natureza. Frequentemente os bens e os serviços oferecidos pela natureza são tratados como se tivessem custo zero não sendo considerados na tradicional Análise Custo Benefício (ACB). Portanto, esta monetarização, é de interesse a uma ACB que busque valorar todos os custos e benefícios da intervenção analisada. A literatura sobre monetarização ambiental, como um todo, é extensa (Dixon e Hufschmidt, 1986; Pearce e Turner, 1990; Tietenberg, 1992; Turner et al., 1994; Rees, 1994; Perman et al., 1996; Pimm, 1997; Spash, 1997; Navrud e Pruckner, 1997; Costanza et al., 1997; Hanley et al., 1997; Costanza et al., 1998; Bolund e Hunhammar, 1999; Rees e Wackernagel, 1999; Ropke, 1999) havendo comentários específicos, em alguns casos, para a avaliação da água.

Segundo Bateman (1995) dois grandes grupos de métodos de monetarização da natureza podem ser identificados: os métodos de valoração e os métodos de “precificação”. No primeiro caso, busca-se esboçar a curva de demanda (isto é, a curva dos benefícios) para o bem estudado enquanto no segundo, a monetarização é feita examinando-se o preço de mercado de outros bens que possam substituir o bem em questão. Os métodos de valoração são categorizados como de “abordagem direta”

enquanto que os de “precificação” de “abordagem indireta” pois não geram a curva de demanda, sendo considerados deficientes do ponto de vista da Teoria Econômica.

A Tabela 2.9 expõe os métodos de monetarização da natureza, classificados em dois grupos: o *método de preferência expressa* (caso da valoração contingencial) que procura esboçar uma curva de demanda através de entrevistas nas quais os indivíduos devem expressar, de forma direta e em termos monetários, a sua disposição a pagar pelo bem (ou serviço) em questão. Na *análise de preferência revelada*, a curva de demanda é construída com base em informações indiretas (reveladas).

Tabela 2.9. Classificação dos métodos de monetarização da natureza (adaptado de Turner et al., 1994; Bateman, 1995).

Métodos de valoração (Abordagem direta: esboçam a curva de demanda)	
Análise de preferência expressa	Análise de preferência revelada
Valoração contingencial	Custo de viagem Valor “hedônico”
Métodos de “precificação” (Abordagem indireta: não esboçam a curva de demanda)	
Dose-resposta Custo de oportunidade Alteração de produtividade Custo de substituição ou recuperação Custo de mitigação de efeitos	

### 2.6.1. Métodos de valoração

Como estes métodos permitem a mensuração da curva dos benefícios, eles viabilizam a determinação do valor a ser cobrado pela abordagem ACB. O estudo da curva de disposição a pagar insere na análise novos conceitos de valor. Além da discussão dos métodos de valoração, esta seção apresenta a classificação e a conceituação de tais valores. Uma primeira distinção pode ser feita entre duas categorias de valores, os chamados *valores de uso* e *valores de não-uso* (Turner et al., 1994; Bateman, 1995).

#### 2.6.1.1. Valores de uso

Esses englobam os valores de uso imediato, de opção de uso, de semi-opção de uso e de herança.

- i) *Valor de uso imediato* diz respeito ao uso do ambiente como fonte de bens e serviços (ou amenidades) para obter benefícios presentes e futuros, aí incluídos desde benefícios obtidos pela derivação de água para irrigação (valor direto ou ativo), até os benefícios obtidos pela vivência de experiências de contato direto com a natureza (valor indireto ou passivo);
- ii) *Valor de opção de uso* está relacionado com uma disposição de pagamento imediata para assegurar a opção de um uso futuro. O valor desta opção engloba o valor de uso esperado mais um diferencial que deve ser somado ou subtraído do valor de uso esperado. Esse diferencial é o chamado valor de opção de uso podendo ser nulo, positivo ou negativo;
- iii) *Valor de semi-opção de uso* tem origem na expectativa de que, com o passar do tempo, sejam reduzidas as incertezas sobre a utilidade e disponibilidade dos recursos. Quando o uso de um dado recurso pode gerar seu esgotamento ou degradação irreversível, a sociedade pode estar disposta a abrir mão de um uso imediato até que as incertezas sobre seus custos sejam reduzidas;
- iv) *Valor de herança* está relacionado com a disposição do indivíduo em garantir a preservação do ambiente para o benefício de seus descendentes diretos ou de seus semelhantes nas futuras gerações.

#### **2.6.1.2. Valores de não-uso**

São valores conferidos pelos indivíduos a um determinado bem ou serviço ambiental mesmo quando não existe intenção de uso imediato ou futuro do mesmo. Como os valores de semi-opção de uso e de herança não implicam de forma automática em um uso futuro, poderiam ser associados com o valor de não-uso. O valor de não-uso engloba, também, o valor de existência:

- v) *Valor de existência* é o valor atribuído a um recurso ambiental independente da possibilidade de seu uso corrente ou potencial. O recurso é considerado dotado de valor unicamente pelo fato de existir. Esse valor surge baseado em razões morais, altruísticas ou similares.

### 2.6.1.3. Outros valores

Além dos valores descritos e que têm sido utilizados com frequência nos estudos da economia ambiental existem outras modalidades que surgem como variações e adaptações das anteriores para situações específicas ou como modalidades diferentes de valores do ambiente, como o valor intrínseco e o valor de contribuição, os quais não podem ser mensurados em termos econômicos:

- vi) *Valor intrínseco* representa o valor que o ambiente possui intrinsecamente e que independe de qualquer nuance antropocêntrica e não pode ser quantificado por disposições de pagar ou aceitar;
- vii) *Valor de contribuição* surge da relevância dos componentes ambientais para a manutenção dos processos ecológicos. Nesse valor estão envolvidos o longo horizonte de tempo de muitos processos ecológicos, bem como a sinergia que pode resultar da interação entre dois ou mais fatores, resultando em benefícios que esses, isoladamente, não seriam capazes de gerar.

### 2.6.1.4. Valor ambiental total

Os valores intrínseco e de contribuição são denominados por Turner (1992) como “valores primários” enquanto os valores de uso e de não-uso são tratados como “valores secundários” ou “*valor econômico total*”. Bateman e Turner (1993) propõem tratar esses valores de forma conjunta sob a denominação de *valor ambiental total* (soma dos valores primários com os secundários). A Equação 2.1 representa essa abordagem:

$$\begin{aligned}
 VET &= \sum VS = VU + VNU \\
 VET &= VUI + VOU + VSO + VH + VE \\
 VAT &= VET + VP
 \end{aligned}
 \tag{2.1}$$

onde,

VET é o valor econômico total; VS é o valor secundário; VU o valor de uso; VNU o valor de não uso; VUI o valor de uso imediato; VOU o valor de opção de uso; VSO é o

valor de semi-opção de uso; VH o valor de herança; VE o valor de existência; VAT o valor ambiental total; e VP é o valor primário.

### 2.6.1.5. Método de Valoração Contingencial

O método consiste, na sua forma mais comum, em entrevistar os indivíduos no local do bem ou serviço ambiental avaliado ou em seus domicílios e questioná-los sobre suas disposições de pagamento DDP (“willingness to pay”) pelo oferecimento, melhoria ou conservação desse recurso (ou serviço) em um cenário de opções denominado “mercado contingencial” (Hanley et al., 1997). O valor total atribuído pelos indivíduos pode ser estimado pelo produto da média das disposições de pagamento dos entrevistados pelo número total de indivíduos da população alvo. Uma variação desse método quantifica o valor mínimo que os indivíduos estariam dispostos a aceitar como compensação pela perda ou degradação do recurso ou serviço (disposição em aceitar compensação DAC ou “willingness to accept”).

Na área de recursos hídricos o método tem sido aplicado, tradicionalmente, para avaliar a disposição a pagar pelos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário – respectivamente os usos (2) e (3) referidos no item 2.5.1 deste Capítulo. Exemplos, nesse sentido, são as pesquisas do Banco Mundial sobre disposição a pagar pelo serviço de abastecimento de água na zona rural de vários países em desenvolvimento como o Brasil, Índia, Nigéria, Paquistão e Zimbábue (World Bank, 1993a) e os estudos de Piper e Martin (1997) e Howe e Smith (1994) para os Estados Unidos. Além da valoração dos serviços de abastecimento d’água, o método tem sido usado em outras aplicações como exposto na Tabela 2.10 que apresenta valores de disposição de pagamento para os Estados Unidos.

Tabela 2.10. Valores de Disposição de Pagamento (DDP) em estudos usando o Método de Valoração Contingencial (MVC) nos EUA (adaptado de Piper e Martin, 1997).

Referência	Aspecto abordado	Região	DDP US\$/família/ano)
Piper e Martin (1997)	Abastecimento	Oeste	53 - 207
Howe e Smith (1994)	Abastecimento	Colorado	12 - 96
Dahl (1992)	Qualidade de água	Centro-norte	65 - 84
Jordan e Elnagheeb (1993)	Qualidade de água	Geórgia	66 - 193
Schultz e Lindsay (1990)	Proteção de água subterrânea	Massachusetts	64 - 125

Como apresentado na Tabela 2.10, o método tem sido usado em aplicações relacionadas aos aspectos de qualidade de água (Dahl, 1992 e Jordan e Elnagheeb, 1993) e proteção da água subterrânea (Schultz e Lindsay, 1990). O uso da água para a pesca, recreação e/ou navegação também tem sido valorado (Harpman et al., 1993; Turner e Postle, 1994; Carson e Mitchell, 1993) assim como a disposição a pagar pela redução do risco de inundação salina em banhados (Bateman et al., 1995). A Tabela 2.11 relaciona esses e outros estudos.

Tabela 2.11. Algumas aplicações do Método de Valoração Contingencial (MVC) no setor de Recursos Hídricos (Tavares et al., 1999).

Referência	Aspecto abordado	Local do Estudo
Briscoe et al. (1990)	Abastecimento rural	Brasil (Ceará, Paraná, Minas Gerais)
World Bank (1993a)	Abastecimento rural	Brasil (Ceará e Paraná), Nigéria, Zimbábwe, Paquistão e Índia
Whittington et al. (1990a)	Abastecimento rural	Nigéria
Griffin et al. (1995)	Abastecimento rural	Índia
Piper e Martin (1997)	Abastecimento rural	EUA
Howe e Smith (1994)	Abastecimento	EUA
Whittington et al. (1990b)	Abastecimento/esgotamento	Haiti
Whittington et al. (1993)	Esgotamento sanitário	Gana
Desvousges et al. (1987)	Qualidade de água	EUA
Jordan e Elnagheeb (1993)	Qualidade de água	EUA
Dahl (1992)	Qualidade de água	EUA
Georgiou et al. (1996)	Qualidade de água do mar para recreação	Inglaterra
Turner e Postle (1994)	Qualidade de água, pesca, recreação, proteção de cheia	Inglaterra e País de Gales
Johnson e Adams (1988)	Pesca	EUA
Harpman et al. (1993)	Pesca	EUA
Carson e Mitchell (1993)	Navegação, pesca, natação	EUA
Schultz e Lindsay (1990)	Água subterrânea	EUA
Bateman et al. (1995)	Inundação salina	Inglaterra

#### 2.6.1.6. Método do Custo de Viagem

A curva de demanda para o bem natural é derivada de informações sobre os gastos que os indivíduos arcam na visitação de lugares com atrativos para o lazer. Os gastos efetuados podem ser obtidos através de questionários que possibilitam determinar de que forma esses gastos foram feitos (quanto e em que), a distância do deslocamento, o número de visitas feitas por ano, o tempo gasto e, quando possível, a motivação. Esses

fatores são importantes já que seria muito simplista considerar que os gastos efetuados na viagem sejam os únicos indicadores da disposição de pagamento e, portanto, do valor recreacional do local. Exemplo de aplicação na valoração da água para fins recreacionais é mostrado em Turner e Postle (1994). Este método, assim como o descrito a seguir, avaliam a disposição a pagar relacionada a mercados existentes e não hipotéticos.

#### **2.6.1.7. Método do Valor Hedônico**

Esse método envolve o uso de curvas de demanda para locais em que as amenidades ambientais podem afetar alguns preços e, por este meio, valora essas amenidades. Uma aplicação bastante comum para o método diz respeito ao mercado imobiliário. A qualidade ambiental é um dos fatores que afetam a formação de preços no mercado imobiliário, basta notar a constante preocupação dos compradores com características como a proximidade de “lixões”. O método do valor hedônico parte do princípio de que após isoladas todas as variáveis não ambientais que determinam o preço dos imóveis, a diferença de preço remanescente poderia ser explicada pelas diferenças ambientais. O grande problema é, no entanto, conseguir separar, no aumento ou decréscimo do preço total, a parcela proveniente do aspecto ambiental.

#### **2.6.2. Métodos de “precificação”**

Dois dos métodos de “precificação” citados na Tabela 2.9 estão expostos abaixo. O método Dose-resposta tem sido mais usado para quantificação dos custos da poluição do ar e da água. Com base nesses custos, pode-se definir o valor a ser cobrado. A alternativa do Custo de Oportunidade tem sido recomendada por organismos internacionais como uma das referências na definição do valor a ser cobrado pelo uso da água.

##### **2.6.2.1. Método Dose-resposta**

Consiste em determinar relações entre níveis de poluição e as respectivas respostas fisiológicas das plantas, animais e seres humanos. A finalidade é quantificar o prejuízo através do conhecimento da função “dose-resposta” que é a relação que associa a incidência de problemas de saúde, perda da produção agrícola ou outros danos aos

diversos níveis de qualidade ambiental. O método possui uma relativa simplicidade quando se trata de avaliar o efeito da poluição sobre animais e plantas, mas quando aplicado em situações que envolvam a saúde humana surgem questões complexas relativas ao valor da vida e da saúde humana. Trabalhando com funções "dose-resposta", Margulis (1994) apresenta estimativas aproximadas do custo causado pela poluição do ar na Área Metropolitana da Cidade do México. Uma aplicação do Método Dose-resposta foi realizada por Seroa da Motta (1995) com o objetivo de estimar o impacto da poluição hídrica no Brasil na saúde humana. A função desenvolvida relacionou as condições sanitárias e a mortalidade causada por doenças de veiculação hídrica.

#### **2.6.2.2. Custo de Oportunidade**

O custo de oportunidade não é propriamente considerado como um método de monetarização mas como um conceito ("valor de um recurso em seu melhor uso alternativo"). Sendo assim, o valor da água é igual ao benefício do seu uso na melhor alternativa existente sob a ótica econômica, e que não é suprida devido ao esgotamento do recurso. Nesta situação, o interesse volta-se totalmente para a eficiência econômica sob o ponto de vista global. Um esquema de cobrança com base nesta referência, portanto, seria incoerente se contemplasse subsídios a fim de respeitar a capacidade de pagamento dos usuários. Apesar de organismos internacionais afirmarem que é necessário considerar o custo de oportunidade como indicador do valor da escassez da água para a sociedade (World Bank, 1993b), o seu cálculo não é simples. Ele exige o conhecimento das possíveis alternativas estruturais e não estruturais de oferta de água e controle da poluição e dos respectivos investimentos. Pela dificuldade de obtenção dessas informações, a determinação do valor a ser cobrado via custo de oportunidade tende a ser realizada através de simplificações e aproximações.

#### **2.6.3. Outras alternativas de monetarização**

Três outras alternativas para monetarizar a água, não consideradas na Tabela 2.9, estão apresentadas a seguir. As duas primeiras podem ser usadas dentro da abordagem ACE. A terceira representa uma alternativa à própria cobrança: a formação de mercados de direitos de uso da água e de direitos de poluir.

### 2.6.3.1. Custo Marginal

O custo marginal é umas das bases de cálculo mais discutidas na definição do valor a ser cobrado pela água bruta (ou tarifado, no caso dos serviços de utilidade pública conforme Saunders et al., 1977). Essa referência tem sido considerada capaz de promover a eficiência econômica e, eventualmente, a ambiental (Winpenny, 1994; Dubourg, 1995; Herrington, 1997). No entanto, preço igual ao custo marginal pode gerar uma ineficiência distributiva (isto é, uma performance financeira ineficiente) e para conciliar os dois objetivos (eficiência econômica e solvência financeira) foi proposto o custo marginal de longo prazo que sinaliza ao usuário os custos futuros dos investimentos no setor (Equação 2.2). No caso do setor de recursos hídricos, trata-se do custo adicional em se expandir a oferta de água em uma bacia hidrográfica em um metro cúbico a mais ou em se tratar uma unidade a mais de carga de poluição. Devem ser incluídos, nesse cálculo, os custos associados ao sistema de gerenciamento de recursos hídricos propriamente dito.

$$AIC = \sum_{t=1, \dots, T} [(I_t + R_t) / (1 + d)^t] / \sum_{t=1, \dots, T} [Q_t / (1 + d)^t] \quad (2.2)$$

onde,

AIC é o custo incremental médio (“Average Incremental Cost”), T o horizonte de planejamento; t o ano para o qual o custo marginal está sendo calculado;  $I_t$  os custos de investimentos no ano t;  $R_t$  os custos anuais de operação e manutenção no ano t;  $Q_t$  a quantidade incremental de água disponibilizada (ou de efluentes tratados) e d é a taxa de desconto.

A Equação 2.2 representa uma relação custo-benefício: o numerador indica a soma dos custos associados impostos pelas retiradas de água (ou tratamento de efluentes) e o denominador corresponde à soma dos benefícios, suposta proporcional à água retirada ou aos efluentes tratados.

### 2.6.3.2. Rateio do Investimento

O valor a ser cobrado de cada usuário é determinado através de um rateio do valor total a ser investido nos programas do sistema de gerenciamento de recursos

hídricos da bacia. Os critérios adotados no rateio podem inserir condições de equanimidade ou serem negociados entre os usuários. Busca-se, simplesmente, a criação de um fundo a fim de viabilizar financeiramente o programa a ser implementado. É uma das referências mais utilizadas para a definição do valor a ser cobrado como discutido nos itens 2.7 e 2.8 seguintes. No entanto, ela não garante a promoção da eficiência econômica e ambiental já que, a forma de cálculo (rateio) pode produzir valores não incitativos para a cobrança.

### **2.6.3.3. Custo de Mercado**

O valor da água é estabelecido através de um mercado de livre negociação sendo seu preço fixado automaticamente pelas leis de mercado. Trata-se da formação dos chamados “mercado de direitos de uso da água” e “mercado de direitos de poluir” considerados por alguns como a forma mais simples e objetiva de revelar o valor econômico da água. Discussões sobre mercados de água e de poluição podem ser encontradas em Bjornlund e McKay, 1995; Brown, 1997; Thobani, 1997; Gustafsson, 1998; Lanoie et al., 1998. No mercado de água, teoricamente, o usuário que promova o uso econômico mais eficiente da água compraria o direito de uso de outro que o faça com menor eficiência. No entanto, para que a alocação ótima seja realizada é necessário o atendimento a uma série de condições (Seroa da Motta, 1998): direitos de propriedade bem definidos e existência de grande número de participantes comprando e vendendo com diferentes custos e benefícios

Experiências de mercados de água são encontradas no Chile, México, Peru, Estados Unidos (Holden e Thobani, 1995), Austrália (Stringer, 1995), Espanha (apenas nas Ilhas Canárias, conforme Graíño, 1998), Indonésia (Crane, 1994), Oman (Rahman e Omezzine, 1996). Uma proposta de solução via mercado para a disputa por água entre israelitas e palestinos é discutida em Becker e Zeitouni, 1998. Mercados de águas subterrâneas existem na Índia (Kolvalli e Chicone, 1989). No Chile, Hearne e Easter (1995) mencionam que os pequenos e médios agricultores do Vale do Limarí transferiram seus direitos de proprietários da terra e da água para os grandes exportadores de frutas (multinacionais) a fim de quitar os seus débitos com essas companhias. Esse caso mostra que, por ser uma ferramenta essencialmente mercadológica, em algumas situações, o mercado de água necessita de controles através, por exemplo, de regulamentos. Assim se evitaria situações indesejáveis como o domínio

de um mercado por parte de um usuário, garantindo o respeito às considerações de ordem social e ambiental.

## 2.7. A experiência internacional em cobrança pelo uso da água

Há grande variação nas características das cobranças praticadas no exterior no que se refere ao objetivo a ser alcançado, ao destino da receita e a estrutura que lhe gere (a qual é função da organização institucional do sistema de gestão ambiental e de recursos hídricos do país – Barraqué, 1995).

Tabela 2.12. Objetivos a serem alcançados com a cobrança pelo uso da água nos países do Projeto Eurowater (adaptado de Zabel et al., 1999).

Países	Objetivo da cobrança			
	Retirada de água		Lançamento de efluentes	
	financeiro	econômico	financeiro	econômico
Alemanha	X	X	X	X
França	X		X	
Holanda <sup>1</sup>	X	X	X	
Inglaterra/Gales	X		X	
Portugal <sup>2</sup>	X	X	X	X

1: a cobrança é apenas para águas subterrâneas;

2: legislação aprovada em 1994 mas ainda sem implementação.

Para os países do Projeto Eurowater (“Institutional Mechanisms for Water Management in the Context of European Environmental Policies” - Correia, 1995), por exemplo, a Tabela 2.12 apresenta os objetivos a serem alcançados na aplicação da cobrança pelo uso da água.

Alguns aspectos da experiência com a cobrança pelo uso da água nesses e outros países são discutidos a seguir.

### 2.7.1. Alemanha

O sistema de cobrança é organizado no âmbito de cada Estado (Land). No Estado alemão de Baden-Württemberg, por exemplo, cobra-se pela retirada da água das fontes superficial e subterrânea desde 1987 (Smith, 1995). A cobrança pela água é baseada no volume retirado, no tipo de fonte e no uso final da água, de acordo com a Tabela 2.13. Pequenas retiradas, menores que 2.000 m<sup>3</sup>/ano, são isentas de cobrança. O montante arrecadado pelo sistema de cobrança por retirada de água desde 1988 tem sido, em média, US\$ 100 milhões/ano (DM 150 milhões/ano). Há uma certa relação

entre o montante arrecadado e um programa de investimentos, o "Ecology Programme". Tem sido observado um certo decréscimo quanto ao volume de água extraído pelos consumidores. Existem, porém, dúvidas quanto ao nível de ganho ambiental derivado. Outras regiões alemãs também cobram pela retirada de água como Berlim, Hamburgo, Hessen e Lander.

Tabela 2.13. Valores cobrados pela retirada de água bruta em Baden-Wurttemberg - Alemanha (adaptado de Smith, 1995).

Manancial Hídrico	Usos	Preço (US\$/1000 m <sup>3</sup> )
Água Subterrânea	Todos	60
Água Superficial	Irrigação	6
	Abastecimento público	60
	Outros fins	24

A cobrança pelo lançamento de efluentes foi considerada a partir de 1981 com respaldo no "Federal Republic's 1976 Wastewater Charges Act" ("Abwasserabgabengesetz", AbwAG). Ela foi, inicialmente, adotada nos Estados de Schleswig-Holstein, Hessen e Saarland e, a partir de 1983, estendida para todo o país. Em 1993, o sistema foi completamente adotado pelo antigo leste alemão (Smith, 1995). Cobra-se das fontes industriais e municipais que lançam diretamente seus efluentes em águas superficiais (rios, lagos e mares) e águas subterrâneas. Os lançamentos indiretos, como os das fontes que descarregam efluentes em sistemas de tratamento dos municípios, não são cobrados. A cobrança por lançamentos funciona conjuntamente com o sistema de permissões, é administrada por cada Estado e a arrecadação utilizada na melhoria da qualidade de água.

O sistema alemão é baseado em uma fórmula que considera as unidades de poluição lançadas, o volume e a concentração de efluentes previstos para o ano seguinte; valores negociados dentro dos limites permissíveis da Lei de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Uma unidade de poluição é equivalente a poluição produzida por um indivíduo e é definida para cada tipo de poluente. Exemplos de uma unidade de poluição, no sistema alemão, são: 3 kg de fósforo, 25 kg de nitrogênio, 50 kg de oxigênio (para o caso da Demanda Química de Oxigênio). A cobrança tem sido aplicada gradualmente tendo seus valores aumentados ano a ano. Cobrava-se por uma unidade de poluição em 1981, 1993 e 1997, respectivamente, DM 12 (US\$ 6,7), DM 60 (US\$ 33,7) e DM 70 (US\$ 39,3).

### 2.7.2. França

A base legal para a cobrança é a Lei das Águas de 1964 que estabeleceu as Agências de Bacias. Uma discussão sobre o gerenciamento de recursos hídricos na França é encontrada em Buller (1996). A cobrança aplica-se a toda pessoa pública ou privada que se utilize da água ou contribua para a sua degradação na bacia. O valor cobrado é estabelecido pelo Conselho de Administração da Agência de Água tendo por referência os investimentos previstos no plano de bacia. Visa, portanto, a viabilidade financeira.

A retirada de água para uso doméstico e industrial é cobrada tendo por base três elementos: volume de água derivado durante o período de estiagem, uso consuntivo (valor anterior multiplicado por um fator de consumo) e local de derivação. Para o uso agrícola, a cobrança é estimada como função do volume de água derivado durante a estação de estiagem. A Tabela 2.14 apresenta os valores de cobrança para a Bacia Artois-Picardie e a 2.15 para a Seine-Normandie. A cobrança total é a soma da parcela I, referente a captação, com a II, referente ao uso consuntivo.

Para a cobrança pelos lançamentos, são consideradas as despesas plurianuais previstas nos programas de despoluição. Este valor é revisto a cada ano a fim de ser atualizado conforme o programa de investimentos. Ele é, portanto, diferente de uma bacia para outra em função dos objetivos de qualidade estabelecidos. A Tabela 2.16 apresenta os parâmetros poluentes e os respectivos preços unitários cobrados em 1992 pela Agência de Bacia Seine-Normandie. Estes preços eram aplicados sobre a descarga de efluentes média diária no mês mais seco onde, portanto, as condições de diluição são mais críticas.

Tabela 2.14. Valores cobrados pela retirada de água bruta em Artois-Picardie - França (adaptado de CNEC/FIPE, 1995a)

Manancial Hídrico	Parcela I (US\$/1000 m <sup>3</sup> )	Parcela II (US\$/1000 m <sup>3</sup> )
Água Subterrânea	18	----
Água Superficial	1,6	36

Tabela 2.15. Valores cobrados pela retirada de água bruta em Seine-Normandie - França (adaptado de CNEC/FIPE, 1995a)

Manancial Hídrico	Parcela I (US\$/1000 m <sup>3</sup> )	Parcela II (US\$/1000 m <sup>3</sup> )
Água Subterrânea	16	26
Água Superficial	0,5	26

Tabela 2.16. Parâmetros e respectivos preços unitários em 1992 da Agência Seine-Normandie - França (adaptado de Tarquínio, 1994).

Parâmetro	Preços Unitários	
	(F/kg/dia)	(US\$/kg/dia)
MES (Matérias em suspensão)	113,9	19,1
MO (Matérias oxidáveis) <sup>1</sup>	249,7	41,8
MN (Matérias nitrogenadas)	213,7	35,8
MI (Matérias inibidoras)	3.502,0	586,9
SS (Sais solúveis)	2.380,0	398,9

1:  $MO = (DQO + 2.DBO_5)/3$

A poluição doméstica é cobrada anualmente, calculada por município ou grupo de municípios. A cobrança é realizada pela companhia concessionária dos serviços de água e esgoto e é o resultado de um produto entre a poluição individual, a população do município, o coeficiente de aglomeração, o coeficiente de coleta e o coeficiente de zona. Arbitrou-se que 1 habitante gera 162 g de substâncias de poluentes ao dia, sendo 90 g de MES; 57 g de MO e 15 g MN. Não são cobrados municípios com menos de 400 habitantes. Para o caso da poluição industrial, a cobrança é calculada em função de uma estimativa da quantidade de contaminação produzida em um dia normal do mês de maior lançamento de esgotos no corpo hídrico. Não existe, portanto, medição direta. As Agências de Bacia se utilizam de um Tabela de Estimativa Fixa que estabelece, para cada tipo de atividade industrial, as quantidades de lançamento dos parâmetros mostrados na Tabela 2.16.

### 2.7.3. Holanda

Na Holanda, 70% das necessidades do abastecimento de água são garantidas pelas águas subterrâneas. A cobrança pela retirada de água é aplicada, apenas, para as águas subterrâneas (Zabel et al., 1999). Há dois tipos de cobranças: i) a aplicada pelas províncias, as quais são baixas e destinadas para financiar pesquisas em gerenciamento de recursos hídricos e ii) a coletada pelo Governo Central com valores mais altos e que fazem parte de uma reforma do Sistema Nacional de Arrecadação de Impostos ("green fiscal reform") no qual se taxa o consumo de bens naturais.

Quanto à cobrança dos efluentes, ela foi introduzida pelo "Act on Pollution of Surface Water" em 1969 (OECD, 1997). A legislação estabelecia um sistema baseado tanto no instrumento regulatório quanto no econômico. A cobrança é baseada no número de "equivalente-populacional" gerado pelo lançador e deve financiar o custo de

controle das atividades poluidoras. O valor cobrado por um equivalente-populacional pode variar de US\$ 30 a US\$ 60 de acordo com a região do país. Uma residência doméstica paga uma cobrança correspondente a três equivalentes-populacionais ou a um equivalente, quando nela reside apenas um morador. Três categorias de indústrias são consideradas em função do respectivo tamanho: pequena (com cobrança fixa), intermediária (cobrança variável em função do número de empregados, tipo de atividade, consumo de água e de matéria-prima) e grande (cobrança variável em função da medição da quantidade e da concentração das emissões).

A receita da cobrança de água na Holanda é mais do que o dobro do arrecadado na França enquanto os valores unitários da cobrança são o dobro das taxas alemãs. Apesar da cobrança ter sido introduzida como uma fonte de financiamento na Holanda, seus altos valores têm induzido mudança no comportamento do usuário. Foram verificadas reduções significativas quanto ao lançamento de efluentes mas não é possível identificar o quanto o sistema de cobrança tem sido responsável por esta melhoria, já que ele opera em conjunto com o sistema de licenciamento.

#### 2.7.4. Inglaterra e País de Gales

O sistema de cobrança pela retirada de água (“water abstraction”) na Inglaterra e País de Gales foi introduzido em 1969. Com o Water Act de 1989 ele passou a ser gerenciado pela National Rivers Authority (NRA), incorporada em 1996 à recém-criada Environmental Agency (EA). A cobrança pela retirada de água é baseada na Equação 2.3 (Dubourg, 1995; Smith, 1995):

$$\$/\text{ano} = V \cdot A \cdot B \cdot C \cdot \text{SUC} \quad (2.3)$$

onde,

V é o volume anual outorgado, A é o fator de fonte, B é o fator sazonal, C é o fator de perdas e SUC é a cobrança unitária padrão (Standard Unit Charge) da região.

Os fatores (A, B e C) impõem relativa penalidade aos usuários. O fator A (variando de 0,2 a 3,0) relaciona-se com o fato da fonte abastecedora ser ou não administrada diretamente pela NRA. A água subterrânea recebe o menor peso entre as fontes. No verão, o fator B tem o maior valor (1,6). Aqueles consumidores com maior

grau de perdas nos seus sistemas de abastecimento possuem maior fator C. Por exemplo, para a irrigação por aspersão, tem-se  $C = 1$  e para abastecimento público  $C = 0,6$ . A cobrança unitária padrão (SUC) reflete os custos administrativos da NRA em cada região do país. Ela varia de US\$ 10 a 28/1000 m<sup>3</sup> de água aproximadamente. O sistema cobra dos usuários de uma região o mesmo preço unitário, independente da água estar sendo retirada de um manancial super explorado ou não.

A partir de 1991, foi elaborado um sistema de cobrança com o objetivo de cobrir os custos administrativos e de monitoramento do sistema de permissões de lançamentos. A cobrança é anual e baseada na seguinte fórmula (Equação 2.4):

$$\$/\text{ano} = CV \cdot CE \cdot CR \cdot \text{ACFF} \quad (2.4)$$

onde,

CV é um coeficiente em função do volume máximo diário admissível de efluente (especificado no sistema de permissões); CE é um coeficiente em função do tipo de efluente; CR é um coeficiente dependente do corpo hídrico receptor (superficial, subterrâneo, estuário) e ACFF, a cobrança anual (Annual Charge Financial Factor), em libras/ano.

O coeficiente CV varia de um valor de 0,3 (para volumes entre 0 a 5 m<sup>3</sup>) até um valor de 14 (para volumes superiores a 150.000 m<sup>3</sup>). O coeficiente tipo de efluente CE também tem faixa de variação entre 0,3 e 14. O coeficiente corpo hídrico receptor CR assume o valor de 0,5 para o caso das águas subterrâneas, 1 para águas superficiais e 1,5 para o caso dos estuários. A cobrança anual (ACFF - uniforme para todas as regiões do país) foi no período 1995/96 de 401 libras (US\$ 661).

Apesar de alguma penalidade achar-se implícita, o mecanismo de cobrança inglês (pela retirada e pelo lançamento) – baseado apenas nos custos administrativos – não estimula a eficiência econômica por subestimar o valor da água. O fator de cobrança anual, uniforme para todo país, não induz à um controle mais rigoroso da poluição em regiões mais críticas.

Há indicativos de que o sistema inglês arrecada entre metade e um quarto do arrecadado pelo sistema alemão. Uma comparação entre os valores da cobrança

praticados na França e na Inglaterra mostram que eles são inferiores aqueles aplicados na Alemanha e na Holanda.

### **2.7.5. Portugal**

Para este país, o Decreto-Lei nº 45 de 22.02.1994 (que faz parte de um “pacote” de reestruturação do setor de recursos hídricos) prevê a alteração do regime econômico e financeiro de gestão da água introduzindo o princípio usuário-pagador, incluindo o poluidor-pagador (Correia, 1995; Almeida, 1999). O sistema de cobrança, ainda não implementado, tem como objetivos a recuperação dos custos, a arrecadação de investimentos e a indução ao melhor uso da água. No caso da cobrança por retirada de água, os valores serão maiores para o setor industrial do que para os usuários doméstico e agrícola assim como para os mananciais mais vulneráveis e para os usuários que se utilizem de um volume de água superior ao recomendado para a respectiva atividade. Para o caso dos lançamentos, as fontes podem solicitar uma redução de 25% na cobrança se reduzirem as descargas de efluentes em certo nível. Ao contrário do exemplo francês, a gestão da cobrança em Portugal será centralizada sem a participação de agências de bacias.

### **2.7.6. Espanha**

O preço da água na Espanha é baixo, apesar da relativa escassez hídrica no país. Com exceção das Ilhas Canárias (onde há um mercado de água) e da região da Catalunha (onde há um programa de combate à poluição), a cobrança pelo uso da água ainda não está difundida pelo país. Na Catalunha, uma lei de 1981 criou um sindicato regional com o objetivo de elaborar os planos de saneamento e de depuração e de financiá-los. Esse sindicato cobra uma taxa de saneamento e de poluição, cujo índice varia de acordo com os objetivos de qualidade das diferentes zonas geográficas da região (Barraqué, 1995).

A prática na Catalunha foi disposta na Lei das Águas de 1985 para todo o país. A Lei criou três tipos de cobrança: i) cobrança relativa ao domínio público hidráulico (utilização dos bens públicos hidráulicos); ii) cobrança relativa à captação de águas (destinada a financiar as obras de regularização e de transposição de vazões) e iii) cobrança pelo despejo dos efluentes. No entanto, essas cobranças não estão sendo

efetivamente praticadas (Graíño, 1998) e as necessidades de financiamento do setor hídrico continuam sendo fortemente subsidiadas.

Como um dos Estados membros da União Européia, a Espanha deverá modernizar o seu sistema de cobrança para atender ao projeto de lei “Diretiva Marco no Campo da Política de Água”. Esta diretiva insta claramente os Estados membros a implantar sistemas tarifários que permitam a recuperação total dos custos, a internalização completa dos custos ambientais derivados de cada uso e, onde for o caso, o valor de escassez da água para todos usuários do recurso. Um estudo que analisa a aplicação de tal norma na irrigação espanhola está descrito em Viñas et al. (1998). Uma análise para a região de Andalúcia é apresentada em Cárdenas (1999).

#### **2.7.7. México**

A cobrança pelo lançamento de efluentes data de 1991 (Seroa da Motta, 1998). A Comissão Nacional da Água (CNA), por lei, pode aplicar o princípio poluidor-pagador (Martinez-Lagunes e Rodríguez-Tirado, 1998). O sistema de cobrança visa a atender dois objetivos: induzir os poluidores ao alcance de determinados padrões ambientais e gerar receitas. Os corpos hídricos são classificados em três tipos em função do nível de tratamento necessário para alcançar seu padrão ambiental. Os valores unitários da cobrança variam de acordo com o tipo do corpo hídrico e com o nível de emissão medida em concentração. Descargas inferiores a 3.000 m<sup>3</sup> são cobradas com base em uma taxa fixa e municípios com população inferior a 2.500 habitantes são isentos.

Problemas associados ao monitoramento e a oposição dos poluidores têm feito com que o valor gerado pela cobrança seja, apenas, uma fração do seu potencial. Como forma de melhorar a aplicação da cobrança, uma recente revisão da respectiva legislação tenta enfatizar a participação pública e privada nas questões, a necessidade de informações confiáveis e a capacidade institucional.

#### **2.7.8. Japão**

Neste país, o Ministério da Construção é o responsável pela questões referentes à quantidade de água e a Agência Ambiental por aquelas relativas à qualidade de água. A administração central do país se responsabiliza pelos rios de maior importância enquanto as autoridades locais (prefeituras) pelos rios de menor importância. Os

recursos para os programas de despoluição são providos pelo Governo. Quanto à cobrança pela retirada de água, há isenção para os setores de utilidade pública e agrícola. Essa cobrança é aplicada, portanto, para os setores hidroelétrico e industrial. Além do tipo de usuário, considera-se a localização da derivação de água. Um exemplo é a bacia do rio Yodo onde existem preços diferenciados para a região do Baixo Yodo (com e sem influência do movimento das marés), do Médio Yodo e do Alto Yodo (OECD, 1980).

## **2.8. Estudos de cobrança pelo uso da água no Brasil**

Não há sistemas de cobrança implementados no Brasil com exceção do caso do Estado do Ceará. Entretanto, antes mesmo da aprovação da Lei nº 9.433/97 alguns estudos teóricos já haviam sido realizados. Recentemente desenvolvem-se outros estudos, sobretudo naqueles estados com sistemas de outorga já implantados (ou em implantação) nos quais os respectivos Conselhos de Recursos Hídricos e órgãos gestores buscam pelas informações que possam subsidiar o processo da aplicação do instrumento de cobrança. Podem ser encontradas, também, contribuições do âmbito acadêmico brasileiro sobre o assunto.

Dessa forma, já é possível identificar no país uma razoável produção intelectual sobre o assunto podendo ser citados (além de outros e dos estudos abordados nos itens 2.8.1 a 2.8.5): Garrido (1995), que discute os aspectos econômicos da cobrança; Lanna (1995), que apresenta uma reflexão sobre o custo incremental médio de oferta de água e a disposição a pagar por água em várias regiões do Brasil; Kelman (1997a, b), que contextualiza outorga e cobrança segundo a Lei nº 9.433/97; Cordeiro Netto (1997), que propõe uma metodologia para avaliar o interesse econômico da vazão ecológica; Thame et al. (1997), que alertam para a necessidade de implantação da cobrança pelo uso da água nos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá; Ribeiro et al. (1998), que refletem sobre alternativas para estruturas de cobrança; Campos (1999a), que faz uma pesquisa histórica sobre administração e cobrança de água; Ribeiro e Lanna (1999), que fazem uma revisão do estado atual da cobrança pelo uso da água no Brasil; Tavares et al. (1999), que discutem a valoração ambiental enfocando a gestão das águas; Cãnepa et al. (1999), que enfocam o princípio usuário-pagador e a sua aplicação no Rio Grande do Sul.

## **2.8.1. Estado do Ceará**

### **Mercado de água**

Em 1854, os usuários da Fonte Batateira (Chapada do Araripe) no Cariri do Ceará (sul do Estado) estabeleceram um sistema de alocação de água que ainda se encontra em operação (Kemper et al., 1995). Naquela época, os produtores de cana-de-açúcar assinaram um contrato formal e empregaram um sistema de medição conhecido como a “telha” – antiga unidade de vazão portuguesa que corresponde a um volume de 64,3 m<sup>3</sup>/hora. Os agricultores da Batateira alocaram as águas da fonte com base nos tamanhos de seus sítios. No decorrer dos anos, a fiscalização dos direitos de água tem variado e hoje os agricultores possuem uma auto-fiscalização. Dados de 1993 permitem calcular o preço pago pela água da Batateira em US\$ 140/1000 m<sup>3</sup>.

Discussão sobre mercados de água no semi-árido do Nordeste também é encontrada em Lanna (1994). Recentemente, Campos (1999b) analisou a viabilidade de implementação de um mercado de água limitado no espaço e no tempo apresentando uma proposta para distritos de irrigação no Ceará em anos de racionamento de água bruta. O mercado proposto tem semelhanças com o sistema de comercialização de água da Fonte Batateira. O autor conclui que a aplicação do mercado de água, local e restritamente, pode ter sucesso.

### **Estudos sobre a cobrança pelo uso da água**

A bacia do rio Curu é uma das mais pesquisadas do Ceará nos mais diversos aspectos. Estudo específico sobre os arranjos institucionais para alocação de água nessa bacia, por exemplo, é encontrado em Kemper (1997). No que se refere à cobrança pelo uso da água, um dos estudos propõe uma estrutura que considerou o custo incremental médio da expansão da oferta como valor de referência para a cobrança, valor este calculado em US\$ 30/1000m<sup>3</sup> (Lanna e Ribeiro, 1996). Nesse exemplo está sendo cobrado a água bruta juntamente com o serviço para a sua disponibilização. A cobrança foi desenvolvida visando o setor agrícola e considerou a inserção de subsídios como forma de proteção aos mais vulneráveis financeiramente. Para essa mesma bacia, Araújo (1997) apresentou três modelos de custo médio da água considerando o custo da água regularizável e o instrumento dos subsídios cruzados.

Em Araújo e Souza (1999) discutem-se aspectos da cobrança pelo uso de água

bruta no Ceará. Os autores apresentam a metodologia de alocação participativa do Ceará, os custos associados à água (custos de operação, administração, manutenção e investimentos) e a capacidade de pagamento dos usuários (indústrias, companhias de abastecimento e setor de irrigação). Os custos médios de operação e manutenção variam de US\$ 5,29 a 15,16/1000 m<sup>3</sup>; o custo de distribuição da oferta hídrica é de US\$ 23,23/1000 m<sup>3</sup> e o custo médio do incremento na oferta é de US\$ 32/1000 m<sup>3</sup>.

### **A prática da cobrança**

O Decreto nº 24.264 de 12.11.96 regulamentou a Lei nº 11.996 de 24.07.1992 “na parte referente à cobrança pela utilização de recursos hídricos”. Segundo o artigo 3 do Decreto, a cobrança é efetuada pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (COGERH). Cobra-se, atualmente, das Companhias de Abastecimento e do setor industrial (art. 3). Os valores que estão sendo praticados são (art. 7):

- a) R\$ 0,01/m<sup>3</sup> consumido pelas concessionárias delegadas de serviço público de abastecimento de água potável;
- b) R\$ 0,60/m<sup>3</sup> consumido para usos e usuários industriais.

Os valores foram definidos por negociação política. A negociação COGERH-CAGECE (responsável pelo abastecimento de quase todo o Estado) definiu o valor de R\$ 0,01/m<sup>3</sup> a ser pago pela CAGECE mas transferiu a responsabilidade pela gestão dos reservatórios (antes da CAGECE) para a Companhia de Gerenciamento. As indústrias já pagavam uma tarifa (pela água bruta recebida) em torno de R\$ 1,20/m<sup>3</sup> à Companhia de Abastecimento. No novo acordo, deixaram de pagar essa tarifa e passaram a ser cobradas no valor de R\$ 0,60/m<sup>3</sup>. Assim, no Ceará, cobra-se a água como contrapartida pelo serviço de sua disponibilização a partir dos reservatórios que a COGERH opera e dos que planeja construir. O Decreto não especificou os valores a serem praticados para outros usos da água como irrigação e piscicultura.

Dois importantes aspectos da experiência cearense são: i) os preços unitários foram arbitrados mais em função de negociações com os usuários do que em função de outras referências econômicas ou financeiras. É um exemplo típico da procura pelo consenso e que deve se repetir em outras regiões do país; ii) a introdução da cobrança utilizou-se da estratégia de iniciar a cobrar pelos grandes usuários, de fácil identificação (como a concessionária de abastecimento).

### 2.8.2. Bacia do rio dos Sinos – Rio Grande do Sul

A Lei nº 10.350/94 (da Política Estadual de Recursos Hídricos), no seu artigo 32, dispõe sobre a cobrança pelo uso dos recursos hídricos neste Estado. O artigo afirma que os valores arrecadados na cobrança serão destinados a aplicações exclusivas e não transferíveis na gestão dos recursos hídricos da bacia hidrográfica de origem. É, portanto, categórico em não permitir a aplicação dos recursos em outras bacias. O inciso I desse artigo dispõe que a cobrança está vinculada à existência de intervenções estruturais e não estruturais aprovadas para a respectiva bacia, sendo vedada a formação de fundos sem que a sua aplicação esteja assegurada e destinada no Plano de Bacia Hidrográfica.

Para simular a aplicação da cobrança no Estado, à luz das disposições da Lei nº 10.350/94, foi desenvolvido um estudo para o Conselho de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul. A bacia do rio dos Sinos foi selecionada como caso de estudo (Pereira et al., 1999). A cobrança pela retirada de água bruta considerou a localização da captação, uso da água, estação do ano, volume consumido e preço de referência arbitrado para a água (US\$ 20/1000 m<sup>3</sup> para o setor doméstico; US\$ 30/1000 m<sup>3</sup> para o industrial e US\$ 5/1000 m<sup>3</sup> para o agrícola). O coeficiente de uso tinha o maior valor para o caso industrial (1,5), um valor intermediário para o abastecimento público (1) e o menor para a irrigação (0,25).

Para a cobrança pelo lançamento de efluentes foram definidos os objetivos qualitativos desejáveis e quantificados os respectivos investimentos. A cobrança foi simulada como instrumento de arrecadação desses investimentos. Entre as diversas simulações realizadas, apresentam-se a seguir duas delas: na primeira, deseja-se arrecadar US\$ 83.544.183 anualmente, com o propósito de implantar a solução técnica preconizada integralmente (todas as fontes poluidoras serão tratadas), não será utilizado nenhum tipo de subsídio. Na segunda simulação deseja-se arrecadar US\$ 9.064.917 (todas as fontes serão tratadas, exceto os efluentes industriais e a drenagem pluvial urbana), mantendo-se as demais condições anteriores. A Tabela 2.17 mostra os preços unitários (máximos e mínimos) a serem pagos pelas fontes poluidoras envolvidas, exceto as indústrias. Para estas, o maior valor encontrado refere-se ao setor têxtil (simulação 1) que pagaria US\$ 13,4 por cada m<sup>3</sup> de efluente lançado.

Tabela 2.17. Preço unitário de lançamento de efluentes para a bacia do rio dos Sinos-RS (adaptado de Pereira et al., 1999).

Fonte Poluidora		Unidade	Simulação 1		Simulação 2	
			Máx	Mín	Máx	Mín
População Urbana <sup>1</sup>		US\$/hab.ano	43,9	2,84	4,77	0,31
População Rural		US\$/hab.ano	51,8	1,53	5,62	0,17
Fontes Difusas Rurais		US\$/ha.ano	32,9	1,64	3,57	0,18
Criação de Animais	Grande	US\$/cab.ano	2,67	0,08	0,29	0,009
	Pequeno	US\$/cab.ano	0,089	0,003	0,01	0,000

<sup>1</sup> População Urbana: Custos de Esgotos Domésticos Urbanos, Resíduos Sólidos Domésticos e Drenagem Pluvial Urbana.

### 2.8.3. Estado de São Paulo

Vários estudos já foram realizados para as bacias hidrográficas desse Estado podendo ser citados Conejo (1993), Inui et al. (1993), Souza (1993) e Martinez Jr.(1997). Esse último simulou a cobrança para as bacias do Alto Tietê, Piracicaba e Baixada Santista. Um estudo sobre a implantação da cobrança pela utilização dos recursos hídricos para o Estado de São Paulo (CNEC/FIPE, 1995b) foi desenvolvida pelo DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica) em parceria com o Consórcio Nacional de Engenheiros e Consultores (CNEC) e com a Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (FIPE). O Conselho Estadual de Recursos Hídricos de São Paulo apresentou, em outubro de 1997, uma proposta para a cobrança pelo uso da água (CRH/SP, 1997).

Na proposta do CRH/SP (1997), as retiradas de água bruta serão cobradas com base no volume de água captado e no volume de água consumido (parcela do volume captado que não retorna ao manancial). O "Preço Unitário Final" para a cobrança será obtido pela multiplicação do "Preço Unitário Básico" por coeficientes que retratem o tipo de manancial, a classe do rio, a localização do usuário em relação à zona de recarga de aquíferos, a finalidade do uso e as peculiaridades regionais e locais, entre outros. O "Preço Unitário Final", assim calculado, deverá ser menor que um valor chamado "Preço Unitário Máximo" (Tabela 2.18).

Para o caso do lançamento de efluentes, o estudo do CRH/SP (1997) adotou como parâmetros para definição de valores de cobrança, a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Resíduos Sedimentáveis (RS) e Carga Inorgânica: metais, cianetos e fluoretos (CI). Da mesma forma que para o caso

da retirada de água foram propostos dois preços unitários a serem aplicados: o básico e o máximo. A Tabela 2.18 apresenta esses valores.

Tabela 2.18. Preços unitários propostos para a cobrança pelo uso da água no Estado de São Paulo (CRH/SP, 1997).

Item	Unidade	Preços unitários (R\$)	
		Básico	Máximo
retirada água bruta			
captação	m <sup>3</sup>	0,01	0,05
consumo	m <sup>3</sup>	0,02	0,10
lançamentos			
DBO	kg	0,10	1,00
DQO	kg	0,05	0,50
RS	litro	0,01	0,10
CI	kg	1,00	10,00

No momento encontra-se em discussão o Projeto de Lei nº 20 de 1998 que dispõe sobre a cobrança no Estado de São Paulo. A proposta é que a cobrança seja realizada pelas Agências de Bacia (na forma prevista em lei específica sobre essas entidades) ou pela entidade responsável pela outorga de direito de uso nas bacias desprovidas de Agências. No primeiro caso propõe-se que a cobrança seja administrada pela Agência sendo repassada ao Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO), entre outras, a quota-parte que couber à respectiva bacia quanto ao funcionamento do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos. No segundo caso (bacia sem Agência), o produto da cobrança seria creditado nas sub-contas do FEHIDRO correspondente à cada bacia.

#### 2.8.4. Bacia do rio Itapicuru - Bahia

A Lei nº 6.855/95 (que dispõe sobre a Política, o Gerenciamento e o Plano Estadual de Recursos Hídricos) trata da cobrança nos seus artigos 14, 15 e 16. Entre os objetivos da cobrança está o de conferir racionalidade econômica ao uso dos recursos hídricos (art. 14, I) e promover a melhoria do gerenciamento das áreas onde foram arrecadados (art. 14, IV).

Uma das bacias estudadas, no âmbito da Superintendência de Recursos Hídricos da Bahia, é a na bacia do rio Itapicuru. O estudo de Carrera-Fernandez (1997) analisou, entre outros, a cobrança pelo lançamento dos despejos de poluentes derivados da mineração do cromo nessa bacia. A concentração de cromo nos rejeitos dessa atividade é da ordem de 10

mg/l, valor superior ao exigido pelo CONAMA para rios enquadrados na classe 2 (0,5 mg/l), caso do Itapicuru. Os valores a serem cobrados foram quantificados com base nos custos de tecnologias alternativas de produção do minério capazes de reduzir a concentração de cromo nos respectivos lançamentos. Em um dos cenários analisados encontra-se um valor a ser cobrado de US\$ 0,0152 por tonelada de cromo produzida, o que representa um acréscimo de 0,1% no custo de extração do mineral estando dentro da capacidade de pagamento dos usuários.

### **2.8.5. Bacia do rio Paraíba do Sul**

Essa bacia abrange uma das mais desenvolvidas regiões industriais do país, tem área de 57.000 Km<sup>2</sup>, engloba os Estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais e é habitada por 5 milhões de habitantes. No âmbito do Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica do Ministério do Planejamento e Orçamento foi elaborado um programa de investimentos para recuperação ambiental da bacia em valor aproximado de US\$ 3 bilhões (Campos, 1999). As ações de recuperação ambiental da bacia deverão ser conduzidas pela atuação do Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP), dos comitês estaduais, dos consórcios intermunicipais e das associações dos usuários.

Para essa bacia foi realizada uma simulação preliminar da cobrança pelo uso da água visando estimar os recursos potencialmente arrecadáveis. Os valores adotados para a cobrança foram: US\$ 3,60/1000 m<sup>3</sup> (captação); US\$ 18/1000 m<sup>3</sup> (consumo); US\$ 147,80/ton (matérias oxidáveis) e US\$ 124,50/ton (matérias em suspensão). O resultado da simulação indica o total arrecadável de US\$ 48 milhões/ano (US\$ 960 milhões em 20 anos, horizonte de planejamento do Programa de Investimento). A esse valor deverão ser somados os valores a serem arrecadados com as transposições existentes para a Região Metropolitana do Rio de Janeiro e adjacências (US\$ 101 milhões/ano). A análise dos impactos da cobrança nos usuários mostra que os valores estariam dentro da disposição de pagamento dos mesmos.

## **2.9. A ótica econômica e a financeira nos estudos de cobrança no Brasil**

Com base na revisão de literatura realizada nesta pesquisa sobre os métodos para monetarizar a água, a experiência no exterior e o estudos brasileiros, categoriza-se a cobrança pelo uso da água em quatro grandes grupos:

- i) cobrança como instrumento financeiro para recuperação dos custos de operação, manutenção e investimentos das obras de expansão da oferta e controle da poluição;
- ii) cobrança como mecanismo financeiro (isto é, arrecadatário) para viabilizar os programas dos planos de recursos hídricos incluindo o financiamento do sistema de gestão de recursos hídricos;
- iii) cobrança como instrumento econômico (sem criação de mercado) visando internalizar as externalidades e reservando a água para os mais eficientes;
- iv) cobrança como mecanismo econômico com valor da água negociado em um mercado de direitos de uso.

Os itens i e ii anteriores estão associados aos objetivos financeiros e os iii e iv, aos econômicos. Como discutido neste Capítulo, a Lei nº 9.433/97 explicita que a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico (art. 1, II). A Lei dispõe que a cobrança pelo uso de recursos hídricos objetiva (art. 19, I) “reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor” (grifo nosso). Apesar desse dispositivo, uma análise dos estudos de cobrança no Brasil e da prática no Ceará (com exceção do mercado de água no Cariri desse Estado) mostra que apenas o objetivo financeiro (disposto no art. 19, III) está sendo atendido de forma explícita e, portanto, contribuições à eficiência econômica e ambiental apenas existirão como efeitos colaterais.

Os valores de cobrança propostos nos estudos brasileiros são de uma ordem tal que, na maioria dos casos, não afetariam as quantidades consumidas/lançadas dos usuários. Isto acontece, como já comentado, pois a cobrança tem sido vista como um mecanismo financeiro o que pode ser justificado porque: i) há grande dificuldade em se valorar a água segundo a ótica econômica – que exige o conhecimento da curva de disposição a pagar (seja no lado da captação ou do lançamento de descargas) e ii) procura-se viabilizar politicamente a introdução da cobrança fazendo com que o usuário de água não seja significativamente afetado em seus custos. De forma geral, os estudos brasileiros propõem que o usuário industrial seja mais onerado, o residencial assuma valores intermediários e o agrícola seja o menos cobrado o que está em consonância com a capacidade de pagamento dos mesmos.

O aperfeiçoamento do sistema no país poderá fazer com que, gradativamente, considerações econômicas sejam incluídas nas análises e a cobrança seja mecanismo para gerenciar a demanda e não apenas para recuperar custos ou financiar investimentos. A maior adoção de aspectos econômicos no cálculo da cobrança poderá trazer como consequência a retração de uso, diminuindo as receitas geradas. Havendo retração, entretanto, os conflitos pelo uso da água estariam minimizados e as necessidades de investimentos reduzidas.

A inclusão de considerações econômicas exige o conhecimento da curva de disposição a pagar por água e as informações sobre o parâmetro elasticidade-preço. Como visto, na grande maioria dos exemplos da experiência internacional e dos estudos brasileiros em cobrança pelo uso da água, os valores a serem pagos foram e estão sendo definidos sem considerar essas informações. A seção seguinte discute o parâmetro elasticidade-preço e a disposição a pagar por água.

## 2.10. Considerações sobre a elasticidade-preço e a disposição a pagar

O parâmetro elasticidade-preço da demanda por água refere-se às cogitações sobre quanto o consumidor estaria disposto a modificar o seu consumo caso houvesse uma alteração no preço da água. Sendo assim, ele informa sobre as esperadas retrações de uso e as consequências em termos da arrecadação promovida. O parâmetro é definido segundo a Equação 2.5:

$$E_p = - [(\Delta Q)/Q] / [(\Delta P)/P] \quad (2.5)$$

onde,

$E_p$  é a elasticidade-preço da demanda;  $Q$  é a quantidade demandada e  $P$ , o preço do bem.

A  $E_p$  assume valores que variam de infinito até zero (Figura 2.5). Quando ela é maior que a unidade (valor absoluto), diz-se que o usuário tem demanda elástica. O decréscimo no preço é compensado pelo aumento (mais do que proporcional) da quantidade transacionada e as receitas totais aumentam. Se o preço aumentar, as quantidades serão reduzidas em maior proporção e as receitas diminuirão. Quando a  $E_p$  é inferior à unidade, o usuário é tido como de demanda preço-inelástica. Quando o

preço diminui, a quantidade demandada aumenta menos do que proporcionalmente e a arrecadação diminui. Quando o preço cresce, a quantidade decresce em menor proporção e a arrecadação aumenta.

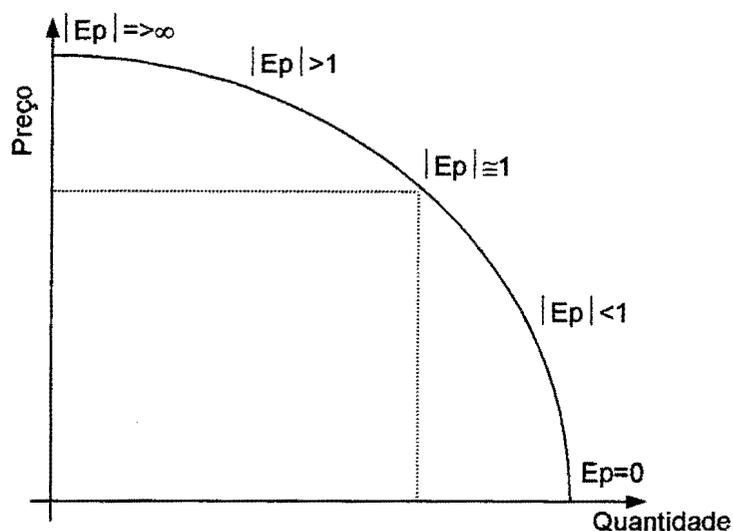


Figura 2.5. Elasticidade-preço da demanda por água (Ribeiro et al., 1999)

Estudos já realizados mostram que, de forma geral, os usuários da água têm demandas inelásticas. No entanto, o usuário doméstico seria o mais inelástico de todos (90% das estimativas estão entre 0 e 0,75 em estudos nos Estados Unidos segundo Espey et al., 1997). O industrial e o agrícola são menos inelásticos isto é, mais sensíveis as variações de preço.

Considerando-se que o usuário doméstico é mais inelástico do que o industrial e sendo o objetivo da cobrança o financeiro, este seria o usuário mais cobrado. Um aumento de preço faria com que o usuário doméstico reduzisse sua demanda menos que proporcionalmente causando aumento na receita gerada (objetivo pretendido). De modo contrário, o aumento de preço faria com que o industrial, menos inelástico, diminuísse as quantidades demandadas mais do que proporcionalmente, o que acarretaria redução na receita. Para garantir preços ótimos para geração de receita, portanto, usuários com demandas mais inelásticas pagariam mais que aqueles com demandas menos inelásticas. Aplicar-se-ia o critério de preço público onde a cobrança é inversamente proporcional à elasticidade-preço da curva de demanda. Se a cobrança for entendida como um instrumento para gerenciar demanda muito mais do que para recuperar custos ou financiar investimentos (isto é, se prevalecer o objetivo econômico), estudos da função

de demanda e da sua elasticidade indicariam qual o preço que faria o usuário retrair consumo e de quanto seria esta redução.

A informação sobre “disposição a pagar” é outro aspecto importante para aperfeiçoamento dos valores a serem cobrados e da análise dos impactos nos usuários. Esta informação permitiria a construção da própria curva de demanda por água na bacia da qual se extrairia as estimativas sobre o parâmetro elasticidade-preço discutido no item anterior.

Para os países em desenvolvimento, os estudos também indicam que o usuário doméstico tem demanda inelástica (Bhatia et al., 1995). Para estes países há a crença de que os preços da água não exercem influência nas demandas porque a conta de água representa uma pequena percentagem do orçamento da residência, sendo a oferta de água altamente subsidiada pelo poder público por intermédio de baixas tarifas. As baixas tarifas fazem acreditar que os usuários não teriam disposição a pagar por água, hipótese que vem sendo contrariada por alguns estudos. Entre esses destaca-se o de Briscoe et al. (1990) onde foram oferecidos valores mensais hipotéticos para uma tarifa de água para conexão em três regiões rurais no Brasil (no Ceará, norte de Minas Gerais e no Paraná) verificando-se que havia disposição a pagar pela oferta incremental de água. O trabalho da Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (FIPE) para o Vale do Paraíba do Sul fez uma pesquisa de disposição a pagar pelo conjunto de benefícios decorrentes da implementação dos projetos de investimentos que visam ampliar a oferta de água e reduzir a poluição. Encontrou-se um valor de disposição de pagamento de R\$ 6,13/residência (CNEC/FIPE, 1995b).

### **3. Caso estudado: bacia do rio Pirapama – PE**

#### **3.1. A bacia do rio Pirapama e a RMR**

A Região Metropolitana do Recife (RMR) concentrava em 1996 uma população total de 3.089.848 habitantes, representando 41,76% da população total de Pernambuco, e uma densidade demográfica de 1.114,66 hab/km<sup>2</sup>, tendo a cidade do Recife a densidade de 6.154,76 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 1996). A Região é integrada por quinze municípios nos quais predominam as atividades terciárias e secundárias que foram responsáveis, em 1995, por 80% do ICMS arrecadado no Estado (CPRH/DFID, 1998a). No setor de recursos hídricos, segundo o Plano Estadual de Recursos Hídricos (Pernambuco, 1998), os problemas mais sérios da Região são: insuficiente produção de água tratada, elevadas perdas e altos desperdícios; precário atendimento dos sistemas de esgotamento sanitário e de limpeza pública; problemas de drenagem causados pelo inadequado uso do solo; poluição hídrica acentuada em alguns mananciais e ausência de manejo conservacionista das bacias hidrográficas. Há algum tempo o sistema de abastecimento de água metropolitano se encontra deficitário, não atendendo integralmente as demandas da região. A situação encontra-se agravada nos últimos três anos (1997, 1998 e 1999) estando a população e as atividades produtivas, no momento, submetidas a um severo racionamento. Além dos problemas quantitativos, são graves os problemas de poluição hídrica, o que compromete as condições de saúde pública na Região.

A bacia do rio Pirapama situa-se na costa oriental do Nordeste brasileiro, na parte sul da RMR com eixo maior correspondente ao paralelo 8°14'00''S e longitude 35°07'30''W (Figura 3.1). A bacia foi identificada, há alguns anos, como uma das alternativas para o aumento da oferta de água para a Região (CPRH/DFID, 1998b). Os primeiros estudos realizados nesse sentido datam dos anos 60 e têm autoria da então Comissão de Planejamento dos Sistemas de Águas e Esgotos do Recife (Coplac).

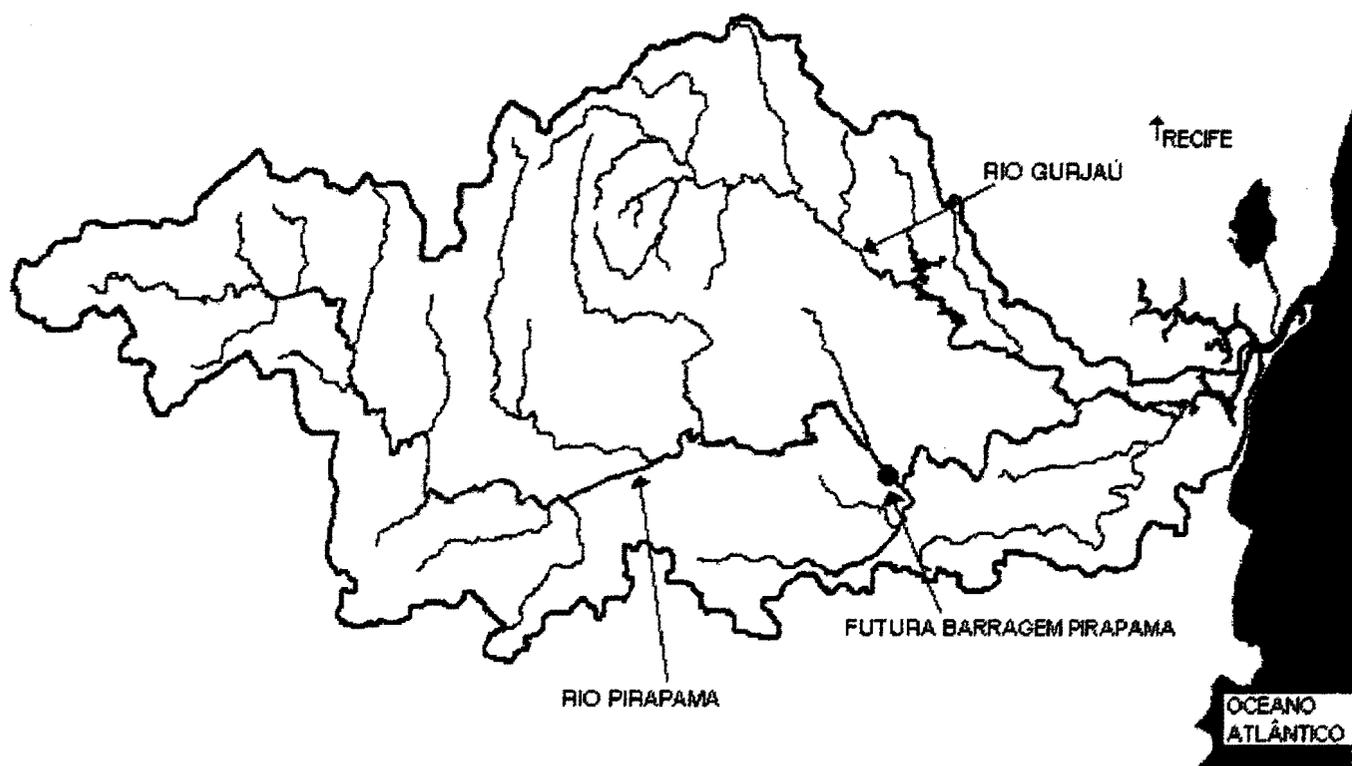


Figura 3.1. Bacia Hidrográfica do rio Pirapama – PE: rede hidrográfica e localização da futura barragem Pirapama (adaptado de CPRH/DFID, 1998b)

No período 1980-82, a Companhia Pernambucana de Saneamento (Compesa) elaborou o “Plano Diretor de Recursos Hídricos da Região Metropolitana do Recife” e o rio Pirapama se apresentou como principal manancial potencial para a RMR. Em 1986, o “Plano Diretor de Abastecimento d’Água da Região Metropolitana do Recife”, também elaborado pela Compesa, indicava a necessidade de se utilizar o manancial para suprimento da crescente demanda da RMR. O Pirapama é o manancial mais importante em um raio de 40 km da cidade do Recife. A entrada do reservatório Pirapama na bacia modificará os usos atuais da água uma vez que exigirá maior eficiência por parte dos usuários localizados na própria bacia como por aqueles situados nos limites extra-bacia. A previsão é de que 6,33 m<sup>3</sup>/s sejam regularizados pela barragem Pirapama, dos quais 5,13 m<sup>3</sup>/s destinados ao abastecimento público da RMR (CPRH/DFID, 1998b).

A importância da bacia do Pirapama para a RMR motivou a assinatura de um convênio entre o Governo do Estado de Pernambuco e o Governo do Reino Unido, através do qual está sendo desenvolvido o Projeto “Planejamento e Gerenciamento Ambiental da Bacia do Pirapama”, conhecido como “Projeto Pirapama” (CPRH/DFID,

1998c). O Projeto tem prazo de execução de três anos (1997-2000), envolvendo uma estratégia multidisciplinar e interinstitucional para propor diretrizes a fim de minimizar os atuais e potenciais conflitos relativos ao crescimento econômico, gerenciamento ambiental e desenvolvimento social na bacia. É objetivo do Projeto propor diretrizes para garantir a oferta de água de boa qualidade para a RMR e para os demais municípios da bacia.

### **3.2. Aspectos físicos e climatológicos**

A bacia do rio Pirapama tem área de 600 km<sup>2</sup> tendo o rio principal extensão em torno de 80 km o qual nasce a 450 m de altitude, no município de Pombos (CPRH/DFID, 1998d). Cinco sextos dessa área situam-se em estruturas geológicas do embasamento cristalino representadas por rochas do Complexo Gnáissico Migmatítico. O trecho inferior da bacia situa-se em rochas sedimentares da Formação Cabo e da Formação Ipojuca assim com em sedimentos da Formação Barreiras e em depósitos aluviões e sedimentos de praia. As seguintes classes de solo podem ser identificadas na área da bacia: Areias Quartzosas Marinhas, Solos Indiscriminados de Mangue, Terra Roxa, Associação de Solos Glei e Solos Aluviais, Latossolos e Solos Podzólicos. Três tipos de unidades morfo-topográficas são identificadas: a planície flúvio-marinha (com cotas inferiores a 10 m); os tabuleiros (com altitudes que não ultrapassam 70 m); as colinas (com atitudes que variam de 50 a 75 m) e os morros e patamares cristalinos (relevos modelados em estruturas cristalinas com altitudes superiores a 60 m).

A vegetação da bacia fazia parte da floresta tropical atlântica que já cobriu toda a faixa costeira de Pernambuco (Andrade e Lins, 1984). Hoje, a mata atlântica se reduz, na área da bacia, a algumas reservas e a uns poucos remanescentes nos municípios de Escada e Pombos. Seguindo as variações das precipitações, a floresta tropical se diversifica em mata úmida e mata seca. Na faixa de solo arenoso das restingas do litoral da bacia encontram-se remanescentes da primitiva mata de restinga. Em torno do estuário Pirapama-Jaboatão tem-se os manguezais, hoje bastante degradados.

A bacia possui clima quente e úmido do tipo As', pseudotropical, da classificação de Köppen. Duas estações são bem definidas: a úmida (de março a agosto) e a seca (de setembro a fevereiro). Os totais pluviométricos decrescem de leste para oeste, passando de 2.300 mm anuais (do litoral até o sul da cidade do Cabo) para 1.300 mm no interior da bacia (Zona da Mata). Setenta e cinco a oitenta por cento das

chuvas anuais ocorrem no período chuvoso e vinte a vinte e cinco por cento, no período seco. A temperatura média anual é de 23°C. Os meses com maior evaporação são setembro, outubro e novembro.

### **3.3. Aspectos sócio-econômicos e de uso do solo**

A bacia do Pirapama é composta por áreas de sete municípios dos quais quatro pertencem à RMR e três à Zona da Mata Pernambucana. Juntamente com a bacia do rio Jaboatão, ela constitui um dos Grupos de Pequenas Bacias Litorâneas de Pernambuco (o GL2, denominado também de Unidade de Planejamento Hídrico nº 15 segundo Pernambuco, 1998). Tem população total de 103.269 habitantes, sendo 38% dela localizada na zona rural e 62% na zona urbana pertencente à RMR e representada pela cidade do Cabo. O espaço social urbano da bacia é caracterizado pelas áreas de uso residencial, área de uso industrial, área de comércio e serviços e área de lazer/veraneio (CPRH/DFID, 1998d). O espaço social rural é constituído por pequenas propriedades rurais e assentamentos decorrentes do processo de reforma agrária.

O município do Cabo é um dos principais pólos industriais da RMR. Existem na bacia do Pirapama 24 grandes indústrias, incluindo o setor agroindustrial (álcool e açúcar). Além deste, atuam na bacia os setores químico, de bebidas, de alimentos, de papel, têxtil, minerais não metálicos e mecânico. A maior parte das Empresas (79%) estão situadas na zona urbana do Distrito Industrial do Cabo. Além das atividades industriais da bacia, o Complexo Industrial Portuário de Suape, embora localizado na vizinha bacia do rio Ipojuca (ao sul do Pirapama), exerce grande influência na bacia. Na zona rural da bacia, a economia é baseada na monocultura canavieira. Todos os municípios são produtores de cana-de-açúcar no entanto, a atividade sucroalcooleira tem baixos níveis de produtividade (50 mil kg/ha).

A bacia agrega vários problemas sociais como alta mortalidade infantil, altos índices de esquistossomose (doença de maior incidência na bacia), condições educacionais precárias, inadequada infra-estrutura sanitária (CPRH/DFID, 1998a). Na zona urbana, o processo de favelização é intenso no município do Cabo de Santo Agostinho e, na zona rural da bacia, a taxa de desemprego é alta no período de entressafra da cana de açúcar (março a agosto).

### 3.4. Informações hidrológicas e demandas hídricas

#### 3.4.1. Informações hidrológicas

Na bacia do Pirapama não há, atualmente, estação pluviométrica, evaporimétrica ou fluviométrica. Houve, no período de 1974-1982, a operação de uma rede pluviométrica e fluviométrica em torno da área do Complexo Portuário de Suape que desejava identificar potenciais mananciais para o seu abastecimento; algumas dessas estações se localizavam na bacia do Pirapama. Além da campanha de medições de vazões operada por Suape, outras campanhas esporádicas foram realizadas na bacia como a campanha da Compesa para o mês de dezembro de 1993 (ano em que a região passava por uma severa estiagem havendo dificuldades em se abastecer a RMR) e como a recente campanha do Projeto Pirapama no final do ano de 1997 e início de 1998.

Estudos no âmbito do Projeto Pirapama (CPRM/DFID, 1998b), apoiando-se nos dados de vazões diárias da Campanha de Suape na seção Matapagipe (sub-bacia com 312 km<sup>2</sup>), e se utilizando do modelo matemático de simulação do processo de transformação de chuva em vazão SMAP, geraram dados de vazões mensais para o período 1921-1996. Para isso, o estudo do Projeto Pirapama estendeu a série pluviométrica observada em Matapagipe pela Campanha de Suape (com base na série de Palmares do Banco de Dados da Sudene, estação localizada fora da bacia) para o período 1921-1996. A mesma calibragem usada para a seção de Matapagipe foi adotada para a seção da futura barragem Pirapama (sub-bacia com 341,50 km<sup>2</sup>). O estudo do Projeto Pirapama também gerou uma série de descargas mensais para o local cogitado para construção de uma barragem, no rio Pirapama, para abastecimento da cidade de Vitória (sub-bacia com 51,00 km<sup>2</sup>). Assim, o referido estudo gerou três séries de vazões mensais na bacia: na seção da barragem Vitória, na seção Matapagipe e na seção da barragem Pirapama. Essas seções estão apresentadas na Figura 3.2.

As três séries de vazões mensais geradas pela CPRH/DFID (1998b) subsidiam todo o estudo de outorga desenvolvido nesta pesquisa, o qual está apresentado no Capítulo 4. Esclarece-se que esta tese não tem como objetivo fazer uma avaliação hidrológica para a bacia do rio Pirapama e, portanto, se utiliza dos dados de vazões produzidos no âmbito do Projeto Pirapama como os dados representativos da disponibilidade hídrica na bacia.

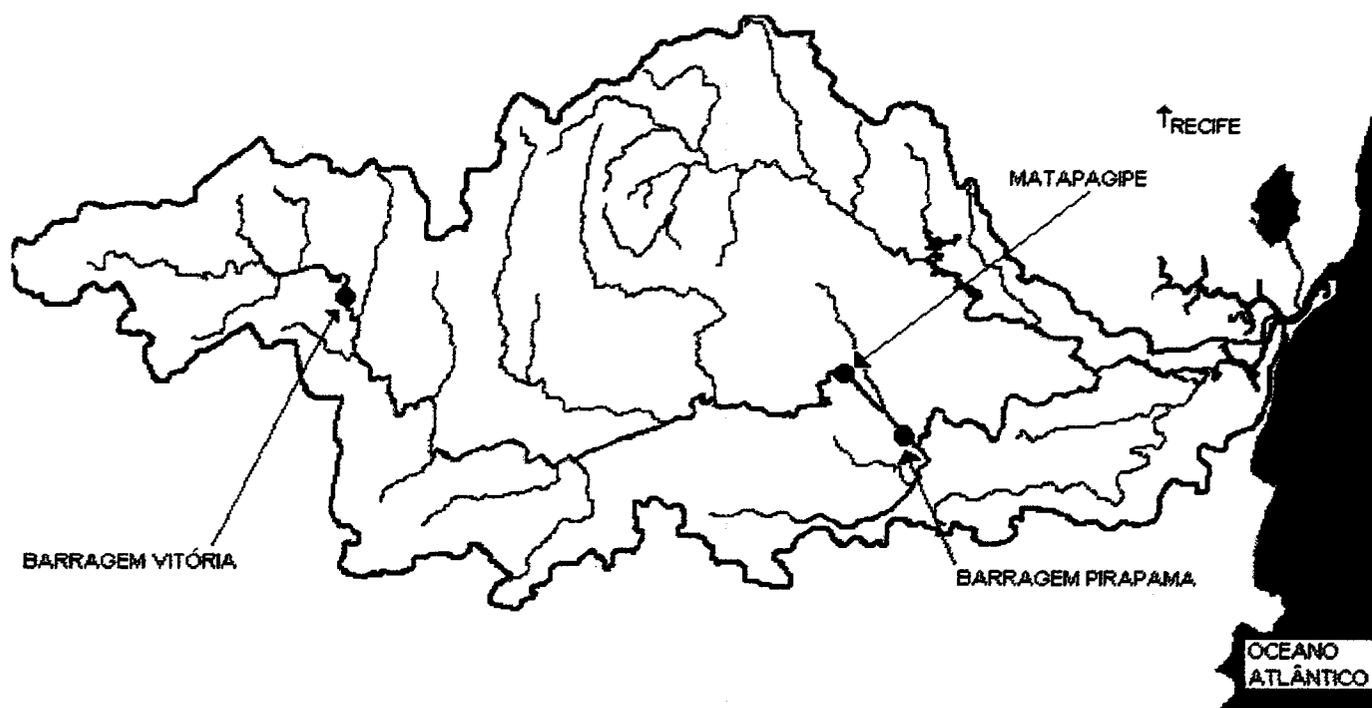


Figura 3.2. Bacia Hidrográfica do rio Pirapama - PE: seções de geração de vazões do estudo do Projeto Pirapama (adaptado de CPRH/DFID, 1998b)

#### 3.4.2. Demandas hídricas

Os usos da água na bacia são destinados a: agroindústrias (três destilarias de álcool e uma usina de cana-de-açúcar); duas pequenas hidroelétricas; abastecimento público da RMR (incluindo a cidade do Cabo); abastecimento de pequenos núcleos rurais; um distrito industrial; diluição dos efluentes domésticos e industriais. A geração de energia é realizada a fio d'água e representa um uso não consuntivo para a bacia. As agroindústrias e as indústrias captam a fio d'água enquanto a cidade do Cabo é abastecida pelo sistema Bitá-Utinga localizado na bacia do rio Ipojuca. Parcela da zona sul da RMR é suprida pelo reservatório Gurjáú (na bacia do Pirapama) operado pela Comepsa. A zona rural é abastecida por poços amazonas mas não há estudos que quantifiquem essas demandas. As demandas dos demais usuários estão mostradas na Tabela 3.1. A bacia já apresenta conflitos atuais de uso de água os quais estão mais acirrados em função da severa estiagem que vive a região. A nova configuração dos usos da água na bacia com a entrada da barragem Pirapama está discutida no Capítulo 4.

Tabela 3.1. Setores usuários da água na bacia do Pirapama para a situação atual (adaptado de CPRH/DFID, 1998b).

Setores usuários	d demanda (m <sup>3</sup> /s)	percentual do total (%)
agroindustrial	0,82	8,50
industrial	0,33	3,42
geração de energia	7,10 <sup>1</sup>	73,58
doméstico (cidade do Cabo)	0,40 <sup>2</sup>	4,14
doméstico (RMR)	1,00	10,36
total	9,65 <sup>3</sup>	100

1: uso não consuntivo;

2: suprida pelo sistema Bitá-Utinga do Complexo de Suape (bacia do Ipojuca);

3: incluindo uso não consuntivo e suprimento pelo sistema Bitá-Utinga.

### 3.5. Monitoramento qualitativo e lançamento de efluentes

#### 3.5.1. Monitoramento da qualidade de água

O monitoramento da qualidade de água dos rios de Pernambuco é realizado pelo órgão ambiental do Estado, a Companhia Pernambucana do Meio Ambiente criada em 1976 (CPRH, 1996). Ele teve início em 1984 com algumas interrupções. Na bacia hidrográfica do rio Pirapama eram monitoradas inicialmente 16 estações de amostragem; em 1991 estas estações foram reduzidas ao número de 7 (6 no rio Pirapama e uma no afluente Gurjaú). A Figura 3.3 mostra a localização de tais estações na bacia.

Nas estações de monitoramento da qualidade de água (Figura 3.3) são observados os seguintes parâmetros (CPRH/DFID, 1998e): temperatura, turbidez, cor, pH, condutividade elétrica, cloreto, oxigênio dissolvido, Demanda Bioquímica de Oxigênio (a 5 dias e 20 graus, isto é, DBO<sub>5,20</sub>), coliformes fecais, nitrato, amônia, fósforo e sólidos em suspensão. A análise de metais é feita para uma única estação (3.80).

#### 3.5.2. Lançamento de efluentes

O lançamento de efluentes na bacia do Pirapama pode ser caracterizado em três grandes grupos: i) efluentes de origem agroindustrial, ii) efluentes de origem industrial e iii) lançamentos domésticos. No primeiro grupo estão as descargas de vinhaça diretamente nos cursos de água; os resíduos da fertirrigação com vinhaça que alcançam o rio; a descarga das águas de lavagem das usinas de açúcar e a descarga de água quente

das destilarias. No segundo grupo estão os efluentes da indústria química, de bebidas, de alimentos. Há outros setores industriais como o de minerais não metálicos que não produzem poluição para a bacia. O último grupo é representado pelos lançamentos domésticos urbanos da cidade do Cabo e rurais de todo o restante da bacia.

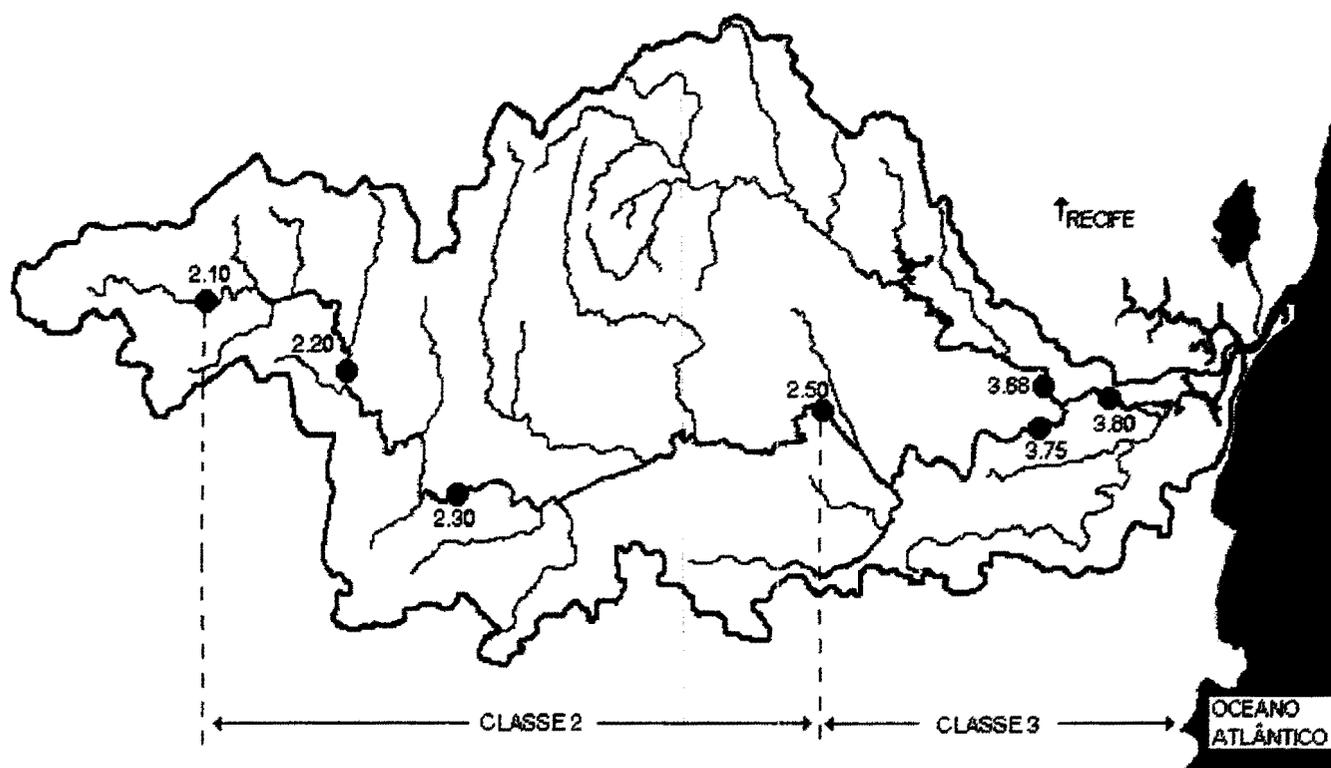


Figura 3.3. Bacia Hidrográfica do rio Pirapama - PE: seções de monitoramento da qualidade de água e classificação do rio Pirapama segundo o enquadramento (adaptado de CPRH/DFID, 1998e).

A Tabela 3.2 apresenta as cargas potenciais de DBO (kg/dia) referentes a cada um dos três grupos. O cálculo da carga potencial para o setor doméstico foi feito com base na contribuição de 54g DBO/hab.dia. Os demais valores foram extraídos de CPRH/DFID (1998f).

Tabela 3.2. Cargas potenciais (kg DBO/dia) por setor usuário na bacia do Pirapama (com base em CPRH/DFID, 1998f).

setor	carga potencial (kg DBO/dia)	percentual (%)
agroindustrial	241.270,00	93,41
industrial	11.439,00	4,42
doméstico	5.576,53	2,17
total	258.285,53	100

### 3.6. Enquadramento dos corpos d'água e classificação atual das águas do Pirapama

#### 3.6.1. Enquadramento dos corpos d'água

O enquadramento em Pernambuco está disposto no Decreto Estadual nº 11.358 de 26.03.1986 e foi elaborado a partir da classificação de qualidade de água estabelecida pelo Decreto Estadual nº 7.269 de 15.06.1981, com base na Portaria GM 13 de 15.01.1976 do Ministério do Interior.

A Tabela 3.3 mostra a correspondência entre as classes de usos preponderantes da Portaria GM 13/76 e da Resolução CONAMA nº 020/86. A principal diferença é que a Resolução criou uma classe intermediária entre a 1 e a 2 da Portaria GM 13/76, representada pela Classe 1 da Resolução CONAMA nº 020/86, aumentando com isto para 5 classes as possibilidades de enquadramento das águas doces.

Tabela 3.3. Correspondência entre a Portaria GM 13/76 e a Resolução CONAMA nº 020/86.

Classes da Portaria GM 13/76	Classes da Resolução nº 020/86
1	Especial
	1
2	2
3	3
4	4

obs: as águas na classe 4 da Portaria poderiam ser usadas para abastecimento doméstico após tratamento avançado. Na Resolução CONAMA nº 020/86 elas são consideradas impróprias para este uso.

A Tabela 3.4 mostra as classes de usos preponderantes para o rio Pirapama e seus afluentes segundo enquadramento realizado conforme Decreto Estadual nº 11.358/86 (CPRH, 1985). Analisando o rio Pirapama, três classes de usos preponderantes se fazem presentes (Figura 3.3): Classes 1 e 2 (no trecho a montante da futura barragem) e Classe 3 (no trecho a jusante). Sendo que a Classe 1 é a Classe Especial da Resolução CONAMA nº 020/86 (Tabela 3.3). Os usos preponderantes em cada classe já foram apresentados na Tabela 2.3 do Capítulo 2 e não serão aqui comentados.

Tabela 3.4. Enquadramento dos rios da bacia do Pirapama segundo Decreto Estadual nº 11.358/86 (CPRH, 1985).

Bacia do Rio Pirapama	Classes
<b>Rio Pirapama:</b>	
da nascente até captação do Engenho Pitú	1
do Engenho Pitú até Cotonificio José Rufino	2
do Cotonificio José Rufino até sua foz	3
<b>Afluentes do Rio Pirapama:</b>	
Rio Gurjaú (da nascente até a barragem Gurjaú)	1
Riacho Sebastopol (da nascente até sua foz)	1
Riacho Ubaldinho (da nascente até captação da Usina Bom Jesus	1
Riacho dos Macacos (da nascente até 3 km a montante de sua foz)	1
Rio Cajabussu (da nascente até sua foz)	1
Riacho Dois Rios (da nascente até sua foz)	1
Rio Utinga (da nascente até sua foz)	2

### 3.6.2. Classificação da qualidade atual das águas do Pirapama

Estudo desenvolvido, no âmbito do Projeto Pirapama, com o objetivo de classificar a qualidade atual do rio Pirapama adotou o Sistema de Classificação Ecológica usado no Reino Unido (CPRH/DFID, 1998e). Este método se utiliza do parâmetro estatístico limite de confiança e considera que a real qualidade de água, no tempo, varia dentro de uma faixa de limites de confiança estabelecidos. Para a classificação do rio Pirapama escolheu-se um nível de confiança de 95%. Duas abordagens são possíveis em função do parâmetro analisado ser limitado superiormente ou inferiormente. Para o caso de parâmetros com limite superior (caso da DBO, coliformes fecais, nitrato) assume-se que 95% das observações são menores que o limite de confiança inferior calculado. Para o caso de parâmetros com limite inferior (por exemplo, OD), assume-se que 95% das observações são maiores que o limite de confiança superior calculado. O cálculo do limite de confiança (superior ou inferior) de um parâmetro considera a média, o desvio padrão e um fator de peso (função do número de dados disponíveis). Dependendo do parâmetro é ajustada a distribuição de probabilidade normal (caso do OD e nitrato) ou log-normal (DBO e coliformes fecais). A Tabela 3.5 mostra os resultados deste estudo realizado para a série histórica 1990-1996 da CPRH para os parâmetros DBO, coliformes fecais, nitrato e OD para as seções da bacia atualmente monitoradas.

Tabela 3.5. Classificação atual da água do Rio Pirapama (adaptado de CPRH/DFID, 1998e).

Parâmetro	DBO	Coliformes	Nitrato	OD
Limites para a classe 2 pelo Conama 020/86 e Decreto Estadual nº 7.269/81				
	≤ 5 mg/l	≤ 1.000/100ml		≥ 5 mg/l
Seções	limites de confiança calculados e classe na qual se enquadraria			
2.10	7,85 (= 3)	16.368,80 (> 3)	0,186 (= 2)	5,05 (= 2)
2.20	70,06 (> 3)	88.263,81 (> 3)	0,177 (= 2)	0,86 (= 4)
2.30	37,57 (> 3)	48.707,35 (> 3)	0,171 (= 2)	2,82 (= 4)
2.50	9,75 (= 3)	23.732,46 (> 3)	0,123 (= 2)	4,05 (= 3)
Limites para a classe 3 pelo Conama 020/86 e Decreto Estadual nº 7.269/81				
	≤ 10 mg/l	≤ 4.000/100ml		≥ 4 mg/l
Seções	limites de confiança calculados			
3.68 (Gurjaú)	28,45 (> 3)	19.440,60 (> 3)	0,100 (= 2)	2,99 (= 4)
3.75	36,31 (> 3)	80.260,93 (> 3)	0,210 (= 2)	0,83 (= 4)
3.80	29,80 (> 3)	101.846,67(> 3)	0,205 (= 2)	-----

A classificação atual da água do rio Pirapama e do rio Gurjaú mostra que, com exceção do nitrato em todas as seções e do OD na seção 2.10, todos os outros parâmetros estão em desacordo com os padrões de qualidade para o corpo receptor estabelecidos pela legislação, isto é, estão em desacordo com o estabelecido pelo enquadramento (CPRH/DFID, 1998e).

Uma análise dos dados do monitoramento, em conjunto com as informações sobre os setores lançadores em cada trecho do rio, permite fazer os seguintes comentários sobre a qualidade de água em cada estação (Figura 3.3):

- Estação 2.10 - a Demanda Bioquímica de Oxigênio apresenta níveis mais baixos desde 1993. Os coliformes fecais foram acrescidos ao longo do ano (apenas esgotos domésticos contribuem para esta estação) e há a diminuição dos teores de nitrato e fósforo.
- Estação 2.20 - localiza-se imediatamente a jusante da maior destilaria de álcool da bacia. A qualidade de água é bastante agravada na época da safra onde há aumento nos níveis de DBO, fósforo e de temperatura e decréscimos nos níveis de pH e OD. No período anterior à safra, há acréscimos nas quantidades de nitrato em função da aplicação de fertilizantes.
- Estação 2.30 - apresenta características semelhantes à estação 2.20 com localização próxima a outra destilaria e qualidade da água agravada na safra. Há tendência de crescimento dos níveis de fósforo desde 1993.

- Estação 2.50 - localiza-se a montante do local da futura barragem Pirapama. Há tendência de aumento nas quantidades de coliformes fecais a partir de 1995 (há contribuição de esgotos sanitários para esta estação). Há grande dispersão para os dados de OD e DBO; níveis elevados de nitrato indicando possível contaminação por fertilizantes e valores para o fósforo acima do permitido pelo CONAMA nº 020/86 (0,025 mg/l). Há uma destilaria de álcool imediatamente a montante desta estação.
- Estação 3.75 - localiza-se após o Distrito Industrial do Cabo e a área urbana do Cabo. Apresenta tendência de níveis mais elevados de coliformes fecais a partir de 1995. Os níveis de OD e DBO se mostram em piores condições para o período 1990-1994, o que pode ser justificado pela estiagem de 1991-1993. Os teores de fósforo estão acima do permitido pela legislação e existe tendência de acréscimo dos níveis de nitrato que pode estar correlacionado ao acréscimo de coliformes fecais (provenientes dos esgotos da maior população da bacia).
- Estação 3.80 - estação mais a jusante da bacia. Ela recebe contribuições da sub-bacia Gurjaú na qual se localiza uma usina de açúcar. Cinquenta por cento dos dados de coliformes fecais e cinquenta e seis por cento dos de DBO se apresentaram, para todo o período analisado, dentro dos limites da legislação CONAMA nº 020/86. Todos os valores de nitrato estão dentro dos padrões e todos os de fósforo se encontram fora dos padrões. As observações para os metais mostram que os valores estão abaixo dos limites da legislação.

### **3.7. Licenciamento ambiental**

A Companhia Pernambucana do Meio Ambiente (CPRH) é o órgão ambiental que deve praticar o Licenciamento na bacia do rio Pirapama. A Lei Estadual nº 11.516 (30.12.1997) dispõe sobre o licenciamento ambiental e infrações ao meio ambiente. Alguns dos dispositivos da Lei estão apresentados na Tabela 3.6.

Algumas tipologias de empreendimentos e atividades que dependem de licenciamento ambiental, segundo a Lei nº 11.516/97 são: indústrias, tratamento/disposição de resíduos, estações de tratamento de esgotos, atividade agropecuária, atividade agrícola, utilização de recursos hídricos (barragens, captação de águas subterrâneas, exploração de água mineral, sistemas de captação, tratamento e distribuição de água para abastecimento público). Muitas destas tipologias estão

presentes na bacia do Pirapama. A barragem Pirapama já dispõe de Relatório de Impacto Ambiental, um pré-requisito para a aquisição do licenciamento ambiental (Compesa, 1989).

Tabela 3.6. Dispositivos sobre o Licenciamento Ambiental em Pernambuco (Lei nº 11.516/97).

O que depende de licenciamento pela CPRH? (art. 4)
A implantação, ampliação e funcionamento do empreendimento ou atividade potencialmente causadora de poluição ou degradação do meio ambiente.
Que licenças a CPRH expedirá? (art. 5)
I – Licença Prévia (LP): na etapa preliminar do planejamento da atividade, contendo requisitos básicos a serem atendidos nas fases de localização, instalação e operação, observados os planos municipais, estaduais ou federais de uso do solo. II – Licença de Instalação (LI): autorizando o início da implantação, de acordo com as especificações constantes do Projeto Executivo aprovado. III – Licença de Operação (LO): autorizando, após as verificações necessárias, o início da atividade licenciada e o funcionamento de seus equipamentos de controle, de acordo com o previsto nas Licenças Prévia e de Instalação.

Prevê-se grande interação entre o órgão ambiental e o órgão gestor de recursos hídricos em Pernambuco pois a legislação de recursos hídricos estadual dispõe que a outorga só será emitida após cumpridas as exigências legais do órgão ambiental (Decreto nº 20.269/97, art. 14, item 3.8.1.1 a seguir). Essas exigências são as licenças referidas na Tabela 3.6. Para o caso da outorga de água subterrânea (Decreto nº 20.423/98, item 3.8.1.2 a seguir), o mesmo dispositivo é encontrado (art. 18, I).

### 3.8. Gestão de recursos hídricos em Pernambuco

Pernambuco pertence ao grupo dos estados brasileiros com legislação de recursos hídricos aprovada após a promulgação da Lei nº 9.433/97. Os anos de 1997 e 1998 são particularmente importantes para o início do processo de modernização do setor de recursos hídricos do Estado pois naqueles anos: i) foram aprovadas a Lei nº 11.426 (de 17.01.1997 e que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Plano Estadual de Recursos Hídricos e institui o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos) e a Lei nº 11.427 (de 17.01.1997 e que dispõe sobre a conservação e a proteção das águas subterrâneas); ii) essas Leis foram regulamentadas, respectivamente, através do Decreto nº 20.269 (24.12.1997) e do Decreto nº 20.423 (26.03.1998); grande

ênfase foi dada às águas subterrâneas contempladas com legislação específica (diferentemente da maioria dos estados brasileiros); iii) foi instalado o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (março de 1998); iv) foi instalado o Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Pirapama, primeiro comitê do Estado; v) foi produzido o primeiro Plano Estadual de Recursos Hídricos e vi) foi iniciado o processo de implantação do sistema de outorga (águas superficiais e subterrâneas).

Segundo o Decreto nº 20.269/97 estão entre os Fundamentos da Política de Recursos Hídricos em Pernambuco (art. 2): a água é um bem de domínio público (I); é recurso natural limitado, dotado de valor econômico (II); em situação de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais (III); a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política e atuação do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (V); a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades (VI). São instrumentos do gerenciamento dos recursos hídricos (Decreto nº 20.269/97, Capítulo II): a outorga de direito de uso dos recursos hídricos (seção I); a fiscalização do uso e aproveitamento das águas superficiais e subterrâneas (seção II); as infrações e penalidades às normas de utilização dos recursos hídricos (seção III); a cobrança pelo uso da água (seção IV) e o sistema de informações sobre recursos hídricos (seção V).

Quanto ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco ele é composto pelos seguintes órgãos públicos colegiados e executivos (art. 42 do Decreto nº 20.269/97): Conselho Estadual de Recursos Hídricos: órgão superior deliberativo e consultivo do Sistema (I); Comitê Estadual de Recursos Hídricos (II); Comitês de Bacias Hidrográficas: colegiado de apoio técnico local; com atuação nas unidades hidrográficas nominadas pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos (III); Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente: órgão de planejamento e gestão do Sistema (IV) e Órgãos executores do Estado que atuam na área de recursos hídricos (V). Em 28 de janeiro de 1999, a Lei nº 11.516 criou a Secretaria de Recursos Hídricos (SRH/PE) que passou a exercer a função de órgão gestor do Sistema.

### 3.8.1. Outorga dos direitos de uso da água

#### 3.8.1.1. A outorga no Decreto nº 20.269/97

A outorga dos direitos de uso da água é apresentada com grande destaque no Decreto nº 20.269/97 que dedica 15 dos seus artigos ao referido instrumento (do artigo 6 ao 21). A Tabela 3.7 expõe as considerações feitas nesse Decreto sobre a outorga.

Assim como disposto na Lei nº 9.433 (art. 12), no Decreto nº 20.269/97 há uma grande variedade de usos que estão sujeitos à outorga. A amplitude é, inclusive, maior para o caso do Decreto que inclui mais dois usos (art. 9): a implantação de empreendimentos que demande a utilização de recursos hídricos (VI) e a execução de obras ou serviços que alterem o regime, quantidade ou qualidade dos mesmos (VII).

Tabela 3.7. Informações sobre o instrumento de outorga do direito de uso de recursos hídricos em Pernambuco (Decreto Estadual nº 20.269/97).

Quais os objetivos da outorga ? (art. 6)
Atribuir à pessoa física ou jurídica o direito de uso das águas superficiais e/ou subterrâneas por um período determinado; Assegurar o controle quantitativo e qualitativo do uso da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água.
Quem é o órgão outorgante? (art. 7)
O Poder Público, através do órgão gestor de recursos hídricos (a outorga é concedida mediante solicitação do interessado, atendidas as exigências legais referentes ao licenciamento ambiental e outros dispositivos regulamentares federais e estaduais).
A que estará condicionada a outorga? (art. 8)
Aos objetivos do Plano Estadual de Recursos Hídricos
Quais os usos sujeitos à outorga? (art. 9)
I – derivação ou captação de parcela de 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 de água 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 uso que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água; VI – a implantação de empreendimento que demande a utilização de recursos hídricos; VII – a execução de obras ou serviços que alterem o regime, quantidade ou qualidade dos mesmos.

Tabela 3.7. Informações sobre o instrumento de outorga do direito de uso de recursos hídricos em Pernambuco (Decreto Estadual nº 20.269/97) (continuação).

Quais os usos não sujeitos à outorga? (art. 9, parágrafo único)
a) uso dos recursos hídricos para a satisfação das primeiras necessidades da vida das populações difusas; b) derivações, captações e lançamentos considerados insignificantes pelo órgão gestor, desde que não comprometam o consumo humano; c) derivação de água para o processo produtivo dos recursos minifundiários e de ações comunitárias.
Quais são as modalidades da outorga administrativa? (art. 10)
I – concessão administrativa, quando a água destinar-se a uso de utilidade pública; II – autorização administrativa, quando a água captada destinar-se a outras finalidades.
Sob que condição o órgão gestor emitirá a outorga? (art. 14)
Somente após cumpridas as condições e exigências do órgão ambiental
A outorga é transferível? (art. 16)
A outorga será concedida em caráter pessoal e intransferível, vedada a mudança da finalidade do uso assim como do local da captação.
Quando será declarada caduca a outorga? (art. 17)
A concessão ou autorização será declarada caduca quando o outorgado deixar de fazer uso das águas durante um período contínuo de três anos, contados da emissão da respectiva outorga.
Qual o prazo para a outorga? (art. 21)
As concessões e autorizações serão outorgadas por prazo compatível com a natureza do serviço a que se destine o seu aproveitamento, não excedendo a vinte anos, podendo ser renovadas.

Quanto às modalidades da outorga administrativa, concessão e autorização, parecem terem sido concebidas para a captação de água. No entanto, como o inciso III do artigo 9 dispõe sobre a outorga para lançamento de efluentes, pode-se interpretar que a “água captada”, referida no inciso II do artigo 10, deve incluir o volume necessário para diluição dos efluentes.

Além dos aspectos abordados na Tabela 3.7, o Decreto nº 20.269/97 dispõe que os outorgados devem obedecer certas determinações (art. 13) como não ceder a água captada para terceiros, com ou sem ônus, sem a prévia anuência da autoridade outorgante (V).

Quanto a definição dos critérios para a vazão máxima outorgável, o Decreto fez opção por não fixar qualquer valor. O artigo 17 desse Decreto dispõe que o órgão gestor definirá os volumes máximos com base nos estudos dos recursos hídricos existentes.

Isto é, a fixação dos valores outorgáveis requererá estudos específicos. Os critérios para definição desses valores deverão ser, portanto, estabelecidos nos Planos de Recursos Hídricos de cada Bacia.

### **3.8.1.2. A outorga no Decreto nº 20.423/98**

Esse Decreto regulamentou a Lei nº 11.427/97 que dispõe sobre a conservação e a proteção das águas subterrâneas em Pernambuco. O Decreto é interessante, por si só, por dispor especificamente sobre as águas subterrâneas. Dispõe, também, não apenas sobre a outorga do direito de uso da água subterrânea mas também sobre as respectivas licenças que devem ser expedidas pelo órgão ambiental. Para as águas superficiais, o licenciamento ambiental é uma exigência mas ele não está disposto de forma detalhada no Decreto analisado anteriormente. Apenas determina-se que o órgão gestor emitirá a outorga somente após cumpridas as condições e exigências legais do órgão ambiental (art. 14, Decreto nº 20.269/97). A Tabela 3.8 oferece algumas informações relativas à outorga e licenças segundo o Decreto nº 20.423/98.

Além dos dispositivos apresentados na Tabela 3.8, o artigo 15 (V) do Decreto nº 20.423/98 explicita que os concessionários e os autorizados não podem ceder a água captada a terceiros, com ou sem ônus, sem a prévia anuência da autoridade outorgante. Encontra-se, portanto, em coerência com o disposto no Decreto nº 20.269/97.

### **3.8.1.3. O sistema de outorga pelo uso da água**

O sistema de outorga dos direitos de uso das águas superficiais e subterrâneas em Pernambuco teve implantação iniciada em julho de 1998. Conforme descrito em Silva et al. (1999), o interessado solicita a outorga e o licenciamento ambiental na mesma ocasião junto a CPRH. A CPRH envia cópia da documentação à SRH/PE para avaliação da solicitação da outorga. A SRH/PE emite parecer técnico sobre a disponibilidade hídrica para atender o pleito. Se o parecer for positivo, o processo é avaliado usualmente na CPRH quanto ao licenciamento ambiental. Se forem satisfeitas as exigências ambientais, a Licença Ambiental é emitida pela CPRH e o Termo de Outorga pela SRH/PE. Ambos os documentos são entregues conjuntamente ao usuário na CPRH. O licenciamento ambiental exige o recolhimento de taxas pelo interessado mas o requerimento da outorga está isento de taxas.

Tabela 3.8. Informações sobre a outorga e licenças para as águas subterrâneas em Pernambuco (Decreto Estadual nº 20.423/98).

O que são outorgas e licenças? (art. 4)
XII – outorga: documento emitido pelo órgão gestor concedendo direito ao usuário de captação e uso da água subterrânea; a outorga para uso em abastecimento público é denominada de concessão enquanto para uso particular é chamada de autorização; XIII – Licença de Execução: documento emitido pelo órgão licenciador, pelo qual o interessado se habilita a obter a outorga e a executar a obra de captação; corresponde à Licença de Instalação LI, regulamentada pelo CONAMA; XIV – Licença de Exploração: documento emitido pelo órgão licenciador, após a constatação do cumprimento das normas legais de construção da obra e da verificação da qualidade da água para o fim a que se destina e da vazão fornecida; corresponde à Licença de Operação LO, regulamentada pelo CONAMA.
Quem é o órgão outorgante? (art. 6) O órgão gestor de recursos hídricos
Quem é o órgão licenciador? (art. 9) O órgão ambiental
Quem está isento de outorga? (art. 21)  As captações destinadas exclusivamente ao usuário doméstico ou rural, que se enquadrem em um dos seguintes casos: I – poço tubular ou amazonas com profundidade inferior a 20 metros; II – poço tubular ou amazonas com vazão de até 5 m <sup>3</sup> /dia; III – os poços incluídos em pesquisa, com caráter exclusivo de estudo.
Quem está isento de licenças? (art. 28) Os poços ou captações de águas subterrâneas enquadradas no art. 21 anterior

A avaliação da disponibilidade hídrica superficial está sendo baseada em estudos disponíveis para a área em questão e em documentos como o Plano Estadual de Recursos Hídricos (Pernambuco, 1998). Na inexistência de dados para o local, são geradas informações através de simulação hidrológica utilizando-se parâmetros calibrados para bacias homogêneas. A vazão máxima outorgável de referência é a  $Q_{90}$  (Silva et al., 1999). Foram emitidos 200 termos de outorga de julho/98 até junho/99.

O sistema de outorga das águas subterrâneas encontra-se mais consolidado do que o superficial. De julho/98 a junho/99 tramitaram na SRH/PE, 984 processos relativos às águas subterrâneas (Silva et. al, 1999). Como a oferta de água superficial foi diminuída nos últimos anos no Estado, houve uma procura excessiva pelas águas subterrâneas gerando a necessidade do órgão gestor agilizar o disciplinamento desses recursos. O Estudo Hidrogeológico da Região Metropolitana do Recife (Costa et al., 1998), resultado de um projeto de cooperação entre o Canadá e Pernambuco, apresenta as informações que subsidiam o sistema de outorga das águas subterrâneas na região. Atualmente encontra-se em desenvolvimento, pela Universidade Federal de

Pernambuco, o Sistema de Informações de Águas Subterrâneas que objetiva apoiar o processo de gerenciamento dos aquíferos da RMR (Cabral et al., 1999).

### 3.8.2. Cobrança pelo uso da água

Ainda não se cobra pelo uso da água em Pernambuco mas a cobrança está contemplada na legislação de recursos hídricos do Estado, seja no Decreto nº 20.269/97 ou no Decreto nº 20.423/98. O primeiro deles repete a redação da Lei nº 9.433/97 quando afirma que “a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico” (art. 2, II). O segundo reconhece (art. 37) que a água é um recurso natural escasso e que deve ser cobrada, apesar de não explicitar qual o valor que deva ser cobrado.

A Tabela 3.9 informa sobre alguns aspectos do Decreto nº 20.269/97. Apenas o artigo 33 desse Decreto dispõe sobre a cobrança, ao contrário do que acontece com a outorga que tem grande destaque no Decreto. Além dos incisos I, II, III e IV (Tabela 3.9), o artigo apresenta três parágrafos: o primeiro determina que os responsáveis pelos lançamentos ficam ainda obrigados ao cumprimento das normas e padrões estabelecidos relativos ao controle de poluição de águas; o segundo, que será destinado percentual da receita do uso da água para os municípios onde ocorrerem captação de águas e o último, que os perímetros públicos de irrigação ficarão isentos de pagamentos durante o período de carência da obra de uso comum. O artigo 33 não dispõe que estarão isentos de cobrança os usuários não sujeitos à outorga (especificados no artigo 9), mas esse deve ser o entendimento.

O artigo 33 do Decreto nº 20.269/97 (Tabela 3.9) apresenta incoerências já que se propõe a definir os critérios a serem adotados para a cobrança mas, de fato, apresenta os usos de água sujeitos à cobrança e os objetivos da cobrança.

O artigo 64 do Decreto nº 20.269/97 cria o Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FERH) como instrumento de suporte financeiro da Política Estadual de Recursos Hídricos e das ações dos componentes do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Entre os recursos que constituirão o FERH está (art. 70, V) “o produto da cobrança de tarifas públicas pela utilização de recursos hídricos”.

Sobre as aplicações de recursos do FERH, elas atenderão as seguintes condições (art. 73): os valores resultantes da cobrança dos recursos hídricos serão aplicados, prioritariamente, na região ou bacia hidrográfica em que forem arrecadados, somente deduzidos os preços dos serviços cobrados pelo agente financeiro e despesas de entidades

componentes do Sistema (I); até 50% de arrecadação poderão ser aplicados em outras bacias hidrográficas, desde que haja aprovação pelo Comitê de Bacia Hidrográfica respectivo (II); os planos e programas aprovados pelos Comitês de Bacias Hidrográficas, a serem executados com recursos obtidos através de cobrança pela utilização dos recursos hídricos nas respectivas bacias, terão caráter vinculante para aplicação desses recursos (III).

Tabela 3.9. A cobrança pelo uso da água no Estado de Pernambuco (Decreto Estadual nº 20.269/97).

<p>Por que cobrar? (art. 33) Para racionalizar o uso dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.</p>
<p>Que valor cobrar? (art. 33) O valor econômico de utilização dos recursos hídricos.</p>
<p>Quem proporá a cobrança? (art. 33) O Conselho de Recursos Hídricos.</p>
<p>Que critérios adotar para a cobrança? (art. 33)</p> <p>I- cobrança pelo uso ou derivação</p> <p>a) a classe de uso preponderante em que for enquadrado o corpo de água;</p> <p>b) a disponibilidade hídrica local;</p> <p>c) o grau de regularização assegurado por obras hidráulicas;</p> <p>d) a vazão captada e seu regime de variação;</p> <p>e) o consumo efetivo e a finalidade a que se destina.</p> <p>II- cobrança pela diluição, transporte e assimilação de efluentes de sistemas de esgotos e de outros líquidos de qualquer natureza</p> <p>a) a classe de uso em que for enquadrado o corpo d'água receptor;</p> <p>b) o grau de regularização assegurado por obras hidráulicas;</p> <p>c) a carga lançada e seu regime de variação ponderando-se os parâmetros biológicos e físico-químicos dos efluentes e a natureza da atividade responsável pelos mesmos.</p> <p>III- incentivo à racionalização do uso.</p> <p>IV- obtenção de recursos financeiros para o financiamento e intervenções contempladas nos planos de recursos hídricos na bacia hidrográfica.</p>

Quanto à cobrança pelo uso da água subterrânea em Pernambuco, a Tabela 3.10 apresenta informações sobre o tratamento dado pelo Decreto nº 20.423/98.

Pelo artigo 38 do Decreto nº 20.423/98 só estão submetidos à cobrança pelo uso da água subterrânea o setor industrial e de serviços já que o artigo isenta o usuário residencial (urbano ou rural), qualquer que seja o seu consumo.

Tabela 3.10. A cobrança pelo uso da água subterrânea no Estado de Pernambuco (Decreto Estadual nº 20.423/98).

Por que cobrar? (art. 37) Porque a água é um recurso escasso e que deve ser preservada contra a exaustão e degradação da sua qualidade.
Quais serão os procedimentos, o valor e o agente da cobrança pelo uso da água subterrânea? (art. 38) Estes aspectos serão definidos pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos.
Quem será isento da cobrança? (art. 38) Usuários da água para consumo residencial, seja urbano ou rural.
Para onde vão os recursos arrecadados com a cobrança e como serão aplicados? (art. 39) Para o Fundo Estadual de Recursos Hídricos para investimento no Programa Permanente de Conservação e Preservação das Águas Subterrâneas em Pernambuco.

## **4. Outorga dos direitos de uso da água: metodologia, simulações e resultados**

### **4.1. Introdução**

Os estudos desenvolvidos nesta pesquisa, no que se refere ao instrumento de outorga, se concentram na definição de critérios para a vazão máxima outorgável e discussões sobre alternativas de seus aprimoramentos (apresentadas no Capítulo 7). As etapas metodológicas adotadas para este estudo estão relacionadas a seguir:

- i) análise dos dados fluviométricos gerados pelo Projeto Pirapama;
- ii) identificação dos usuários, demandas e cenários;
- iii) definição dos pontos de controle;
- iv) definição dos usos prioritários;
- v) definição/proposta dos critérios para a vazão máxima outorgável;
- vi) simulação dos critérios de outorga;
- vii) avaliação dos critérios de outorga.

A outorga da vazão de diluição de efluentes, conforme proposta no Projeto de Lei nº 1616 de 1999, está apresentada em seção específica deste Capítulo (4.4).

### **4.2. Dados fluviométricos para o estudo de outorga**

Como comentado no item 3.4.1 do Capítulo 3, o regime fluviométrico da bacia foi caracterizado por estudo realizado previamente que desenvolveu uma campanha de aquisição de dados hidrométricos diários no período 1974-1982. Como também comentado, no âmbito do Projeto Pirapama foram gerados dados mensais em três seções do rio Pirapama (barragem Vitória, Matapagipe e barragem Pirapama – Figura 3.2) utilizando o modelo matemático de simulação do processo de transformação de chuva em vazão SMAP no período 1921–1996 (CPRH/DFID, 1998b).

Os dados gerados pelo Projeto Pirapama trazem embutidos os usos da água na bacia e não representam exatamente séries de vazões naturais mas séries de vazões remanescentes, conforme conceituação apresentada em Silveira et al. (1998). Nesta tese, os dados trabalhados pelo Projeto Pirapama foram considerados como a disponibilidade hídrica na bacia e, portanto, como os dados de entrada para o estudo de outorga.

A seção Matapagipe (Figura 3.2 do Capítulo 3) foi selecionada por esta pesquisa para cálculo e análise dos parâmetros estatísticos da série diária (série I – observada) e da série mensal (série II – simulada pelo Projeto Pirapama). A seção Matapagipe dispõe de dados diários e situa-se no rio Pirapama nas proximidades (a montante) da seção da futura barragem Pirapama. Os parâmetros estatísticos analisados de ambas as séries estão mostrados na Tabela 4.1.

Tabela 4.1. Parâmetros estatísticos para as vazões diárias e mensais ( $m^3/s$ ) na seção Matapagipe no rio Pirapama – PE (calculados com base em CPR/DFID, 1998b).

Estatística	Série I (observada) diária (1974-1982)	Série II (simulada) mensal (1921-1996)
mínimo	2,78	2,48
máximo	187,00	47,75
média	11,08	9,41
mediana	7,75	7,54
desvio padrão	11,90	6,47
coeficiente de variação	1,07	0,69
número de elementos	3274	912
valores da $Q_{90}$ :		
$Q_{90}$ anual	4,48	3,59
$Q_{90}$ mensal		
janeiro	3,83	3,20
fevereiro	3,83	3,49
março	3,83	4,15
abril	3,62	5,70
maio	5,60	6,83
junho	6,50	8,50
julho	7,25	8,56
agosto	7,00	5,63
setembro	5,83	3,75
outubro	5,60	3,39
novembro	3,83	3,37
dezembro	4,48	3,24

obs: em destaque o período seco (setembro a fevereiro).

A construção da curva de permanência, por esta tese, permitiu fazer uma avaliação sobre a vazão com probabilidade de excedência igual ou superior a 90% ( $Q_{90}$ ). Essa avaliação mostra que a  $Q_{90}$  de todo o período simulado ( $Q_{90}$  anual) da série mensal

(série II - simulada) é inferior à correspondente da série diária (série I - observada). Para o período seco (setembro a fevereiro, destacado na Tabela 4.1) os valores encontrados para a  $Q_{90}$  mensal da série II (simulada) são todos inferiores aos respectivos valores da série I (observada). Para o período úmido (março a agosto), com exceção do mês de agosto, todos os outros meses da série mensal (simulada) apresentam  $Q_{90}$  mensal superiores aos respectivos da série diária (observada). Um sistema de outorga, portanto, concebido tendo por vazão de referência a  $Q_{90}$  mensal da série II (simulada) seria mais restritivo no período seco que aquele baseado na série I (observada).

### **4.3. Pontos de controle, cenários e critérios**

Para a simulação do sistema de outorga é preciso definir as seções, ou pontos de controle (PC), a serem analisadas. Essas seções são locais de interesse onde se deseja conhecer a disponibilidade hídrica, a vazão outorgável, as demandas, a vazão a ser outorgada. Foram definidos dois cenários gerais no estudo de outorga: i) a situação atual, sem a barragem Pirapama inserida ao sistema da bacia e ii) a situação futura, com a inserção da respectiva barragem. Para cada um desses cenários foram analisados três critérios para a definição da vazão máxima outorgável.

Os dados de vazões mensais geradas pelo Projeto Pirapama nas seções barragem Vitória, Matapagipe e local da barragem Pirapama (Figura 3.2) foram transferidos, no estudo de outorga desta tese, para as seções de interesse (PC) que não dispunham de informações. O critério de escolha entre uma ou outra seção para a transferência dos dados foi baseado na proximidade geográfica entre a seção com dados e a sem dados. Para calcular a vazão em uma seção de interesse foi realizada uma relação entre áreas das bacias hidrográficas envolvidas. As séries mensais, nas seções mencionadas, foram escolhidas para o estudo de outorga em função da maior disponibilidade de dados (1921-1996) em comparação com a única série diária observada (seção Matapagipe, 1974-1982).

#### **4.3.1. Cenário 1: situação atual sem a barragem Pirapama**

A Tabela 4.2, um detalhamento da Tabela 3.1, apresenta os usuários da água da bacia do rio Pirapama identificando-se o respectivo ponto de controle (PC) e demandas. A Figura 4.1 mostra a bacia do rio Pirapama e a localização dos pontos de controle. A Figura 4.2 apresenta, esquematicamente, esses pontos.

Tabela 4.2. Demandas requeridas pelos usuários da bacia do Pirapama - sem barragem Pirapama (adaptado de CPRH/DFID, 1998b)

PC	Usuários	demanda (m <sup>3</sup> /s)	percentagem do total (%)
1	JB (agroindústria)	0,37	4,00
2	Hidroelétrica Cachoeira Tapada	1,60	17,30
3	Sibéria (agroindústria)	0,06	0,65
4	Inexport (agroindústria)	0,37	4,00
5	Hidroelétrica José Rufino	5,50	59,46
6	Cabo Distrito Industrial (DI) <sup>1</sup>	0,33	3,57
	Abastecimento público do Cabo <sup>2</sup> (importação do sistema Suape)	0,40	
7	Barragem Gurjaú (Abastecimento da RMR)	1,00	10,81
8	Bom Jesus (agroindústria)	0,02	0,22
	usos consuntivos	2,15	23,24
	usos não consuntivos	7,10	76,76
	total (consuntivo + não consuntivo)	9,25	100

1: a outorga para as indústrias do DI será simulada em grupo;

2: sendo essa demanda suprida por outra bacia, ela não entra no cômputo dos usos do Pirapama.

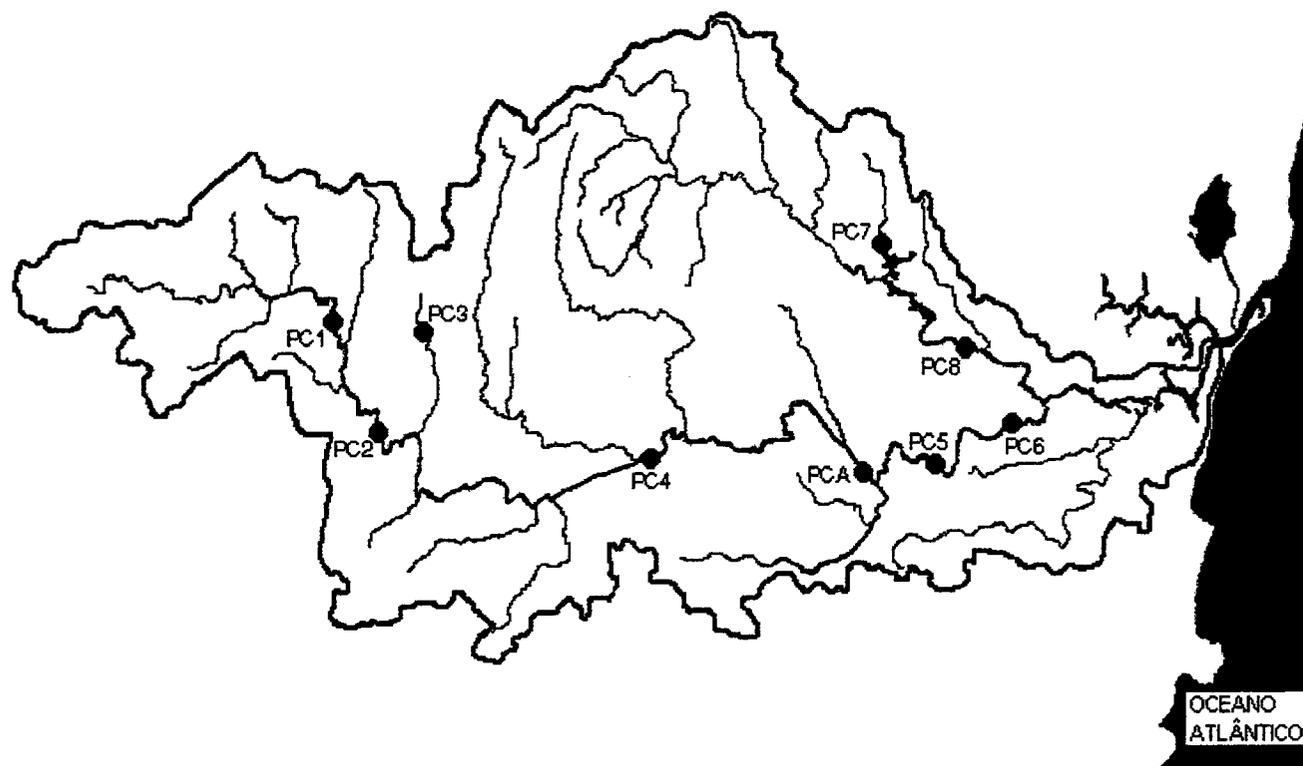


Figura 4.1. Bacia Hidrográfica do rio Pirapama – PE com pontos de controle definidos nesta pesquisa

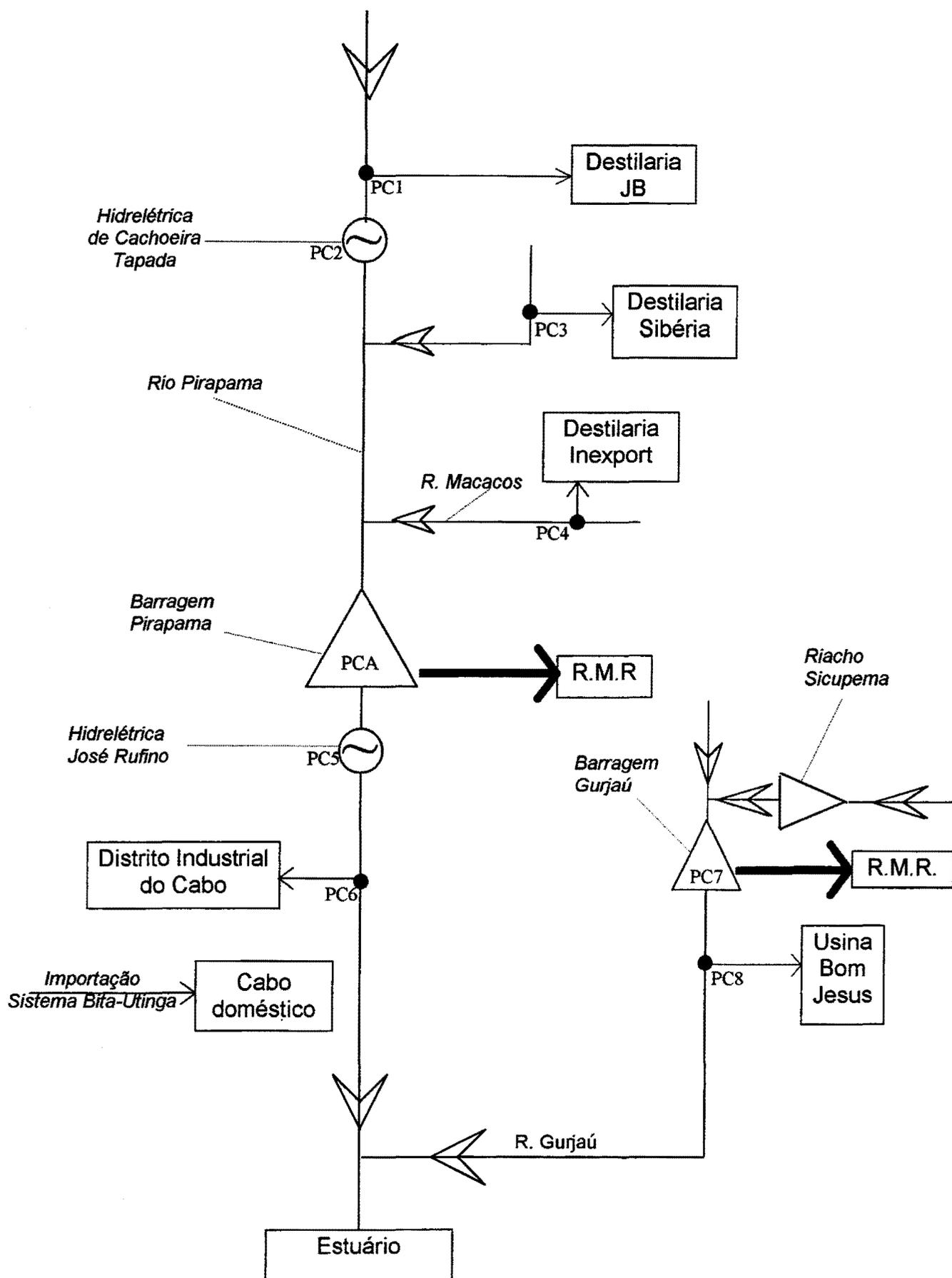


Figura 4.2. Bacia Hidrográfica do rio Pirapama – PE com esquema dos pontos de controle definidos nesta pesquisa (adaptado de CPRH/DFID, 1998b)

O estudo desenvolvido nesta tese adotou as seguintes considerações:

- i) a demanda de água foi considerada constante ao longo do ano para todos os usuários;
- ii) a demanda para a irrigação da cana-de-açúcar está incluída na demanda da agroindústria;
- iii) a dessedentação de animais foi desprezada;
- iv) a demanda das pequenas comunidades rurais, abastecidas por poços amazonas, é insignificante e está isenta de outorga;
- v) os valores referentes à diluição de efluentes são considerados quando se adota a abordagem “outorga da vazão de diluição” discutida no item 4.4 deste Capítulo;
- vi) não estão sendo considerados os retornos de água ao curso do rio.

A Equação 4.1 expressa o sistema de outorga a ser simulado:

$$\sum_{i,j} [(\alpha_i) \cdot Q_{\text{capta}_{i,j}}] \leq Q_{\text{máx outorgável}_j} \quad (4.1)$$

$$\text{com } [(\alpha_i) \cdot Q_{\text{capta}_{i,j}}] \leq Q_{\text{outorgada}_{i,j}}$$

onde,

$Q_{\text{capta}_{i,j}}$  é a vazão captada pelo usuário  $i$  na seção  $j$ ;  $\alpha$  é o coeficiente de uso da vazão de captação do usuário  $i$ ;  $Q_{\text{máx outorgável}_j}$  é a vazão máxima outorgável na seção  $j$ ;  $Q_{\text{outorgada}_{i,j}}$ , a vazão outorgada ao usuário  $i$  na seção  $j$ ; com todas as vazões em  $\text{m}^3/\text{s}$ .

#### 4.3.1.1. Critério 1

A vazão máxima outorgável é representada por uma parcela da vazão com probabilidade de excedência de 90% ao longo de todo o período simulado (um único valor dentro de toda a série hidrológica). Para simulação desse critério adotou-se uma vazão máxima outorgável, em cada PC, de 80% da  $Q_{90}$  - valor a ser alocado entre todos os usuários do PC. Com exceção do PC “Cabo DI” (PC6), todos os demais se constituem em um único usuário. Vinte por cento da  $Q_{90}$  são destinados à vazão ecológica. A Tabela 4.3 apresenta os valores da  $Q_{90}$  de toda a série hidrológica em cada

PC. Como Cachoeira Tapada e José Rufino representam usos não consuntivos, a vazão máxima outorgável para tais usuários corresponde às vazões afluentes às respectivas seções. O PC7 (barragem Gurjaú) está analisado separadamente (item 4.3.1.4).

Tabela 4.3. Vazões  $Q_{90}$  anual (para toda a série hidrológica) nas seções de interesse ( $m^3/s$ ).

período	Pontos de controle					
	JB (PC1)	C. Tapada (PC2)	Sibéria (PC3)	Inexport (PC4)	José Rufino (PC5)	Cabo DI (PC6)
toda série	0,57	0,57	0,04	0,41	4,41	4,53

#### 4.3.1.2. Critério 2

A vazão máxima outorgável varia em função do mês do ano dependendo dos valores das vazões com probabilidade de excedência de 90% (doze valores correspondentes a cada mês do ano que se repetem para todo o período simulado). Ela é calculada como 80% da  $Q_{90}$  de cada mês analisado. Vinte por cento de cada  $Q_{90}$  mensal são destinados à vazão ecológica. A Tabela 4.4 mostra as  $Q_{90}$  para cada mês da série hidrológica mensal em cada PC.

Tabela 4.4. Vazões  $Q_{90}$  mensal (para os 12 meses da série hidrológica) nas seções de interesse ( $m^3/s$ ).

meses	Pontos de controle					
	JB (PC1)	Cac. Tapada (PC2)	Sibéria (PC3)	Inexport (PC4)	José Rufino (PC5)	Cabo DI (PC6)
janeiro	0,40	0,57	0,03	0,30	3,13	3,23
fevereiro	0,43	0,61	0,03	0,32	3,43	3,53
março	0,51	0,72	0,04	0,38	4,07	4,19
abril	0,72	1,04	0,05	0,53	5,58	5,74
maio	0,86	1,24	0,06	0,63	6,68	6,87
junho	1,12	1,60	0,08	0,78	8,32	8,56
julho	1,08	1,55	0,08	0,79	8,39	8,63
agosto	0,71	1,02	0,05	0,52	5,52	5,68
setembro	0,49	0,70	0,03	0,35	3,67	3,78
outubro	0,43	0,61	0,03	0,31	3,32	3,42
novembro	0,42	0,60	0,03	0,31	3,30	3,40
dezembro	0,41	0,58	0,03	0,30	3,18	3,27

### 4.3.1.3. Critério 3

Nas simulações feitas com os critérios 1 e 2 anteriores verifica-se que a soma das vazões máximas outorgáveis dos PCs localizados a montante da futura barragem Pirapama, em certos períodos, é superior a  $0,80 \text{ m}^3/\text{s}$ . Estudos realizados nessa bacia (Compesa, 1989; CPRH/DFID, 1998b) recomendam que não sejam derivados mais do que  $0,80 \text{ m}^3/\text{s}$  a montante da futura barragem (valor correspondente às demandas atuais requeridas pela área de montante). Considerando essa recomendação, a entrada da barragem Pirapama no sistema apenas permitirá o uso do critério de vazão máxima outorgável com base na  $Q_{90}$  (seja anual ou mensal) quando o valor dessa vazão for igual ou inferior a demanda atual requerida por cada PC da área a montante. Isto é (Equação 4.2):

$$\sum_{i,j,l} [Q_{\text{outorgada}_{i,j,l}}] \leq Q_{\text{máx outorgável}_l} \quad (4.2)$$

$$\text{com } Q_{\text{máx outorgável}_l} \leq 0,80 \text{ m}^3/\text{s}$$

onde,

$Q_{\text{outorgada}_{i,j,l}}$  é a vazão outorgada para o usuário  $i$ , na seção  $j$  pertencente ao trecho  $l$  e  $Q_{\text{máx outorgável}_l}$  é a vazão máxima outorgável para o trecho  $l$ , que, no caso, representa o trecho de montante; com todas as vazões em  $\text{m}^3/\text{s}$ .

Para atender essa condição, simulou-se o critério 3 no qual não há propriamente o conceito de vazão máxima outorgável. A vazão outorgada é o menor valor entre a demanda requerida pelo usuário e a vazão disponível na seção estudada. Os usuários têm suas demandas requeridas integralmente atendidas, assim as condições hidrológicas permitam. Essa situação mostra que existem alguns usuários que não podem ser atendidos integralmente em função das vazões na calha do rio serem inferiores as demandas solicitadas em algumas épocas (caso dos PCs 2, 3, 4 e 5).

### 4.3.1.4. A outorga quando há obra de disponibilização: o reservatório Gurjaú

Este reservatório, desde 1968, está destinado ao abastecimento da RMR-sul produzindo, em média, uma vazão regularizada de  $1,00 \text{ m}^3/\text{s}$  (CPRH/DFID, 1998b). Na época, esse manancial era o segundo maior a abastecer a RMR. O rio Gurjaú é um dos

principais afluentes do rio Pirapama pela margem esquerda. Assim, a vazão a ser outorgada à Compesa é de 1,00 m<sup>3</sup>/s. A usina Bom Jesus (situada a jusante da barragem Gurjaú) necessita de 0,02 m<sup>3</sup>/s que retira diretamente do rio Gurjaú.

#### 4.3.1.5. Análise dos critérios de vazão máxima outorgável

Para avaliar o comportamento do sistema de outorga, simulado com cada um dos três critérios anteriores, três aspectos foram selecionados:

- i) o percentual de falha (frequência) durante o período simulado; uma falha é entendida como uma impossibilidade de atendimento à demanda requerida no intervalo mensal;
- ii) o menor percentual de demanda requerida que é atendida;
- iii) o maior percentual de demanda requerida que é atendida.

As Tabelas 4.5, 4.6 e 4.7 apresentam os respectivos resultados.

Tabela 4.5. Frequência da falha e percentuais de atendimento das demandas segundo critério 1 de vazão máxima outorgável (Q<sub>90</sub> anual).

Usuários	frequência da falha (%)	menor percentual de demanda requerida atendida (%)	maior percentual de demanda requerida atendida (%)
JB	0	100	100
Cachoeira Tapada	54,3	10,2	100
Sibéria	100	43,1	53,3
Inexport	100	77,3	88,6
José Rufino	31,4	42,9	100
Cabo DI	0	100	100

Tabela 4.6. Frequência da falha e percentuais de atendimento das demandas segundo critério 2 de vazão máxima outorgável (Q<sub>90</sub> mensal).

Usuários	frequência da falha (%)	menor percentual de demanda requerida atendida (%)	maior percentual de demanda requerida atendida (%)
JB	0	100	100
Cachoeira Tapada	54,3	10,2	100
Sibéria	75,2	43,2	100
Inexport	50,4	77,3	100
José Rufino	31,4	42,9	100
Cabo DI	0	100	100

Tabela 4.7. Frequência da falha e percentuais de atendimento das demandas segundo critério 3 de vazão outorgada (atende-se a demanda requerida se as vazões afluentes permitirem).

Usuários	frequência da falha (%)	menor percentual de demanda requerida atendida (%)	maior percentual de demanda requerida atendida (%)
JB	0	100	100
Cachoeira Tapada	54,3	10,2	100
Sibéria	33,8	43,1	100
Inexport	3,3	77,3	100
José Rufino	31,4	42,9	100
Cabo DI	0	100	100

Como as hidroelétricas Cachoeira Tapada e José Rufino são usos não consuntivos, outorga-se com base nas vazões disponíveis nos respectivos PCs. Sendo assim, é indiferente o uso do critério 1, 2 ou 3 para esses usuários. Para usuários que se apresentam com demandas requeridas sempre inferiores às  $Q_{90}$  (seja no critério 1 ou no 2), caso de JB e Cabo DI, quaisquer dos três critérios simulados produzem os mesmos resultados. Para usuários que possuem demandas requeridas, em algum momento, superiores aos valores da vazão máxima outorgável, o critério 3 produz o menor percentual de falhas (Sibéria e Inexport). Para esses mesmos usuários, o critério 2 (comparado ao critério 1) faz diminuir o valor da frequência de falhas já que quantidade maior de demanda é atendida na estação úmida. A implementação de um critério tipo 2 ( $Q_{90}$  mensal) é um pouco mais complexa do que um critério tipo 1 já que, no primeiro caso, o órgão gestor teria que considerar 12 valores diferentes para a vazão outorgável em cada PC de interesse.

#### 4.3.2. Cenário 2: situação futura com a barragem Pirapama

A entrada da barragem Pirapama criará uma nova condição de uso da água na bacia e caracteriza o que se denomina de cenário 2 neste estudo. Ela impõe novo comportamento aos usuários situados a montante e a jusante da barragem no que diz respeito as retiradas de água e aos lançamentos de efluentes. O cenário 2, portanto, representa a situação futura quanto aos usos de água na bacia.

Para definição da vazão a ser outorgada à Compesa, oriunda da barragem Pirapama, faz-se necessária uma análise do balanço hídrico da mesma. As retiradas a montante a serem consideradas estão vinculadas ao critério de outorga adotado. Conforme mostrado, existem algumas opções e três delas foram apresentadas em itens

anteriores (critérios 1, 2 e 3). Para realização do balanço hídrico, esta pesquisa considerou:

- i) critério 3 de outorga, isto é,  $0,80 \text{ m}^3/\text{s}$  são retirados a montante da barragem (conforme recomendação já comentada);
- ii) série de dados fluviométricos na seção da barragem segundo CPRH/DFID (1998b);
- iii) dados evaporimétricos e características da curva cota-área-volume segundo Compesa (1989), tendo o reservatório capacidade máxima de  $60,1 \text{ Hm}^3$ .

A construção da curva de garantia do reservatório, por esta tese, permitiu determinar que a vazão com 100% de garantia de atendimento é de  $Q_{100} = 5,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ; com 99% é de  $Q_{99} = 6,33 \text{ m}^3/\text{s}$  e com 90% é de  $Q_{90} = 7,80 \text{ m}^3/\text{s}$ . A configuração das demandas para a situação que considera a barragem Pirapama está mostrada na Tabela 4.8.

Tabela 4.8. Demandas requeridas pelos usuários da bacia do Pirapama e parte da RMR (com barragem Pirapama, adaptado de CPRH/DFID, 1998b).

PC	Usuários	demanda ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	percentagem do total (%)
1	JB (agroindústria)	0,37	3,65
2	Hidroelétrica Cachoeira Tapada	1,60	15,76
3	Sibéria (agroindústria)	0,06	0,59
4	Inexport (agroindústria)	0,37	3,65
A	Barragem Pirapama:		
	abastecimento da RMR	5,13	50,54
	regularização para jusante <sup>1</sup>	1,20	(11,82)
5	Hidroelétrica José Rufino	1,20	11,82
6	Cabo Distrito Industrial (DI) <sup>2</sup>	0,40	3,94
7	Barragem Gurjáú (Abastecimento da RMR)	1,00	9,85
8	Bom Jesus (agroindústria)	0,02	0,20
	usos consuntivos	7,35	72,41
	usos não consuntivos	2,80	27,59
	total (consuntivo + não consuntivo)	10,15	100

1: a quantia de  $1,20 \text{ m}^3/\text{s}$ , regularizada para jusante, atende os usos não consuntivos da Hidroelétrica José Rufino, a vazão ecológica ( $0,80 \text{ m}^3/\text{s}$ ) e o abastecimento do Distrito Industrial do Cabo;

2: a outorga do DI será simulada em grupo.

Considerando que o principal uso da barragem Pirapama será o abastecimento da RMR, assume-se o valor da  $Q_{99}$  como a vazão a ser regularizada. Segundo

informações constantes no documento CPRH/DFID (1998b), 5,13 m<sup>3</sup>/s da vazão a ser regularizada deve ser destinada ao abastecimento da RMR e o restante (1,20 m<sup>3</sup>/s) será regularizado para jusante. Assim sendo, à Companhia de Saneamento outorga-se a quantia de 5,13 m<sup>3</sup>/s. Dos 1,20 m<sup>3</sup>/s, 0,40 m<sup>3</sup>/s são destinados para o abastecimento do Distrito Industrial do Cabo e 0,80 m<sup>3</sup>/s devem ser mantidos na calha do rio para manutenção da vida aquática. Essa situação, implica na configuração de demandas para a bacia já exposta na Tabela 4.8 e Figura 4.2. As implicações para a outorga dos usuários da água da bacia são discutidas a seguir.

#### **4.3.2.1. Usuários a montante da barragem**

As retiradas ficam restritas ao valor de 0,80 m<sup>3</sup>/s que corresponde as demandas atuais. Qualquer uso adicional de água, neste trecho, que possa causar redução na vazão a ser regularizada a partir da barragem Pirapama não seria permitido. A área a montante da barragem pode ser, então, considerada como uma “*zona de produção de água para a RMR*”.

#### **4.3.2.2. Usuários da barragem**

A RMR é beneficiada com uma vazão incremental de 5,13 m<sup>3</sup>/s. A cidade do Cabo, antes abastecida pelo sistema Bitá-Utinga do Complexo Portuário Suape, passa a ser abastecida pela Barragem Pirapama. O atual Sistema de Abastecimento Metropolitano, em épocas normais, produz 11,15 m<sup>3</sup>/s (incluindo a participação dos poços de 1,64 m<sup>3</sup>/s) conforme Pernambuco (1997). Os 4,73 m<sup>3</sup>/s (5,13 m<sup>3</sup>/s – 0,40 m<sup>3</sup>/s) incrementais a serem disponibilizados para o abastecimento da RMR correspondem a 42% da produção atual.

#### **4.3.2.3. Usuários a jusante da barragem**

Os seguintes usuários ficam submetidos às imposições do abastecimento da RMR: hidroelétrica José Rufino e Distrito Industrial do Cabo. A hidroelétrica José Rufino (com barragem de nível) necessita de 5,5 m<sup>3</sup>/s para operar na sua capacidade máxima. Na inexistência da barragem, as vazões afluentes ao respectivo PC são suficientes, na maioria do período simulado, para atendimento desse uso não consuntivo. A entrada da barragem Pirapama impõe a restrição de uma vazão de 1,20

$\text{m}^3/\text{s}$  bastante inferior ao requerido pelo usuário. Considerando a prioridade de uso (estabelecida por lei) para o abastecimento humano, a hidroelétrica José Rufino deve ser orientada a adquirir a energia que necessita de outras formas, mesmo que tenha que arcar com custos antes inexistentes.

O Distrito Industrial (DI) do Cabo, na situação sem a barragem e admitindo-se o critério 1 ( $Q_{90}$  anual) antes simulado, poderia dispor de  $3,62 \text{ m}^3/\text{s}$  (vazão máxima outorgável). Com uma demanda de  $0,33 \text{ m}^3/\text{s}$ , ele poderia se expandir considerando maiores retiradas à fio d'água a partir do rio Pirapama. A nova situação disponibiliza  $0,40 \text{ m}^3/\text{s}$  para o DI. Qualquer expansão do DI que exija maiores demandas de água além dos  $0,40 \text{ m}^3/\text{s}$  deverá ser viabilizada por outras alternativas como modificação no processo produtivo, reuso da água e uso de água subterrânea.

O Estudo de Impacto Ambiental da barragem Pirapama (Compesa, 1989) indica o valor de  $0,80 \text{ m}^3/\text{s}$  como vazão ecológica necessária a jusante da barragem. Dos  $1,20 \text{ m}^3/\text{s}$  a serem regularizados para jusante,  $0,40 \text{ m}^3/\text{s}$  são destinados para o DI e o restante, então, corresponde ao valor da vazão ecológica. Esta é a vazão que estaria disponível, também, no rio para diluição de efluentes (do próprio DI e dos esgotos sanitários do Cabo). A redução da vazão nesse trecho do rio passa a exigir que os referidos lançamentos sejam tratados adequadamente, sobretudo os esgotos sanitários que na atual situação não são tratados. A situação impõe, então, novos custos para abatimento da carga lançada a jusante da barragem. Esse assunto é discutido no Capítulo 6 desta tese.

O reservatório Gurjaú não sofre alterações na sua operação com a entrada do reservatório Pirapama. A situação mostrada anteriormente permanece a mesma, isto é, o Gurjaú regularizando, em média,  $1,00 \text{ m}^3/\text{s}$  para a RMR.

#### 4.4. A outorga da vazão de diluição

Nesta seção simula-se a outorga da vazão de diluição conforme previsto no Projeto de Lei complementar à 9.433/97 (PL n° 1616 de 1999) discutido no Capítulo 2 (item 2.4.2.2). O processo de outorga conjunto (captação e diluição) pode ser representado matematicamente pela Equação 4.3.

$$\sum_{i,j} [(\alpha_i) \cdot Q_{\text{capta}_{i,j}} + (\beta_k) \cdot Q_{\text{dilu}_{i,j,k}}] \leq Q_{\text{máx outorgável total}_j} \quad (4.3)$$

com  $[(\alpha_i) \cdot Q_{\text{capta}_{i,j}} + (\beta_k) \cdot Q_{\text{dilui}_{i,j,k}}] \leq Q_{\text{outorgada total}_{i,j}}$

onde,

$Q_{\text{capta}_{i,j}}$  é a vazão de captação para o usuário  $i$  na seção  $j$ ;  $\alpha$  é o coeficiente de uso da vazão de captação do usuário  $i$ ;  $Q_{\text{dilui}_{i,j,k}}$  é a vazão de diluição para o parâmetro  $k$  do usuário  $i$  em  $j$ ;  $\beta_k$  é o coeficiente de uso da vazão de diluição no que se refere ao parâmetro  $k$ ;  $Q_{\text{máx outorgável total}}$  na seção  $j$  é a soma da vazão máxima outorgável para a captação com a vazão máxima outorgável para diluição na seção considerada;  $Q_{\text{outorgada total}}$  é a soma da vazão outorgada para captação e para diluição; com todas as vazões em  $\text{m}^3/\text{s}$ .

A vazão de diluição ( $Q_{\text{dilui}_{i,j,k}}$ ) em  $\text{m}^3/\text{s}$  para um mês de 30 dias é calculada através da Equação 4.4:

$$Q_{\text{dilui}_{i,j,k}} = (1/2,592) \cdot (C_{g_{i,j,k}} / \text{Con}_{k,j}) \quad (4.4)$$

onde,

$Q_{\text{dilui}_{i,j,k}}$  é a vazão de diluição em  $\text{m}^3/\text{s}$  do usuário  $i$ , na seção  $j$ , para o parâmetro  $k$ ;  $C_{g_{i,j,k}}$  é a carga lançada pelo usuário  $i$ , na seção  $j$ , para o parâmetro  $k$ , em  $\text{ton}/\text{mês}$  e  $\text{Con}_{k,j}$  é a concentração do parâmetro  $k$  exigida na seção  $j$ , em  $\text{mg}/\text{l}$ .

Quando o usuário lança o efluente, os impactos deste lançamento podem se dar na seção de lançamento e em todo o trecho a jusante. O grau desse impacto está associado à capacidade de autodepuração do corpo hídrico. Uma água é considerada depurada quando as suas características não são mais conflitantes com a utilização prevista em cada trecho do curso d'água (Von Sperling, 1996a). Ou seja, quando o enquadramento do corpo é obedecido. Von Sperling (1996a) relaciona quatro principais zonas de autodepuração: zona de degradação, zona de decomposição ativa, zona de recuperação e zona de águas limpas.

Na ausência de estudos específicos sobre a capacidade depurativa do corpo d'água, algumas hipóteses podem ser assumidas como: i) há autodepuração do efluente no próprio ponto de lançamento ou em torno do mesmo; ii) não há autodepuração do efluente no ponto de lançamento, mas há nas seções a jusante; iii) não há autodepuração do efluente ao longo do curso d'água. Para o último caso, o usuário se apropria da vazão

de diluição, não apenas no ponto de lançamento, mas em todo o trecho a jusante (o coeficiente  $\beta_k$  da Equação 4.3 é igual a unidade). A vazão se torna indisponível para outros usos em todo o trecho. Na segunda hipótese, a apropriação total da vazão de diluição se dá no ponto de lançamento mas o coeficiente de uso  $\beta_k$  diminui com o aumento da distância entre o ponto de lançamento e as seções a jusante. A hipótese número iii, que simula a situação mais desfavorável, foi adotada neste estudo.

#### 4.4.1. Usuários sujeitos à outorga da vazão de diluição

Para simular a outorga da vazão de diluição na bacia do rio Pirapama é preciso definir os pontos de controle (PC) e realizar as seguintes etapas: i) identificação dos efluentes lançados em cada PC; ii) identificação da concentração máxima permitida pelo enquadramento para o trecho do rio onde se localiza o PC (foi simulado o parâmetro DBO); iii) cálculo da vazão necessária para diluir ( $Q_{dilui}$ ) a carga lançada de forma que seja obedecida a concentração máxima permitida pelo enquadramento no trecho em análise; iv) definição da vazão máxima outorgável (discutida no item 4.3) no PC; v) cálculo da vazão de captação ( $Q_{capta}$ ) no PC (definida no item 4.3); vi) definição de critérios de racionamento para a situação em que a vazão disponível não é suficiente para atender ambas as vazões, isto é, a vazão de captação e de diluição.

Pela Tabela 4.9, um detalhamento da Tabela 3.2, é possível identificar três tipos de efluentes lançados na bacia: agroindustriais, industriais e os lançamentos domésticos. Esses últimos podendo ser separados em duas classes: os rurais (difusos na bacia) e os urbanos (concentrados na sede da cidade do Cabo). Nas simulações da outorga da vazão de diluição não foram considerados os esgotos da população rural.

As cargas lançadas pelos usuários da bacia do rio Pirapama são discutidas detalhadamente no Capítulo 6 deste trabalho, quando se analisa a cobrança pelo lançamento de efluentes na bacia. A aplicação dos valores dessas cargas à Equação 4.4, para cada PC definido para a Bacia, permite o cálculo das respectivas vazões de diluição. A classe de uso de água considerada em cada PC está apresentada na Tabela 4.9 A Tabela 4.10 mostra os valores encontrados para as vazões de diluição. Esses valores são usados nos dois cenários simulados no estudo da vazão de diluição: o Cenário 3 (sem a entrada da barragem Pirapama) e Cenário 4 (com a entrada da barragem).

Tabela 4.9. Tipo de vazão, classe do rio e usuário da água em cada ponto de controle simulado, nesta pesquisa, na bacia do Pirapama.

PC	tipo de vazão		classe do rio <sup>a</sup>	usuário da água
	captação	diluição		
1	X	X	2	agroindústria JB
2	X		2	hidroelétrica Cachoeira Tapada
3	X	X	2	agroindústria Sibéria
4	X	X	2	agroindústria Inexport
A <sup>b</sup>	X		2	RMR (Barragem Pirapama)
5	X		3	hidroelétrica José Rufino
6		X	3	Cabo – doméstico urbano
	X	X		Cabo – Distrito Industrial
7	X		3	RMR (Barragem Gurjaú)
8	X	X	3	agroindústria Bom Jesus

PC = ponto de controle.

a: para classe 2, concentração máxima permitida para a DBO: 5 mg/l; para a classe 3, 10mg/l (Resolução CONAMA n° 020/86 e Decreto Estadual n° 11.358/86);

b: o PC "A" faz parte da configuração dos usos da água na bacia apenas no Cenário 2 (entrada da barragem Pirapama).

Tabela 4.10. Valores da vazão de diluição (m<sup>3</sup>/s) nos pontos característicos da bacia do Pirapama (Cenários 3 e 4).

Pontos característicos e respectivas cargas de DBO lançadas (ton/mês)					
1	3	4	6 <sup>a</sup>		8
2.268,00	388,80	1.017,81	9,63	103,66	668,25
Pontos característicos e vazões que diluem (m <sup>3</sup> /s) as cargas lançadas em obediência à concentração máxima do enquadramento em cada PC					
1	3	4	6 <sup>a</sup>		8
175,00	30,00	78,53	0,37	4,00	25,78

a: o primeiro valor se refere ao Distrito Industrial e o segundo aos esgotos domésticos do Cabo.

A Tabela 4.10 indica que as altas vazões de diluição estão relacionadas com aqueles pontos de controle associados à agroindústrias (1, 3, 4 e 8). O PC6 recebe dois tipos de efluentes: os industriais (necessitando de 0,37 m<sup>3</sup>/s para diluição) e os domésticos urbanos da cidade do Cabo (necessitando de 4,00 m<sup>3</sup>/s). Para o caso dos PCs 1, 3, 4 e 8 há necessidade de vazão de diluição apenas na época da safra da cana-de-açúcar (setembro a fevereiro). Nos outros 6 meses não há lançamento de efluentes. Para o PC6 necessita-se de água para diluição durante todo o ano.

#### 4.4.2. Cenário 3: sem a barragem Pirapama

Para a situação sem a entrada da barragem Pirapama foi selecionado o Critério 2 discutido no item 4.3.1.2 cuja a vazão máxima outorgável em cada PC é calculada em 80% da Q<sub>90</sub> mensal (Tabela 4.4). Duas situações podem ocorrer:

$Q_{\text{capta}} + Q_{\text{dilui}} \leq Q \text{ máx outorgável total} \Rightarrow \text{não há falha}$

$Q_{\text{capta}} + Q_{\text{dilui}} > Q \text{ máx outorgável total} \Rightarrow \text{há falha}$

Na primeira situação, as duas vazões são atendidas integralmente. Na segunda, não há vazão disponível, na seção estudada, para atendimento total dos requerimentos e critérios de racionamento devem ser estabelecidos. Nas simulações realizadas admitiu-se que a vazão de captação ( $Q_{\text{capta}}$ ) teria prioridade em relação à vazão de diluição ( $Q_{\text{dilui}}$ ), isto é, a última só seria atendida após o suprimento da primeira:

$Q \text{ máx outorgável} - Q \text{ outorgada captação} = Q \text{ disponível outorga diluição}$

Para o ponto de controle 6 (com dois tipos de efluentes a serem diluídos) assumiu-se que a diluição dos efluentes do Distrito Industrial do Cabo teria prioridade sobre os esgotos sanitários. Isto é: havendo vazão de diluição no PC, atende-se primeiro ao DI e depois aos esgotos sanitários urbanos do Cabo. A justificativa para essa consideração está baseada no fato de que o DI já realiza adequada remoção de carga devendo ter prioridade no uso da vazão de diluição disponível no PC, enquanto os lançamentos domésticos não recebem tratamento:

$Q \text{ disponível outorga diluição} - Q \text{ outorgada diluição industrial} =$   
 $= Q \text{ disponível outorga diluição doméstico}$

A Tabela 4.11 expõe informações sobre o percentual de falha no atendimento da vazão de captação e da de diluição para o período simulado de 912 meses. Considera-se falha a situação na qual a demanda requerida (retirada ou de diluição) não é atendida integralmente. Os resultados mostram que há falha no atendimento da vazão de diluição para todo o período analisado nos PCs 1, 3, 4 e 8. O requerimento de vazão para diluir os efluentes nesses PCs é tão alto (Tabela 4.10) que não há água disponível para realizar essa função ou há em uma quantidade insignificante frente aos altos valores. Quanto ao PC6, não há falha no atendimento da vazão de diluição do Distrito Industrial mas há falha (58,3%) no atendimento da vazão de diluição dos esgotos domésticos. No entanto, apesar dessa vazão não ser atendida integralmente durante 58,3% do tempo, é sempre possível atender alguma parcela da mesma. As simulações mostram que a menor

quantia de vazão outorgada para diluição dos efluentes domésticos é de 2,53 m<sup>3</sup>/s, isto é, durante todo o período simulado tem-se o atendimento de mais da metade do valor requerido (4,00 m<sup>3</sup>/s).

Tabela 4.11. Percentual de falha no atendimento da vazão de captação e de diluição para o Cenário 3 (sem barragem Pirapama) com critério 2 de vazão máxima outorgável (Q<sub>90</sub> mensal).

PC	percentual de falha	
	vazão de captação	vazão de diluição
1 (agroindústria)	0	100
2 (hidroelétrica)	54,3	---
3 (agroindústria)	75,2	100
4 (agroindústria)	50,4	100
5 (hidroelétrica)	31,4	---
6 (Cabo)	0	0 (Distrito Industrial) e 58,3 (doméstico)
7 (Gurjaú-RMR)	0	---
8 (agroindústria)	0	100

Foi simulada, também, a situação expressa pela condição abaixo:

$$Q_{\text{máx outorgável diluição}} = Q_{\text{afluente}} - Q_{\text{outorgada captação}}$$

$$\text{com } Q_{\text{outorgada captação}} \leq Q_{\text{máx outorgável captação}}$$

Para essa simulação, o mesmo critério de vazão referencial foi adotado na definição da vazão máxima outorgável para captação, isto é, 80% da Q<sub>90</sub> mensal. Da vazão afluente deduz-se a vazão outorgada para a captação e o resultado é a vazão disponível para a diluição. Mesmo para esse simulação, observa-se que não há vazão disponível para diluição dos efluentes das agroindústrias de forma que seja obedecido o enquadramento.

#### 4.4.3. Cenário 4: com a barragem Pirapama

Neste Cenário tem-se a entrada da barragem Pirapama que, conforme discutido no item 4.3.2, cria uma nova condição de uso da água na bacia. Para análise da outorga da vazão de diluição foram feitas as mesmas considerações discutidas no Cenário 2: restrição das retiradas a montante no valor de 0,80 m<sup>3</sup>/s; regularização de 6,33 m<sup>3</sup>/s, dos quais 5,13 m<sup>3</sup>/s para o abastecimento da RMR e 1,20 m<sup>3</sup>/s para jusante. Destes, 0,80

m<sup>3</sup>/s serão destinados à vazão ecológica e 0,40 m<sup>3</sup>/s ao abastecimento do Distrito Industrial do Cabo (Compesa, 1989; CPRH/DFID, 1998b).

As conseqüências da entrada da barragem Pirapama no que se refere ao atendimento das demandas dos usuários localizados a jusante da mesma foram discutidas no item 4.3.2. A condição de regularização de 1,20 m<sup>3</sup>/s (admitindo-se que a vazão ecológica 0,80 m<sup>3</sup>/s estaria disponível para a diluição dos efluentes) impõe uma falha em 100% do período simulado para o caso do usuário doméstico (Tabela 4.12). A vazão de 0,80 m<sup>3</sup>/s é capaz de diluir a carga dos efluentes industriais (0,37 m<sup>3</sup>/s) mas apenas uma pequena parcela (0,43 m<sup>3</sup>/s) da carga total dos esgotos sanitários (4,00 m<sup>3</sup>/s).

Tabela 4.12. Percentual de falha no atendimento da vazão de captação e de diluição para o Cenário 4 (com barragem Pirapama) – critério 3 de vazão outorgada (restrição de 0,80 m<sup>3</sup>/s a montante).

PC	percentual de falha	
	vazão de captação	vazão de diluição
1 (agroindústria)	0	100
2 (hidroelétrica)	54,3	---
3 (agroindústria)	33,8	100
4 (agroindústria)	3,3	100
5 (hidroelétrica)	100	---
A (Pirapama-RMR)	0	---
6 (Cabo)	0	0 (Distrito Industrial) e 100 (doméstico)
7 (Gurjaú-RMR)	0	---
8 (agroindústria)	0	100

#### 4.4.4. O que fazer na ausência de vazão de diluição?

As simulações que consideram o uso da água para diluição (Cenários 3 e 4) mostram que não há vazão disponível para diluição dos efluentes da maioria dos usuários da bacia do Pirapama, de forma que seja atendida a concentração do enquadramento na seção do rio em análise. Isto acontece, sobretudo, para as agroindústrias que, conforme mostrado na Tabela 4.10, lançam altas cargas. O Distrito Industrial do Cabo tem ambas as vazões (captação e diluição) atendidas nos dois cenários simulados (3 e 4). Os esgotos domésticos do Cabo são diluídos integralmente em 41,7% do período simulado no Cenário 3. Para o Cenário 4, a diluição total desses esgotos não é possível em nenhum período. As simulações mostram que os conflitos pelo uso da água na bacia, já acirrados com a entrada da barragem Pirapama, são

agravados quando se considera mais um uso para a água: a diluição de efluentes. Não havendo água para diluir os efluentes em alguns PCs da bacia, há a necessidade de se definir estratégias para a gestão qualitativa da água na bacia. Duas alternativas que poderiam ser usadas, isoladamente ou em combinação, são discutidas a seguir.

#### **4.4.4.1. Racionamento dos lançamentos**

Como a vazão máxima outorgável é repartida entre o uso para a captação e para a diluição e como não há vazão disponível para diluir integralmente os efluentes lançados, o usuário deve racionar tais lançamentos a fim de que sejam atendidos os padrões de qualidade estipulados no enquadramento. Esse racionamento pode ser alcançado através de medidas adotadas isoladamente ou em conjunto: i) modificação de processo produtivo a fim de gerar menos efluentes; ii) tratamento de efluentes e/ou pagamento pela água necessária para diluí-los; iii) aumento da eficiência ao usar a água captada a fim de que parcela dessa vazão possa ser transferida para a diluição de efluentes. Considerando essa última alternativa, o poder público outorgaria o direito de uso da água como um todo (captação + diluição) cabendo ao usuário gerenciar essa quantia entre os seus dois usos.

#### **4.4.4.2. Flexibilização no enquadramento: os Cenários 5 e 6**

Nessa alternativa poderia ser acordado uma flexibilização das exigências do enquadramento durante um período de tempo pré-estabelecido. Essa situação tem sido conhecida como ““etapalização” da qualidade” e se caracteriza pela evolução gradual da qualidade do efluente tratado (Von Sperling, 1998). Em um primeira etapa remove-se uma certa quantidade da carga e em uma segunda etapa buscam-se maiores remoções. Isto implica em permissão do órgão ambiental para que, temporariamente, sejam descumpridos os padrões de qualidade (e de lançamento) na primeira etapa. Para o caso estudado, por exemplo, poder-se-ia aceitar “temporariamente” o limite de concentração para a DBO de 10 mg/l para o trecho enquadrado em classe 2 e de 20 mg/l para aquele estipulado como de classe 3. A Tabela 4.13 apresenta os novos valores de vazões de diluição para essa situação.

Considerando essa situação, dois novos cenários foram simulados ambos admitindo a flexibilização no enquadramento: o Cenário 5 (sem barragem) e o 6 (com barragem). Os mesmos critérios de vazão máxima outorgável simuladas nos Cenário 3 e

4 foram admitidas para os Cenários 5 e 6. As simulações mostram que a permissão de uma concentração de 10 mg/l (no lugar de 5 mg/l) e de 20 mg/l (no lugar de 10 mg/l) não reduz o número de falhas provocadas nos PCs relativos ao setor agroindustrial (1, 3, 4 e 8) em nenhum dos dois cenários (Tabelas 4.14 e 4.15). Isto é: a carga lançada pelas agroindústrias é tão grande que há falha em 100% do tempo no seu atendimento, mesmo diante da condição de concentração mais flexível.

A estratégia da “etapalização”, entretanto, provoca ausência de falhas no atendimento da vazão de diluição dos efluentes domésticos do Cabo quando não se tem a barragem Pirapama no sistema (Cenário 5, Tabela 4.14). Com a entrada da barragem (Cenário 6, Tabela 4.15), apesar das falhas persistirem em 100% do tempo, como na situação sem a estratégia da “etapalização”, atende-se a 30,5% da demanda total de diluição requerida (2,00 m<sup>3</sup>/s) em contraposição aos 10,75% atendidos da demanda total quando não se considera a “etapalização”.

Tabela 4.13. Valores da vazão de diluição (m<sup>3</sup>/s) nos pontos característicos da bacia do Pirapama adotando-se a estratégia de “etapalização” da qualidade” (Cenários 5 e 6).

Pontos característicos e respectivas cargas de DBO lançadas (ton/mês)					
1	3	4	6 <sup>a</sup>		8
2.268,00	388,80	1.017,81	9,63	103,66	668,25
Pontos característicos e vazões que diluem (m <sup>3</sup> /s) as cargas lançadas para a situação de “etapalização”.					
1	3	4	6 <sup>a</sup>		8
87,50	15,00	39,27	0,19	2,00	12,89

a: o primeiro valor se refere ao Distrito Industrial e o segundo aos esgotos sanitários do Cabo.

Tabela 4.14. Percentual de falha no atendimento da vazão de captação e de diluição para o Cenário 5 (sem barragem Pirapama) - critério 2 de vazão máxima outorgável (Q<sub>90</sub> mensal) e “etapalização”.

PC	percentual de falha	
	vazão de captação	vazão de diluição
1 (agroindústria)	0	100
2 (hidroelétrica)	54,3	---
3 (agroindústria)	75,2	100
4 (agroindústria)	50,4	100
5 (hidroelétrica)	31,4	---
6 (Cabo)	0	0 (Distrito Industrial) e 0 (doméstico)
7 (Gurjaú-RMR)	0	---
8 (agroindústria)	0	100

Tabela 4.15. Percentual de falha no atendimento da vazão de captação e de diluição para o Cenário 6 (com barragem Pirapama) – critério 3 de vazão outorgada (restrição de 0,80 m<sup>3</sup>/s a montante) e “etapalização”.

PC	percentual de falha	
	vazão de captação	vazão de diluição
1 (agroindústria)	0	100
2 (hidroelétrica)	54,3	---
3 (agroindústria)	33,8	100
4 (agroindústria)	3,3	100
5 (hidroelétrica)	100	---
A (Pirapama-RMR)	0	---
6 (Cabo)	0	0 (Distrito Industrial) e 100 (doméstico)
7 (Gurjaú-RMR)	0	---
8 (agroindústria)	0	100

## **5. Cobrança pela retirada de água bruta: metodologia, simulações e resultados**

### **5.1. Usuários sujeitos à cobrança pela retirada de água**

O termo “retirada de água” é usado neste Capítulo com o mesmo sentido de captação ou derivação aplicado no Capítulo 4. Conforme mostrado naquele Capítulo, os usuários que captam a água na bacia são: o setor agroindustrial, o industrial, o doméstico e a geração de energia. Os respectivos valores de captação estão apresentados na Tabela 4.8, Capítulo 4. As seguintes considerações foram admitidas no estudo de cobrança pela retirada de água bruta:

- i) a água subterrânea é pouco usada na bacia ficando restrita ao abastecimento de pequenos núcleos rurais, os quais não estão sujeitos à cobrança;
- ii) o Cenário 2 (Capítulo 4), com a entrada da barragem Pirapama, é o adotado para simulação da cobrança;
- iii) a cobrança é simulada para a situação na qual os usuários têm toda a demanda requerida atendida, o que implica na maior arrecadação para o sistema;
- iv) toda a água destinada ao abastecimento público da RMR é considerada para o consumo doméstico urbano;
- v) aumentos futuros de demanda (na RMR e na bacia do Pirapama) devem ser atendidos através de redução das perdas, mudanças no processo tecnológico do setor produtivo, reuso de água e não por meio da abordagem tradicional de expansão da oferta;
- vi) as considerações admitidas para o estudo de outorga (seção 4.3.1 do Capítulo 4) são válidas para o presente estudo de cobrança;
- vii) a cobrança pelo uso da água para diluição de efluentes é considerada segundo duas abordagens: cobrança pelo lançamento de efluentes

(abordada no Capítulo 7) e cobrança pela retirada de água bruta, a qual inclui a diluição de efluentes (discutida no item 5.4 deste Capítulo).

Para essa última situação, o termo “retirada de água”, discutido no início deste parágrafo, é ampliado para incluir a retirada de água para a diluição.

## **5.2. Cobrança pela retirada de água bruta**

No estudo da cobrança pela retirada de água bruta se faz necessário definir o valor de referência o qual representa o preço básico unitário a ser cobrado. Uma discussão sobre os métodos para cálculo deste valor foi apresentada no Capítulo 2. Duas óticas podem ser adotadas: a econômica e a financeira sendo que, algumas das metodologias possibilitam incluir no cálculo da cobrança ambos os aspectos. No primeiro aspecto, busca-se a eficiência econômica no uso da água e no segundo, uma arrecadação que recuperará ou financiará os programas de investimentos na bacia. A decisão sobre que valor de referência adotar está vinculada as seguintes perguntas:

- i) que metas se deseja alcançar com a aplicação da cobrança?
- ii) que dados se dispõe para calcular o valor de referência, isto é, que metodologias poderiam ser propostas para valorar a água na bacia?
- iii) quais as dificuldades na adoção de cada uma dessas metodologias?

Definida a metodologia para calcular a cobrança e realizada as simulações, interessa saber:

- iv) quais os valores a serem cobrados de cada usuário de acordo com cada metodologia adotada?
- v) quais os impactos quanto à geração de receitas, a renda do usuário, a capacidade de pagamento, a retração de uso?

As simulações realizadas para a bacia do rio Pirapama podem ser classificadas em quatro grandes grupos em função da metodologia adotada para o cálculo do valor unitário (Tabela 5.1). Essas metodologias foram escolhidas depois de uma análise sobre os dados disponíveis. Não é objetivo desta pesquisa meramente comparar essas

metodologias entre si, mas analisar as características de cada uma disponibilizando informações que possam subsidiar as discussões sobre “cobrança pelo uso da água” contribuindo, especificamente, com as discussões sobre o tema no Estado de Pernambuco.

Tabela 5.1. Metodologias para cálculo do valor de referência da cobrança pela retirada de água adotadas nesta pesquisa.

grupo	metodologias
1	custo de oportunidade da água na bacia
2	rateio de programa de investimentos
3	custo marginal de expansão e racionalização da oferta
4	ponderação do valor de referência da cobrança

O procedimento metodológico, descrito nos itens seguintes, é composto das seguintes etapas:

- i) concepção das estruturas de cobrança;
- ii) simulação dessas estruturas com a geração de informações sobre os valores a serem pagos e respectivas arrecadações dos setores usuários;
- iii) estabelecimento de critérios para fazer o rateio da arrecadação dentro de cada setor usuário;
- iv) análise dos impactos do rateio para os integrantes dos setores usuários.

### 5.2.1. Cobrança do custo de oportunidade

No caso da cobrança com base no custo de oportunidade objetiva-se o alcance da eficiência econômica de forma que a água esteja reservada para os mais eficientes. O custo de oportunidade foi estimado como o valor adicional que o usuário teria que gastar para obter água de uma outra alternativa de suprimento (a mais barata entre as disponíveis) que não a atual. Ou seja, este gasto é o dispêndio a maior que faz o usuário permanecer indiferente entre continuar a captar a água através da fonte atual ou buscar uma outra alternativa que possibilite o seu abastecimento. Note-se que não se admite a hipótese de que o usuário cesse o consumo e arque com as suas perdas econômicas (ou com a insatisfação da carência de água), o que seria outra alternativa de estimativa do custo de oportunidade. Supõe-se, portanto, que sempre será mais barato buscar outra fonte de suprimento do que o valor econômico da privação do uso da água. Em termos

econômicos mais precisos, a disposição a pagar pelo uso da água é sempre maior que o custo da segunda melhor alternativa em obtê-la. Portanto, este último é o custo de oportunidade, pois será o custo que o usuário arcará.

O custo de oportunidade, apesar de refletir o valor econômico da água, apresenta uma série de dificuldades para a sua estimativa por exigir informações precisas sobre as demandas, todas as alternativas para supri-las e respectivos custos, incluindo os custos ambientais. As dificuldades mencionadas fizeram-se presentes no estudo para a bacia do Pirapama. O cálculo do custo de oportunidade foi, então, realizado através de “aproximações” por não ter sido possível a obtenção dos custos de todas as alternativas factíveis para cada usuário.

#### **5.2.1.1. Usuários domésticos da RMR**

A bacia do rio Pirapama já abastece a parte sul da RMR através do reservatório Gurjaú (1,00 m<sup>3</sup>/s). Com a construção da barragem Pirapama, 5,13 m<sup>3</sup>/s adicionais serão destinados para a RMR (incluindo a cidade do Cabo). Para calcular o custo de oportunidade “aproximado” da água para esses usuários verifica-se:

- i) a alternativa atual de suprimento de água e o seu custo e
- ii) as outras alternativas que estariam disponíveis na ausência da alternativa atual e os seus respectivos custos.

Em épocas normais, os usuários da RMR se utilizam do serviço de abastecimento da Companhia de Saneamento de Pernambuco (Compesa) que cobra, em média, R\$ 0,65/m<sup>3</sup> pelo fornecimento da água. No caso de uma interrupção do serviço de abastecimento por parte da Companhia, os usuários do sistema teriam duas outras alternativas para suprimento: a perfuração de poços e o abastecimento via carros-pipa.

Para obter os custos médios para essas outras duas fontes de suprimento foram realizadas entrevistas e pesquisa telefônica junto às empresas perfuradoras de poços na RMR, às empresas fornecedoras de água através de carro-pipa e aos usuários da água. Como a RMR está submetida, no momento, a um severo racionamento de água no sistema de abastecimento, os custos obtidos representam a situação na qual a água teria o seu maior valor de mercado.

Foram identificadas 70 empresas de carro-pipa de pequeno e médio porte atuando na RMR sendo que a grande maioria delas não se encontrava cadastrada na Vigilância Sanitária, responsável pela análise da água comercializada. A água é derivada de poços explorados por particulares. A Tabela 5.2 apresenta os preços praticados pelas empresas de carro-pipa na RMR em dois momentos diferentes: maio de 1998 e janeiro de 1999. Os valores máximos e médios são maiores para janeiro de 1999 o que pode ser explicado pelo racionamento na região ter sido intensificado naquele período. A água do carro-pipa é comprada pela população de classe média e rica da RMR assim como pelo setor industrial e pelo setor de prestação de serviços como a hotelaria. A população de baixa renda, sem condições econômicas ou de armazenamento para usar esta alternativa de comprar água, digamos, “no atacado”, curiosamente tem pago preços superiores aos mostrados na Tabela 5.2, ao comprar água no “varejo”. A água vendida para os mais pobres é disponibilizada em pequenos reservatórios geralmente de 18 litros. Um exemplo observado nesta pesquisa encontrou um preço de R\$ 2,77/m<sup>3</sup>, sem inclusão do transporte. Incluindo-se o transporte este valor chega a R\$ 16,67/m<sup>3</sup> que é mais que o dobro do preço máximo pago pelos que podem comprar a água de um carro-pipa.

Tabela 5.2. Custo da água vendida em carro-pipa na RMR (fonte: entrevistas e pesquisas telefônicas realizadas neste estudo).

estatística	custo da água vendida em carro-pipa na RMR (R\$/m <sup>3</sup> )	
	maio de 1998	janeiro de 1999
valor mínimo	3,75	3,75
valor máximo	6,25	8,13
valor médio	5,12	5,52

Quanto a alternativa de perfuração de poço, ela tem sido buscada principalmente por edifícios residenciais e o setor de hotelaria da RMR. A pesquisa realizada com moradores de alguns edifícios permite concluir que há uma disposição explícita por parte destes de se tornarem independentes do serviço prestado pela Compesa. Dois principais motivos podem ser identificados para essa atitude: a certeza da garantia de suprimento de água e a redução do pagamento da conta de água à Compesa uma vez que o imóvel passaria a pagar, apenas, a tarifa mínima por estar conectado à rede de abastecimento público.

Um exemplo típico de edifício residencial de classe média, pesquisado neste estudo, mostrou as seguintes fases até a opção final pela perfuração de um poço:

- i) até março de 1998, o edifício era abastecido pela Compesa, que já operava na situação de racionamento;
- ii) de março até julho de 1998, o edifício passou a comprar água de carro-pipa para enfrentar o racionamento; pagou preços mostrados na Tabela 5.2, o que provocou um acréscimo médio na taxa de condomínio de 10%;
- iii) em março de 1998, fez a opção por perfurar um poço, que entrou em operação em agosto daquele ano.

O custo total do poço (100 metros de profundidade) foi de R\$ 12.000,00. Esse valor foi pago através da quantia de R\$ 240,00, cobrada de cada um dos 48 apartamentos, adicionado de uma reserva existente no condomínio. O edifício passou a pagar à Compesa, apenas, a tarifa mínima e não está mais submetido ao racionamento de água. Além de ter a sua conta de água reduzida, esses usuários estão isentos da cobrança pelo uso da água pelo artigo 38 do Decreto nº 20.423/98.

A pesquisa realizada junto às empresas de perfuração de poços na RMR encontrou os custos de captação mostrados na Tabela 5.3 segundo a profundidade do poço (dados de janeiro de 1999). O valor de R\$ 1,10/m<sup>3</sup> é fornecido como o custo médio de captação de água potável subterrânea para a RMR.

Tabela 5.3. Custo total médio de captação de água de poço em função da profundidade (fonte: entrevistas e pesquisas telefônicas realizadas neste estudo).

profundidade do poço	custo total médio de captação de água de poço em R\$ <sup>1</sup>
em torno de 60 metros	10.000,00
em torno de 120 metros	16.000,00
superior a 200 metros	23.000,00

1: refere-se ao custo de capital.

Considerando as duas alternativas “perfuração de poço” e “carro-pipa”, a mais barata delas (poço) é utilizada para cálculo do custo de oportunidade (“aproximado”). Esse custo é de R\$ 0,45/m<sup>3</sup> (custo da alternativa de suprimento via poço particular, que é de R\$ 1,10/m<sup>3</sup>; diminuído do custo da alternativa de suprimento através da Compesa, que é de R\$ 0,65/m<sup>3</sup>). Esse valor representa o benefício que o usuário obtém se tiver seu abastecimento suprido pela Compesa.

### 5.2.1.2. Usuários industrial e agroindustrial

O valor que esses usuários estariam dispostos a pagar por cada metro cúbico de água, a ser retirado para a atividade industrial, corresponde ao valor que eles teriam que pagar a maior para consumir a água através de outra alternativa e, representa o custo de oportunidade da água para o usuário. A grande maioria das indústrias da bacia tem captação própria direto do rio (ao custo médio de R\$ 0,95/m<sup>3</sup>, conforme Carrera-Fernandez, 1999). As fontes alternativas de abastecimento possíveis para esse usuário e os respectivos custos são:

- i) captação própria através de poços (R\$ 1,10/m<sup>3</sup>);
- ii) captação de água bruta disponibilizada pela Compesa (R\$ 2,96/m<sup>3</sup>, segundo Resolução de Diretoria da Compesa – RD n° 014/97);
- iii) captação através de carro-pipa (R\$ 5,52/m<sup>3</sup>, segundo Tabela 5.2);
- iv) modificações no processo produtivo a fim de consumir menos água; adoção de técnicas de reuso de água (ausência de informações impossibilitam quantificar os respectivos custos).

Considerando que a alternativa mais barata é a captação de água através de perfuração de poço, o custo de oportunidade para o setor industrial e agroindustrial é estimado em R\$ 0,15/m<sup>3</sup>.

A Tabela 5.4 apresenta uma aproximação do custo de oportunidade para os usuários da bacia do rio Pirapama (excetuando o usuário hidroelétrico) e a arrecadação derivada caso o sistema de cobrança tenha como valor de referência aquele custo.

Tabela 5.4. Valor a ser arrecadado cobrando-se o custo de oportunidade da água.

usuários	custo de oportunidade (R\$/1000 m <sup>3</sup> )	arrecadação (R\$/ano)
agroindústrias	150,00	3.878.928,00
indústrias	150,00	1.892.160,00
abastecimento da RMR	450,00	86.992.056,00
total		92.763.144,00

### 5.2.2. Os investimentos para a bacia

Os programas de investimentos para a bacia e respectivos custos estão expostos na Tabela 5.5.

Tabela 5.5. Programa de investimentos para a bacia do Pirapama (CPRH/DFID, 1998g; Documento Estratégico de Investimentos do Sistema Metropolitano de Saneamento Ambiental da RMR, 1998; Informações do Comitê da Bacia do Rio Pirapama; Carrera-Fernandez, 1999).

Programas	Investimento (R\$)	Manutenção e operação (R\$/ano)
<b>Programas relativos ao aumento de oferta e racionalização no uso da água</b>		
Sistema de transposição do Ipojuca	21.000.000,00	210.000,00
- Barragem, adutora, estação elevatória	21.000.000,00	210.000,00
Gerenciamento dos recursos hídricos	370.000,00	125.000,00
- Realização de estudos de demanda	40.000,00	20.000,00
- Campanha hidrométrica	150.000,00	50.000,00
- Sistema de informação de recursos hídricos	20.000,00	55.000,00
- Estudos de cenários de desenvolvimento e gestão	60.000,00	-
- Sistema de controle hidrológico	100.000,00	-
Sub-Total 1	21.370.000,00	335.000,00
<b>Programas relativos ao controle da qualidade ambiental<sup>2</sup></b>		
Sistemas de esgotamento sanitário	31.976.241,08	639.524,82
- Sistema Pirapama	8.181.682,70	163.633,65
- Sistema Parque Industrial do Cabo	8.133.222,00	162.664,44
- Sistema Garapú	7.041.302,09	140.826,04
- Sistema Charnequinha	3.251.509,29	65.030,19
- Sistema Parque Pirapama	3.212.000,00	64.240,00
- Sistema Charneca	2.156.525,00	43.130,50
Sistemas de resíduos sólidos urbanos e recuperação de áreas degradadas	10.500.000,00	525.000,00
- Destinação final (construção de aterros sanitários)	6.000.000,00	300.000,00
- Aproveitamento e reciclagem (usinas de compostagem)	3.000.000,00	150.000,00
- Recuperação de áreas degradadas (lixões)	1.500.000,00	75.000,00
Qualidade das águas	140.000,00	30.000,00
- Programa de monitoramento de rotina	30.000,00	30.000,00
- Campanhas especiais de monitoramento	50.000,00	-
- Realização de estudos especiais	60.000,00	-
Gerenciamento ambiental	5.850.000,00	290.000,00
- Implantação de um sistema de gerenciamento ambiental	200.000,00	-
- Fortalecimento institucional	500.000,00	-
- Integração dos agentes envolvidos	-	60.000,00
- Internalização do meio ambiente na administração pública	50.000,00	20.000,00
- Monitoramento ambiental	-	100.000,00
- Proteção de ecossistemas	-	70.000,00
- Recuperação de áreas degradadas	4.500.000,00	-
- Desenvolvimento turístico em áreas específicas	600.000,00	40.000,00
Sub-Total 2	48.466.241,08	1.484.524,82
<b>Total geral</b>	<b>69.836.241,10</b>	<b>1.839.524,82</b>

1 e 2: classificações adotadas por esta pesquisa. Obs: taxa cambial de 01.05.99: US\$ 1 = R\$ 1,70.

Os programas apresentados na Tabela 5.5 foram definidos no âmbito do “Projeto Planejamento e Gerenciamento Ambiental da Bacia do rio Pirapama” (CPRH/DFID, 1998c) com base no Diagnóstico Ambiental Integrado da Bacia do Pirapama (CPRH/DFID, 1998g), no Documento Estratégico de Investimentos do Sistema Metropolitano de Saneamento Ambiental da RMR do Governo do Estado de Pernambuco e com base em discussões com o Comitê da Bacia Pirapama. A consolidação desses programas está apresentada em Carrera-Fernandez (1999). Esses programas são importantes para definição dos valores a serem cobrados pelo uso da água na bacia quando o objetivo do sistema de cobrança é o financeiro, isto é, busca-se a recuperação de custos e/ou o financiamento de atividades e programas para a bacia

A Tabela 5.6 indica uma previsão dos custos médios anuais a serem realizados para viabilizar a operação do órgão gestor de recursos hídricos na bacia Pirapama. Os valores foram obtidos com base na previsão orçamentária do Comitê de Bacia do Pirapama e o rateio das dotações orçamentárias para o gerenciamento de recursos hídricos em Pernambuco, tendo sido apresentados em Carrera-Fernandez (1999).

Tabela 5.6. Custo anual de operação do órgão gestor na bacia do Pirapama (informações do Comitê da Bacia do rio Pirapama; Carrera-Fernandez, 1999).

Discriminação	valor (em R\$/ano)
Material e equipamento	76.000,00
Pessoal (salários e encargos)	28.800,00
Monitoramento ambiental	58.776,00
Monitoramento de recursos hídricos	17.580,00
Exames laboratoriais	20.000,00
Elaboração e publicação de relatórios	19.000,00
Confecção de material de divulgação e vídeo	23.340,00
Transporte e diárias	12.500,00
Total	255.996,00

Para determinar os valores a serem cobrados com base nos programas de investimentos para a bacia é necessário estabelecer algumas considerações. Elas estão relacionadas com:

- i) as ações e programas que efetivamente serão considerados;
- ii) o tipo de cobrança que custeará tais investimentos (o que se reflete nos usuários pagantes);

- iii) a percentagem de participação do tipo de cobrança em cada investimento (o que se relaciona com a existência de outras fontes tradicionais de financiamento e com o grau de participação do Fundo Estadual de Recursos Hídricos no custeio dos programas e ações para a bacia).

O sistema de cobrança elaborado e simulado nesta pesquisa considera que:

- a) dois tipos de cobrança pelo uso da água são identificados para a bacia: a cobrança pela retirada de água bruta e a cobrança pelo lançamento de efluentes; na adoção da abordagem “cobrança da vazão de diluição” (item 5.4), a cobrança pela retirada de água bruta é ampliada para incluir o uso da água para diluição (substituindo assim o sistema de cobrança pelo lançamento de efluentes);
- b) os custos de operação do órgão gestor na bacia são rateados, igualmente, entre os dois tipos de cobrança quando a atividade analisada envolver tanto o aspecto de “retirada de água” quanto o de “lançamento de efluentes”. Caso contrário, tais custos são alocados apenas ao tipo de cobrança ao qual está integralmente relacionado;
- c) incluiu-se nos investimentos apresentados na Tabela 5.5, o programa “Sistema Barragem Pirapama” relacionado com a construção da barragem Pirapama, estação de tratamento, adutora e reservatórios de distribuição.

No entanto, a suposição é de que a cobrança pela retirada de água financiará, apenas, uma parte desse programa sendo o restante do montante financiado através das fontes tradicionais. Assume-se, também, a hipótese de que parte do montante deverá ser repassado para o usuário via tarifa da Companhia de Saneamento. As obras da barragem já foram iniciadas há alguns anos, foram paralisadas por razões de irregularidades e, no momento em que se escreve este texto, há um processo de negociação para retomada de tais obras. Esta pesquisa considera que o ônus dos problemas passados, relacionados ao programa “Sistema Barragem Pirapama”, não pode ser repassado para os seus usuários via cobrança pelo uso da água.

- d) o programa “sistema de transposição do Ipojuca” não será considerado no sistema de cobrança elaborado nesta pesquisa. Os usuários domésticos urbanos da cidade do Cabo, hoje abastecidos pela bacia do Ipojuca (através do sistema Bitá-Utinga), passarão a ser abastecidos pelo sistema Pirapama já que os mananciais da bacia do Ipojuca estão reservados para abastecer o complexo portuário Suape (Compesa, 1989). Sendo assim, considera-se irrealista a transposição de água desta bacia para a do Pirapama.
- e) o sub-programa “desenvolvimento turístico em áreas específicas” (do programa “gerenciamento ambiental”) não será financiado pela cobrança pelo uso da água;
- f) todo o montante derivado da cobrança pelo uso da água deve ser aplicado na Bacia do rio Pirapama não sendo, portanto, desviado para outra bacia;
- g) no caso de haver a composição de um “comitê integrador das bacias da RMR”, a bacia Pirapama contribuiria com uma percentagem dos recursos gerados pela cobrança para as atividades desse “comitê integrador”;
- h) a taxa de desconto utilizada neste estudo é de 12% ao ano e o horizonte de planejamento de 20 anos, condizente com o estabelecido na programação de investimentos para a bacia.

Com base nas considerações anteriores e nas Tabelas 5.5 e 5.6, as Tabelas 5.7 a 5.10 apresentam as informações utilizadas nas simulações realizadas nesta pesquisa.

### **5.2.3. Cobrança com base em rateio dos investimentos**

A cobrança com base no rateio dos investimentos busca, simplesmente, a viabilização financeira dos programas previstos para a bacia. O rateio é feito entre os usuários da água através de algum critério. Esses critérios podem inserir condições de equanimidade ou serem negociados entre os interessados. Possibilidades de critérios são:

- i) rateio proporcional ao volume retirado por cada usuário;
- ii) rateio proporcional a capacidade de pagamento dos usuários;
- iii) rateio em função do parâmetro elasticidade-preço da demanda;
- iv) rateio em função do tipo de uso da água;
- v) rateio proporcional à um conjunto de critérios (como a integração dos quatro critérios anteriores).

Tabela 5.7. Programa de investimentos para a bacia do Pirapama considerados nesta pesquisa (adaptado da Tabela 5.5).

Programas	Investimento (R\$)	Manutenção e operação (R\$/ano)
<b>Programas relativos ao aumento de oferta e racionalização no uso da água</b>		
Sistema Barragem Pirapama	30.000.000,00	300.000,00
Gerenciamento dos recursos hídricos	370.000,00	125.000,00
Sub-Total 1	30.370.000,00	425.000,00
<b>Programas relativos ao controle da qualidade ambiental</b>		
Sistemas de esgotamento sanitário	31.976.241,08	639.524,82
Sistemas de resíduos sólidos urbanos e recuperação de áreas degradadas	10.500.000,00	525.000,00
Qualidade das águas	140.000,00	30.000,00
Gerenciamento ambiental	5.250.000,00	250.000,00
Sub- Total 2	47.866.241,08	1.444.524,82
<b>Total geral</b>	<b>78.236.241,08</b>	<b>1.869.524,82</b>

Tabela 5.8. Custo anual de operação do órgão gestor na bacia do Pirapama e relação com o tipo de cobrança (com base na Tabela 5.6).

Discriminação	valor (em R\$/ano)
<b>Referente a cobrança retirada + lançamento</b>	<b>(159.640,00)</b>
Material e equipamento	76.000,00
Pessoal (salários e encargos)	28.800,00
Elaboração e publicação de relatórios	19.000,00
Confecção de material de divulgação e vídeo	23.340,00
Transporte e diárias	12.500,00
<b>Referente a cobrança pela retirada</b>	<b>(17.580,00)</b>
Monitoramento de recursos hídricos	17.580,00
<b>Referente a cobrança pelo lançamento</b>	<b>(78.776,00)</b>
Monitoramento ambiental	58.776,00
Exames laboratoriais	20.000,00
<b>Total</b>	<b>255.996,00</b>

Tabela 5.9. Tipo de cobrança que custeará cada programa de investimento.

Investimentos (programas e ações)	tipo de cobrança
sistema barragem Pirapama	retirada de água
gerenciamento dos recursos hídricos	retirada de água
sistemas de esgotamento sanitário	lançamento de efluentes
sistemas de resíduos sólidos urbanos	lançamento de efluentes
qualidade das águas	lançamento de efluentes
gerenciamento ambiental	lançamento de efluentes
operação do órgão gestor na bacia	retirada de água e lançamento de efluentes

Tabela 5.10. Custos de investimento, operação e manutenção, custos do órgão gestor e custos totais anuais (taxa de desconto de 12% aa e horizonte de planejamento de 20 anos).

cobrança	custos em R\$			
	investimento	O&M <sup>1</sup> (anual)	gestão (anual)	total anual
retirada	30.370.000,00	425.000,00	97.400,00	4.588.298,55
lançamento	47.866.241,08	1.444.524,82	158.596,00	8.011.394,78
total	78.236.241,08	1.869.524,82	255.996,00	12.599.693,33

1: O&M = operação e manutenção

Conforme a Tabela 5.10, o custo total anual dos programas relativos à expansão da oferta e gerenciamento dos recursos hídricos, a serem cobertos pela cobrança pela retirada de água bruta, representa o montante de R\$ 4.588.298,55/ano. Esse é o valor a ser rateado entre os usuários que captam água na bacia.

A estrutura de cobrança pela retirada de água bruta, com base no rateio dos investimentos, elaborada nesta pesquisa atende aos seguintes critérios:

- i) o valor a ser cobrado é proporcional ao volume captado;
- ii) o montante anual derivado deve ser igual ao custo total anual necessário para fazer face aos investimentos previstos para a bacia;
- iii) o valor a ser cobrado deve ser ponderado por um coeficiente denominado de “tipo de usuário”.

Para atender esses critérios a estrutura de cobrança é expressa através da Equação 5.1:

$$\sum S_i = \sum [(\text{coeficiente “tipo de usuário”}) \cdot S_{\text{ref}} \cdot Q_i] = \text{CTAR} \quad (5.1)$$

onde,

$\$_i$  é a cobrança para o tipo de usuário  $i$  no período analisado;  $\$_{ref}$  é o valor de referência da cobrança para  $i$  ( $\$/m^3$ );  $Q_i$  é o volume retirado pelo usuário  $i$ , em  $m^3$  no período analisado; CTAR é o custo total anual previsto para a bacia relacionado aos programas de expansão da oferta e gerenciamento dos recursos hídricos.

Quanto ao coeficiente “tipo de usuário”, o maior valor foi destinado ao setor industrial enquanto os setores agroindustrial e abastecimento da RMR obtiveram coeficientes com valores intermediários. Nesta pesquisa, os valores dos coeficientes foram arbitrados mas eles podem ser negociados, por exemplo, no âmbito do Comitê da Bacia. Eles são adimensionais e diferenciam o valor de referência da cobrança segundo o tipo de usuário. A simulação considerando a Equação 5.1 e coeficiente “tipo de usuário” conforme Tabela 5.11 produz os valores a serem pagos apresentados na Tabela 5.12. Para o setor hidroelétrico assumiu-se que o coeficiente “tipo de usuário” teria o menor valor (igual a unidade) já que tal setor utiliza a água de forma não consuntiva.

Tabela 5.11. Coeficientes “tipo de usuário” considerados no rateio do investimento.

setor usuário	coeficiente “tipo de usuário”
agroindustrial	1,7
industrial	2
hidroelétrica	1
abastecimento da RMR	1,3

Tabela 5.12. Valor a ser pago pelos grupos de usuários e respectivas arrecadações na cobrança com base no rateio do investimento.

usuários	valor a ser pago (R\$/1000m <sup>3</sup> )	arrecadação (R\$/ano)	percentual (%)
agroindústrias	19,10	493.411,11	10,75
indústrias	22,40	283.162,76	6,17
hidroelétricas	11,20	991.069,66	21,60
RMR	14,60	2.820.655,03	61,48
total		4.588.298,55	100

#### 5.2.4. Cobrança do custo marginal de expansão da oferta e racionalização do uso da água

O custo marginal de longo prazo para a bacia do Pirapama (no que se refere aos custos para expansão da oferta e racionalização do uso da água) é calculado pela Equação 5.2:

$$AIC = \sum_{t=1, \dots, T} [(I_t + R_t) / (1 + d)^t] / \sum_{t=1, \dots, T} [Q_t / (1 + d)^t] \quad (5.2)$$

onde,

AIC (“average incremental cost”) é o custo incremental médio, T o horizonte de planejamento; t o ano para o qual o custo marginal está sendo calculado;  $I_t$  os custos de investimentos no ano t;  $R_t$  os custos anuais de operação e manutenção no ano t;  $Q_t$  a quantidade incremental de água disponibilizada e d é a taxa de desconto.

O cálculo do custo marginal de longo prazo exige o conhecimento dos investimentos a serem realizados em cada ano do período de planejamento assim como da respectiva vazão incremental, também em cada ano. Essas informações não estão disponíveis para a bacia do Pirapama uma vez que são conhecidos, apenas, o investimento total sem o detalhamento ano a ano. Desta forma, o custo marginal associado às retiradas de água na bacia é calculado considerando-se o custo total anual e o volume de água total captado ou usado (respectivamente, consuntivo e não consuntivo) anualmente. Um motivo para não se adotar a vazão incremental no cálculo do custo marginal para a bacia do Pirapama é que o sistema de cobrança incidirá sobre todo o volume de água captado e não apenas sobre o incremental. O custo total anual considerado está associado à expansão da oferta e ao gerenciamento dos recursos hídricos e refere-se a todos os usuários da bacia e não apenas aqueles que se beneficiarão diretamente com a expansão da oferta através da barragem Pirapama. Diante destas considerações, o custo marginal de expansão da oferta/gerenciamento de recursos hídricos é calculado em R\$ 14,3/1000 m<sup>3</sup> usando as informações da Tabela 4.8 (Capítulo 4) e da Tabela 5.10. A Tabela 5.13 mostra o montante a ser pago por cada setor usuário na bacia quando se cobra de todos o custo marginal.

Tabela 5.13. Valores a serem pagos pelos grupos de usuários e respectivas arrecadações cobrando-se o custo marginal de expansão da oferta e gerenciamento dos recursos hídricos (R\$ 14,33/1000 m<sup>3</sup>).

setor usuário	arrecadação (R\$/ano)	percentual (%)
agroindústrias	370.680,28	8,08
indústrias	180.819,65	3,94
hidroelétricas	1.265.737,53	27,59
RMR	2.771.061,09	60,39
total	4.588.298,55	100

Um sistema de cobrança tendo como referência o custo marginal pode contemplar um esquema de subsídios diretos ou cruzados se for verificado desrespeito à capacidade de pagamento do usuário. Entretanto, incluindo-se o esquema de subsídios, os incentivos à racionalização do uso da água serão diminuídos e haverá estímulo ao desperdício.

### 5.2.5. Cobrança com base em valor de referência ponderado

Nesta metodologia, assume-se um valor de referência para a cobrança que passa a ser ponderado através de diversos atributos traduzidos em coeficientes. O objetivo é estruturar um esquema de cobrança que considere (na própria equação da cobrança) as características do uso da água assim como as condições hidrológicas da bacia. Não há o condicionante de que o sistema de cobrança gere o montante igual ao exigido pelos programas de investimentos na bacia. A Equação 5.3 expressa a estrutura de cobrança com base no valor de referência ponderado:

$$\sum \$_i = \sum [(\text{coeficientes de ponderação}) \cdot \$_{\text{ref}} \cdot Q_i] \quad (5.3)$$

onde,

$\$_i$  é a cobrança para o tipo de usuário  $i$  no período analisado (\$);  $\$_{\text{ref}}$  é o valor de referência da cobrança (\$/m<sup>3</sup>);  $Q_i$  é o volume retirado pelo usuário  $i$ , inferior ou igual ao volume outorgado, em m<sup>3</sup> para o período analisado.

Três situações podem ocorrer:

caso 1:  $\sum \$_i = \text{CTAR}$

caso 2:  $\sum \$_i > \text{CTAR}$

caso 3:  $\sum \$_i < \text{CTAR}$

onde,

$\$_i$  é a cobrança para o tipo de usuário  $i$  e CTAR é o custo total anual dos programas de investimentos.

Na situação 1, o montante arrecadado pelo sistema de cobrança corresponde ao programado para investimento na bacia. Na situação 2, arrecada-se mais do que o

previsto e na 3, o sistema de cobrança gera quantia inferior ao programado. As situações 1 e 2 indicam que a bacia tem capacidade de auto-financiamento. No caso 2 ela pode subsidiar, inclusive, atividades relacionadas à cobrança pelo lançamento de efluentes na própria bacia; situação denominada nesta pesquisa de “subsídio cruzado entre tipos de cobrança”. Pode haver, também, uma redução do valor a ser pago por parte de certos usuários sem prejuízo para as atividades na bacia já que o sistema de cobrança produz, como um todo, um valor superior ao programado. No caso da situação 3, a arrecadação não é capaz de atender ao custo anual exigido pelos investimentos e, nesta situação, as seguintes alternativas podem ser adotadas:

- i) modifica-se o programa de investimento ajustando-o ao valor gerado pelo sistema de cobrança ou
- ii) a bacia passa a receber subsídios (diretos ou cruzados).

A modificação no programa de investimentos também pode ser realizada para o caso 2 no qual o montante gerado é superior aos custos anuais exigidos. A tomada de decisão frente a estas possibilidades deverá ser referendada pelo Comitê da Bacia.

Para uso da metodologia “cobrança com base em valor de referência ponderado” é preciso definir qual o valor de referência a ser adotado. Ele pode ser, simplesmente, arbitrado ou obtido através de algum cálculo. Adotou-se o custo marginal (calculado em US\$ 14,33/1000 m<sup>3</sup>) como valor de referência a ser simulado.

Cinco coeficientes de ponderação foram considerados: coeficiente (A) que depende da estação do ano; (B), dependente da localização da captação; (C), dependente do tipo de uso; (D), dependente da eficiência do uso da água pelo usuário e (E), coeficiente dependente do tipo de manancial.

O coeficiente sazonal (A) diferencia o valor da água entre as estações do ano. Tem maior valor para o caso de menor disponibilidade de água indicando que quanto mais rara, maior o valor da água. Duas estações foram consideradas: a seca (de setembro até fevereiro) e a úmida (de março até agosto).

O coeficiente locacional (B) determina que usuários que captam água em trechos mais críticos, sejam mais penalizados. Por exemplo: nascente de rios, montante de reservatórios, trechos de manutenção de uma maior vazão ecológica. Admitiu-se que usuários situados a montante da futura barragem Pirapama estariam em zona de muita criticidade hídrica e pagariam mais caro pela água do que aqueles situados a jusante

(zona crítica). A intenção é desmotivar aproveitamentos a montante da futura barragem priorizando o uso da água para o abastecimento da RMR.

O coeficiente atribuído ao usuário (C) pondera  $S_{ref}$  de acordo com as suas características. Tem menor valor para usos não consuntivos (hidroelétricas) e maior para uso consuntivo com maior capacidade de pagamento, caso das indústrias.

O coeficiente de eficiência (D) determina que usuários que incorrem em altas perdas ao usar a água (ineficiência no uso) seriam mais onerados. Considerou-se que todos os usuários da bacia, com exceção do setor hidroelétrico, têm baixa eficiência.

O coeficiente de manancial (E) pondera  $S_{ref}$  em função da fonte de suprimento. Tem maior valor para o caso da fonte ser subterrânea já que esta é uma água de melhor qualidade, intermediário para os que são abastecidos por obras de disponibilização (reservatório Pirapama e reservatório Gurjaú) e menor valor para os que captam a fio d'água (agroindústrias e indústrias da bacia).

Entre as simulações realizadas foram selecionadas dez para apresentação de resultados e discussão. Constam na Tabela 5.14 os coeficientes de ponderação e seus respectivos valores e na Tabela 5.15 as respectivas simulações nas quais foram empregados.

Pela Tabela 5.14, o maior valor a ser pago (por metro cúbico de água retirada) corresponderá ao usuário industrial, com baixa eficiência de uso, retirando água de uma fonte subterrânea (na estação seca) em uma localização crítica quanto à disponibilidade hídrica.

A Tabela 5.16 mostra, para cada simulação, os valores a serem pagos (R\$/1000 m<sup>3</sup>) por cada setor usuário, a arrecadação total (R\$/ano) e a respectiva participação dos usuários nesta arrecadação.

Tabela 5.14. Coeficientes de ponderação do valor de referência da cobrança usados nas simulações.

A	B	C	D	E
seca: 1,2 úmida: 0,6	pouco: 0,7 crítica: 1 muito: 1,2	hidroelétrica: 1 doméstico: 1,3 agroindústria: 1,7 indústria: 2	alta: 0,8 média: 1 baixa: 1,4	superficial: rio: 0,8 c/ obra: 1,2 subterrâneo: 1,6

A = estação do ano (seca: setembro-fevereiro e úmida: março-agosto); B = criticidade da localização; C = tipo de usuário; D = eficiência de uso; E = tipo de manancial

Tabela 5.15. Simulações realizadas (cobrança pela retirada de água) e respectivos coeficientes de ponderação do valor de referência considerados.

simulação	coeficiente considerado
1R	nenhum
2R	tipo de usuário C
3R	tipo de usuário C, eficiência de uso D
4R	tipo de usuário C, eficiência de uso D, manancial E
5R	tipo de usuário C, manancial E
6R	tipo de usuário C, eficiência de uso D, manancial E, localização B
7R	tipo de usuário C, estação do ano A
8R	tipo de usuário C, manancial E, localização B, estação do ano A
9R	tipo de usuário C, eficiência de uso D, manancial E, estação do ano A
10R	tipo de usuário C, eficiência de uso D, manancial E, localização B, estação do ano A

obs: a letra R caracteriza a simulação como referente à “cobrança por retirada”.

### 5.3. Valores a serem pagos, arrecadações, rateio e impactos

#### 5.3.1. Valores a serem pagos e respectivas arrecadações

As Tabelas 5.4 (custo de oportunidade), 5.12 (rateio do investimento), 5.13 (custo marginal) e 5.16 (valor de referência) apresentam os valores a serem pagos por cada setor usuário assim como as respectivas arrecadações produzidas por cada uma das metodologias usadas. Esses resultados mostram que a cobrança calculada via custo de oportunidade é a que gera os maiores valores de arrecadação enquanto a cobrança via custo marginal oferece os menores valores. A arrecadação promovida é superior ao custo total anual da bacia referente aos programas de recursos hídricos (CTAR) para os casos da cobrança do custo de oportunidade e algumas situações da cobrança pelo valor de referência ponderado. Ela é igual ao CTAR para a cobrança com base no rateio do investimento e para a cobrança do custo marginal e algumas situações da cobrança pelo valor de referência ponderado.

Analisando as simulações com base no valor de referência ponderado, a Tabela 5.16 mostra que os maiores valores a serem pagos em R\$/1000m<sup>3</sup> por cada setor usuário são de 39,30 para o agroindustrial (simulação 10R); 32,20 para o abastecimento da RMR (simulações 9R e 10R); 34,40 para o industrial (simulações 3R e 7R); 17,20 para o hidroelétrico (simulação 7R). Esses valores são produzidos, na grande maioria, por simulações que consideram o coeficiente sazonal (7R, 9R e 10R). O alto valor para o

setor agroindustrial (39,30) é decorrente de sua localização a montante da barragem Pirapama. O maior valor arrecadado (em torno de R\$ 7,4 milhões/ano) é proveniente da simulação 6R que foi realizada com todos os coeficientes, excetuando o coeficiente A (tipo de usuário). O menor valor arrecadado (em torno de R\$ 4,5 milhões/ano) é derivado da simulação 1 (nenhum coeficiente). A participação dos setores usuários na arrecadação anual varia aproximadamente de 8 a 11,5% (agroindústrias), 4 a 6,5% (indústrias), 14 a 28% (hidroelétricas) e 61,5 a 73% (RMR). Para as simulações 7R, 8R, 9R e 10R que consideram estação seca e úmida, 66,3% da arrecadação total se refere a estação seca enquanto 33,7% se refere a estação úmida. Todos esses valores estão apresentados na Tabela 5.17.

Tabela 5.16. Valores a serem pagos pelos setores usuários, arrecadação total e respectiva participação dos setores nessa arrecadação (cobrança com base no valor de referência ponderado).

simulação	valor a pagar (R\$/1000m <sup>3</sup> ) e percentual da arrecadação total (%)				arrecadação total (R\$/ano)
	agroindústrias	indústrias	hidroelétricas	RMR	
1R	14,33 8,08%	14,33 3,94%	14,33 27,59%	14,33 60,39%	4.588.298,55
2R	24,30 10,75%	28,70 6,17%	14,30 21,60%	18,60 61,47%	5.859.912,72
3R	29,20 11,16%	<b>34,40</b> 6,40%	14,30 18,67%	22,40 63,77%	6.778.747,76
4R	23,40 8,46%	27,50 4,85%	11,50 14,16%	26,80 72,53%	7.152.140,33
5R	19,50 8,23%	22,90 4,72%	11,50 16,52%	22,40 70,53%	6.128.881,94
6R	32,70 11,45%	27,50 4,70%	11,50 13,69%	26,80 70,16%	<b>7.394.120,41</b>
7R (seca)	29,20	<b>34,40</b>	<b>17,20</b>	22,40	5.259.472,35
7R (úmida)	14,60 10,75%	17,20 6,17%	8,60 21,60%	11,20 61,47%	
8R (seca)	23,40	27,50	13,80	26,80	5.500.881,44
8R (úmida)	11,70 8,23%	13,80 4,72%	6,90 16,52%	13,40 70,53%	
9R (seca)	28,10	33,00	13,80	<b>32,20</b>	6.419.290,88
9R (úmida)	14,00 8,46%	16,50 4,85%	6,90 14,16%	16,10 72,53%	
10R (seca)	<b>39,30</b>	33,00	13,8	<b>32,20</b>	6.636.476,29
10R (úmida)	19,70 11,45%	16,50 4,70%	6,90 13,69%	16,10 70,16%	
maior valor	<b>39,30</b>	<b>34,40</b>	<b>17,20</b>	<b>32,20</b>	<b>7.394.120,41</b>
menor valor	<b>11,70</b>	<b>13,80</b>	<b>6,90</b>	<b>11,20</b>	<b>4.588.298,55</b>

obs: em negrito os maiores valores encontrados para cada grupo de usuário.

Tabela 5.17. Variação da participação dos diversos setores usuários e das duas estações do ano na arrecadação total (cobrança com base no valor de referência ponderado).

setor usuário/estação	variação da participação na arrecadação total (%)
agroindustrial	de 8,00 a 11,50
industrial	de 4,00 a 6,50
hidroelétricas	de 14,00 a 28,00
RMR	de 61,50 a 73,00
estação seca <sup>1</sup>	66,30
estação úmida <sup>1</sup>	33,70

1: com base, apenas, nas simulações 7R, 8R, 9R e 10R da tabela 5.16.

### 5.3.2. Rateio em cada setor usuário e análise dos impactos

Após a determinação dos valores arrecadados, a etapa seguinte é fazer o rateio desses valores dentro de cada setor usuário e verificar os impactos que os valores cobrados causariam nos respectivos integrantes. Nessa análise foram escolhidos os valores derivados para a cobrança calculados segundo a metodologia do custo marginal (Tabela 5.13) e do valor de referência ponderado (Tabela 5.16). Para esse último caso selecionou-se a simulação 10R. Ela produz os maiores valores a serem pagos em R\$/1000 m<sup>3</sup> para os usuários industrial e doméstico.

#### 5.3.2.1. Usuário doméstico (RMR)

O rateio da arrecadação entre esses usuários foi realizado usando um critério de igualdade, isto é, todos os habitantes pagariam a mesma quantia. A Tabela 5.18 apresenta alguns dos aspectos analisados.

As informações da Tabela 5.18 mostram que se cobrado o valor de referência ponderado (simulação 10R), na estação seca o habitante da RMR pagaria R\$ 1,16/hab.estação e na úmida, R\$ 0,59/hab.estação. Se cobrado o custo marginal, ele pagaria R\$ 1,05/hab.ano. Na RMR como um todo, a renda média do chefe de família é de 3,4 salários mínimos/mês e para a cidade do Recife esse valor é de 4,65 (FIDEM, 1996). O impacto da cobrança do custo marginal (que gera uma cobrança per capita de R\$ 1,05/hab.ano) sobre a renda anual do domicílio cujo chefe de família percebe 4 salários mínimos/mês é de 0,08%.

A cobrança de R\$ 14,33/1000 m<sup>3</sup> acresce a conta de água de um domicílio que consome menos de 10m<sup>3</sup>/mês e paga a tarifa mínima da Compesa de R\$ 4,60/mês em 2,18% (exemplo para o consumo de 7 m<sup>3</sup>/mês). Para o domicílio que consome mais de 10 m<sup>3</sup>/mês (por exemplo, 30 m<sup>3</sup>/mês) a conta é acrescida em 1,65%. Nesse caso, a conta

de água mensal da Compesa é de R\$ 26,00 já que pela estrutura tarifária da Companhia esse consumidor paga R\$ 7,00 pelos primeiros 10 m<sup>3</sup>; R\$ 8,70 pelos segundos 10 m<sup>3</sup> e R\$ 10,30 pelos últimos.

Tabela 5.18. Informações quanto aos impactos no usuário doméstico da RMR se for aplicada a cobrança do custo marginal e do valor de referência ponderado (cobrança pela retirada de água).

aspectos	cobrança do custo marginal	cobrança do valor de referência ponderado	
		estação seca	estação úmida
informações das simulações			
valor a pagar (R\$/1000m <sup>3</sup> )	14,33	32,20	16,10
arrecadação (R\$/ano; R\$/estação) <sup>1</sup>	2.771.061,09	3.086.873,99	1.569.018,83
rateio			
cobrança/hab (R\$/ano; R\$/estação) <sup>2</sup>	1,05	1,16	0,59
cobrança/domicílio (R\$/ano; R\$/estação) <sup>3</sup>	5,23	5,82	2,96
impactos			
impacto na renda do domicílio (%) <sup>4</sup>	renda anual	renda sazonal	
até 1 SM/mês	0,32	0,71	0,36
até 2 SM/mês	0,16	0,36	0,18
até 3 SM/mês	0,11	0,24	0,12
até 4 SM/mês	0,08	0,18	0,09
até 5 SM/mês	0,06	0,14	0,07
até 10 SM/mês	0,03	0,07	0,04
até 20 SM/mês	0,02	0,04	0,02
até 30 SM/mês	0,01	0,02	0,01
até 50 SM/mês	0,006	0,01	0,007
acréscimo na tarifa média Compesa (%) <sup>5</sup>	2,21	4,95	2,48
acréscimo na conta de água (%)			
consumo < 10m <sup>3</sup> /mês <sup>6</sup> , por ex. 7 m <sup>3</sup> /mês	2,18	4,90	2,45
consumo > 10m <sup>3</sup> /mês, por ex. 30 m <sup>3</sup> /mês	1,65	3,72	1,86

1: arrecadação anual total para cobrança do custo marginal é de R\$ 4.588.298,55 e para cobrança do valor de referência ponderado (simulação 10R) é de R\$ 6.636.476,29;

2: consumo per capita médio considerado como 200 l/hab/dia;

3: domicílio com número médio de habitantes = 5;

4: salário mínimo de R\$ 136,00/mês isto é US\$ 80/mês (US\$ 1 = R\$ 1,70) em 01.05.99;

5: tarifa média da Compesa de R\$ 0,65/m<sup>3</sup>;

6: tarifa mínima da Compesa = R\$ 4,60/mês (Resolução de Diretoria 014/97 de 10.09.97).

Os impactos na renda dos usuários assim como os acréscimos na atual conta de água são pequenos. Isto permite concluir que tais impactos estariam dentro da capacidade de pagamento dos usuários. Duas observações adicionais respaldam essa afirmação:

- i) os valores para a cobrança são muito inferiores aos preços pagos na RMR na compra de água de carros-pipa (em média de R\$ 5.520/1000 m<sup>3</sup>) ou de pequenos depósitos.

Esses preços são indicativos de que há disposição a pagar pela água incremental na RMR (mesmo que estejam condicionados a uma situação de extrema escassez onde a água teria o seu maior valor) e

- ii) estudos na bacia do Pirapama (CPRH/DFID, 1998a) mostraram que 50% da população urbana e 55,5% da rural pesquisadas afirmaram ter disposição adicional de pagamento por água. Esses números se referem, apenas, aos usuários domésticos localizados na bacia do Pirapama, isto é, só incluem os usuários da RMR relativos à cidade do Cabo.

Para o caso da cobrança do custo de oportunidade (R\$ 450/1000 m<sup>3</sup>) haveria a imposição de uma cobrança per capita de R\$ 33,00/hab.ano, acrescentando a tarifa média da Compesa em 70% e a conta mensal do usuário que consome 30m<sup>3</sup>/mês em torno de 50%. Valores bem mais altos que os das demais simulações e que comprometem a capacidade de pagamento dos mais vulneráveis.

Os impactos referidos anteriormente são menores para os que possuem renda maior e consomem, conseqüentemente, mais água. Isto acontece porque o rateio da arrecadação foi realizada por um critério de igualdade para todos (ausência de subsídios entre os habitantes) mas que pode ser modificado com o objetivo de fazer incidir na camada de maior renda uma cobrança superior.

#### **5.3.2.2. Demais usuários**

Um dos critérios para ratear o valor total arrecadado para os demais grupos usuários é admiti-lo proporcional ao volume captado por cada integrante do grupo. A Tabela 5.19 apresenta os percentuais relativos a cada grupo de usuário e os respectivos valores a serem arrecadados de cada usuário dos setores agroindustrial, industrial e hidroelétrico. Os resultados se referem a cobrança do custo marginal e valor de referência ponderado (10R).

Tabela 5.19. Valores a serem pagos pelos integrantes dos setores industrial, agroindustrial e hidroelétrico considerando o critério de rateio com base no volume retirado (simulações com o custo marginal e valor de referência ponderado 10R).

setor usuário	percentual a pagar da arrecadação total (%)	cobrança do custo marginal (R\$/ano)	cobrança do valor ponderado (10R) (R\$/ano)
<b>industrial</b>			
químico	72,00	130.190,15	224.578,36
bebidas	16,25	29.383,19	50.686,09
alimentos	11,75	21.246,31	36.649,94
total	100	180.819,65	311.914,39
<b>agroindustrial</b>			
JB	45,12	167.250,94	342.856,29
Sibéria	7,32	27.133,80	55.622,96
Inexport	45,12	167.250,94	342.856,29
Bom Jesus	2,44	9.044,60	18.540,99
total	100	370.680,28	759.876,53
<b>hidroelétrico</b>			
Cachoeira Tapada	57,14	723.242,42	519.136,10
José Rufino	42,86	542.495,11	389.397,50
total	100	1.265.737,53	908.533,60

Ausência de informações dificultam a análise dos impactos dos valores cobrados para os setores agroindustrial, industrial e hidroelétrico. Para o caso específico do setor industrial, um estudo realizado para a bacia do rio dos Sinos-RS (Pereira et al., 1999) possibilita fazer algumas inferências sobre a grandeza desses impactos. Naquele estudo foram estimados os custos operacionais e o consumo de água de determinados setores industriais. Com esses dados foi estabelecido o quociente custo operacional/m<sup>3</sup> de água consumido que permite avaliar, de forma indireta, o impacto da cobrança de água bruta sobre a atividade através do incremento dos custos operacionais resultantes (Tabela 5.20). Esse quociente permite avaliar a sensibilidade de cada setor industrial à um aumento do preço da água. Indústrias que se utilizam de pouca água terão valores deste quociente alto (como uma fábrica de calçados) indicando que a cobrança pouco a afetará. De outra forma, indústrias que consomem muita água (por exemplo, uma indústria de papel) apresentará um quociente baixo indicando que a cobrança pela água bruta poderá afetá-la. Se os setores industriais (químico, bebidas e alimentos) e agroindustriais (destilarias e usina) presentes na bacia do Pirapama possuírem quociente custo operacional/consumo na ordem de grandeza dos respectivos setores da bacia do rio dos Sinos, os setores de bebidas e álcool e o de alimentos serão mais sensíveis à cobrança do que o setor químico.

Tabela 5.20. Custos operacionais por m<sup>3</sup> de água consumida para diversos setores industriais da Bacia do rio dos Sinos – RS (Pereira et al., 1999).

Setor industrial	Custo operacional/consumo (US\$/m <sup>3</sup> )
Fábrica de calçados	2 800,00
Química fina	1 284,00
Equipamentos de refrigeração	1 200,00
Metalurgia	344,78
Bebidas e álcool	262,29
Alimentos	235,75
Tintas	213,77
Têxtil	63,21
Curtumes	59,97
Beneficiamento de couros	46,66
Papel	5,47

obs: em destaque setores presentes na bacia do rio Pirapama.

#### 5.4. Cobrança da vazão de diluição

O Capítulo 4 mostrou que duas abordagens gerais podem ser assumidas no tratamento da outorga: a outorga da vazão de retirada de água bruta associada à outorga do lançamento dos efluentes ou a outorga da vazão de retirada incluindo a outorga por diluição dos efluentes, esta última conforme proposição do Projeto de Lei nº 1616 de 1999. Na análise da cobrança pelo uso da água, duas metodologias gerais também podem ser adotadas: cobrar pela retirada de água bruta (situação simulada nos itens anteriores deste Capítulo) e, independentemente, pelo lançamento de efluentes (situação apresentada no Capítulo 6) ou incluir na cobrança pela retirada de água bruta, a vazão de diluição (simulação apresentada neste item). Neste último caso, a cobrança seria unificada em termos de qualidade e quantidade significando que o usuário pagaria por qualquer volume de água usado (unidades monetárias/m<sup>3</sup>) diferentemente da situação em que pagaria pela retirada de água (unidades monetárias/m<sup>3</sup>) e pelo lançamento de efluentes (unidades monetárias/tonelada lançada).

No caso da bacia do Pirapama, os usuários sujeitos à cobrança da vazão de diluição são os mesmos analisados no Capítulo 4, item 4.4: setor agroindustrial, setor industrial e os usuários domésticos urbanos da cidade do Cabo. Como verificado no referido Capítulo, as cargas lançadas pelo setor agroindustrial são tão altas que exigem altas vazões para a respectiva diluição (Tabela 4.10). As simulações realizadas sob diversos cenários mostraram três tipos de resultados:

- i) usuários para os quais não há vazão de diluição no rio de forma que seja atendido o enquadramento ou há, apenas, em quantidade insignificante (setor agroindustrial);
- ii) usuários para os quais há sempre vazão disponível para diluição dos seus efluentes (setor industrial) e
- iii) usuários para os quais há vazão de diluição, apenas, em alguns períodos simulados.

O sistema de cobrança da vazão de diluição foi simulado com base na vazão necessária para diluir os efluentes dos usuários de forma que fosse atendido o enquadramento. Ou seja, em alguns casos o usuário pagará pelo que não existe (água para diluição) mas que se utiliza.

Considerando as vazões necessárias para diluir as cargas lançadas conforme Tabela 4.10, as simulações da cobrança da vazão de diluição foram realizadas com base na metodologia do rateio do programa de investimentos em controle da qualidade ambiental incluindo os respectivos custos de operação e manutenção assim como os custos para operação do órgão gestor na bacia do Pirapama (Tabela 5.10, linha “lançamento”). O correspondente custo total anual é de R\$ 8.011.394,78.

Duas simulações foram realizadas. Na primeira delas, os critérios adotados para fazer o rateio dos investimentos foram: valor a ser cobrado em proporção ao volume para diluição e arrecadação derivada igual ao custo total anual. A segunda simulação considera os dois critérios anteriores e adiciona um terceiro: valor a ser cobrado ponderado por coeficientes de “tipo de usuário”. Esses coeficientes são: setor agroindustrial (1,7); industrial (2) e doméstico (1,3), ou seja, referem-se aos mesmos valores já discutidos no item 5.2.3. As Tabelas 5.21 e 5.22 mostram os resultados obtidos nas duas simulações.

Tabela 5.21. Valor a ser pago pelos grupos de usuários e respectivas arrecadações na cobrança pela retirada de água para diluição (simulação 1: com base no rateio do investimento sem coeficiente de ponderação).

usuários	valor a ser pago (R\$/1000m <sup>3</sup> )	arrecadação (R\$/ano)	percentual (%)
agroindústrias	1,6	7.789.292,74	97,23
indústrias	1,6	18.858,07	0,24
RMR (Cabo doméstico)	1,6	203.243,97	2,54
total		8.011.394,78	100

Tabela 5.22. Valor a ser pago pelos grupos de usuários e respectivas arrecadações na cobrança pela retirada de água para diluição (simulação 2: com base no rateio do investimento com coeficiente de ponderação).

usuários	valor a ser pago (R\$/1000m <sup>3</sup> )	arrecadação (R\$/ano)	percentual (%)
agroindústrias	1,6	7.832.795,03	97,77
indústrias	1,9	22.309,87	0,28
RMR (Cabo doméstico)	1,2	156.289,87	1,95
total		8.011.394,78	100

Os resultados apresentados nas Tabelas 5.21 e 5.22 mostram que a maior parcela da arrecadação total é proveniente do setor agroindustrial (em torno de 97%) enquanto a menor é derivada do setor industrial (menos de 1%). Com base na Tabela 5.12 (arrecadações com a cobrança pela retirada com base no rateio do investimento) e na Tabela 5.22 (arrecadações com a cobrança pela diluição) é possível construir a Tabela 5.23 que informa sobre a contribuição dos setores na arrecadação total global e sobre a participação das parcelas “retirada” e “diluição” na arrecadação total de cada setor.

Na Tabela 5.23 não estão apresentados o setor hidroelétrico e os usuários da RMR situados fora da Bacia do Pirapama. Esses usuários são responsáveis, respectivamente, por 21,60% e 54,00% da arrecadação total relativa à cobrança por retirada (Tabela 5.12). O setor hidroelétrico não se utiliza de água para diluição enquanto os demais usuários da RMR lançam seus efluentes em outras bacias hidrográficas.

Analisando os usuários que retiram água da bacia do Pirapama para atender suas demandas, incluindo a demanda para diluição (Tabela 5.23), nota-se que:

- i) setor agroindustrial tem maior participação na arrecadação total global (92,89%);
- ii) mais de 90% da arrecadação dos setores agroindustrial e industrial são derivados, respectivamente, da cobrança pela vazão de diluição e da cobrança pela retirada de água;
- iii) a cobrança pela retirada de água dos usuários domésticos do Cabo produz valor de arrecadação similar à correspondente cobrança por diluição.

Tabela 5.23. Participação dos setores na arrecadação total global e nas parcelas “cobrança retirada” e “cobrança diluição” (com base no rateio do investimento).

setor usuário	arrecadação (R\$/ano) (retirada e diluição)	participação percentual		
		na arrecadação total (%)	na arrecadação total do setor (%)	
			retirada	diluição
agroindústrias	8.326.206,14	92,80	5,93	94,07
indústrias	305.472,63	3,40	92,70	7,30
RMR (Cabo doméstico)	340.460,13	3,80	54,09	45,91
total global	8.972.138,89	100		

## 6. Cobrança pelo lançamento de efluentes: metodologia, simulações e resultados

### 6.1. Usuários sujeitos à cobrança pelo lançamento de efluentes

Os setores sujeitos à cobrança pelo lançamento de efluentes na bacia do Pirapama estão indicados na Tabela 6.1. O maior potencial poluidor na bacia refere-se ao setor agroindustrial conforme já identificado no Capítulo 3 (Tabela 3.2). Esse setor é constituído por três destilarias de álcool (situadas a montante do local da futura barragem Pirapama) e uma destilaria e usina de açúcar (localizada na parte a jusante). Na Tabela 6.1 apresentam-se as cargas potenciais e as lançadas de DBO em ton/ano.

Tabela 6.1. Cargas potenciais e lançadas (ton DBO/ano) e respectivos percentuais por setor usuário na bacia do Pirapama (calculadas com base em CPRH/DFID, 1998f).

setor	carga potencial		carga lançada	
	ton DBO/ano	%	ton DBO/ano	%
agroindustrial	43.669,87	87,55	26.201,92	92,41
industrial	4.175,24	8,37	117,12	0,41
doméstico	2.035,43	4,08	2.035,43	7,18
total	49.880,54	100,00	28.354,47	100,00

A Tabela 6.2 conceitua os termos carga potencial, carga lançada e carga remanescente segundo o sentido aplicado neste Capítulo.

Tabela 6.2. Definições para carga potencial, lançada e remanescente.

carga	definição
potencial	carga máxima possível de ser produzida pela atividade
lançada	carga igual a carga potencial para usuários que nada tratam
	carga igual a carga remanescente para usuários que praticam tratamento
remanescente	carga igual a (carga potencial - carga tratada)

Para o cálculo da carga em ton/ano para o setor agroindustrial considerou-se que ele gera efluentes durante seis meses do ano, isto é, de setembro até fevereiro (período da safra). As demais atividades produzem cargas durante todo o ano. Para o cálculo da carga lançada por cada setor, as seguintes considerações foram feitas:

- i) sessenta por cento da carga potencial do setor agrícola atinge o rio. O setor pratica a fertirrigação, mas esta não é realizada da forma mais adequada (Lima, 1998). Parte do vinhoto lançado ao solo alcança os rios através de escoamento direto no período da irrigação ou escoamento superficial na época das chuvas ou até por escoamento subterrâneo. Sendo assim, a poluição derivada do setor sucro-alcooleiro um problema já solucionado em outras regiões (Centurion, 1994 e Von Sperling, 1996b), está presente na bacia em estudo.
- ii) o setor industrial é o que mais trata seus lançamentos. A eficiência de remoção medida é superior a 90% (CPRH/DFID, 1998f).
- iii) não existem sistemas públicos de tratamento de esgotos sanitários na bacia. O esgoto é lançado à “céu aberto” ou, na melhor situação, são utilizados tanques sépticos sem escoadouro ou ligados à rede pluvial (na parte urbana da bacia). A disposição final dos esgotos sanitários são os cursos d’água e, conseqüentemente, o rio Pirapama (FIDEM, 1996; CPRH/DFID, 1998f).

A Tabela 6.3 apresenta os valores de cargas potencial e lançada por cada trecho do rio Pirapama, de montante para jusante.

Tabela 6.3. Cargas potenciais e lançadas (ton DBO/ano) por setor usuário e sub-bacias do Pirapama (calculadas com base em CPRH/DFID, 1998f).

trecho	setor	cargas (ton DBO/ano)	
		potencial	lançada
nascente - 2.10	doméstico	69,51	69,51
	total	69,51	69,51
2.10 - 2.20	agroindustrial	22.806,00	13.683,60
	total	22.806,00	13.683,60
2.20 - 2.30	agroindustrial	3.909,60	2.345,76
	doméstico	70,54	70,54
	total	3.980,14	2.416,30
2.30 - 2.50	agroindustrial	10.234,65	6.140,79
	doméstico	524,17	524,17
	total	10.758,82	6.664,96
2.50 - 3.75	industrial	4.175,24	117,11
	doméstico	1.270,27	1.270,27
	total	5.445,51	1.387,38
3.75 - 3.80	agroindustrial	6.719,63	4.031,78
	doméstico	100,93	100,93
	total	6.820,56	4.132,71
Total geral		49.880,54	28.354,47

Os trechos apresentados na Tabela 6.3 foram definidos conforme a localização das estações de monitoramento apresentadas na Figura 3.3.

## 6.2. Cobrança pelo lançamento de efluentes

Os efluentes lançados na bacia do rio Pirapama estão comprometendo a qualidade da água, a qual está em desacordo com o estabelecido pelo enquadramento dos corpos d'água em classes de usos preponderantes. Esta situação exige a definição de metas e ações para a melhoria da qualidade de água na bacia. Na ausência destas metas e com a construção da barragem Pirapama, a situação estará agravada. A nova barragem imporá uma configuração, antes inexistente, quanto aos usos da água na bacia – seja no que se refere ao aspecto quantitativo quanto ao qualitativo. Haverá redução da disponibilidade de água para diluição dos efluentes lançados a jusante da barragem, o que exige que estes efluentes (industriais, domésticos e agroindustriais) recebam tratamento adequado antes de descartados. Os altos níveis de nutrientes encontrados na estação 2.50 (500 metros a montante do local da futura barragem) sofrerão elevação com a implantação da barragem e poderão causar a eutrofização do reservatório, um processo de crescimento excessivo de plantas aquáticas interferindo nos usos desejados do corpo d'água.

Diante da situação atual de poluição na bacia, as seções seguintes deste Capítulo simulam e discutem o uso da cobrança pelo lançamento de efluentes como um dos instrumentos a compor a política ambiental e de recursos hídricos para a bacia. O termo “valor de referência da cobrança” ( $\$_{ref}$ ) é usado com o mesmo sentido definido no Capítulo 5. Da mesma forma, a decisão sobre que valor de referência adotar está relacionada com os objetivos desejáveis com a aplicação da cobrança e com a disponibilidade de dados (que permitirá ou não o uso de certa metodologia). Desta forma, as seções seguintes apresentam:

- i) a concepção das estruturas de cobrança;
- ii) as simulações realizadas;
- iii) a análise dos valores a serem pagos pelos setores usuários e arrecadações respectivas;

- iv) o rateio do valor a ser cobrado dos usuários de cada setor e a análise dos respectivos impactos.

É apresentada, também, uma seção específica sobre a cobrança com base na curva de custo marginal de abatimento de DBO. A Tabela 6.4 indica as metodologias aplicadas neste Capítulo.

Tabela 6.4. Metodologias para cálculo do valor de referência da cobrança pelo lançamento de efluentes adotadas nesta tese.

grupo	metodologias
1	rateio de programa de investimentos
2	custo marginal de melhoria em qualidade ambiental
3	ponderação do valor de referência da cobrança
4	curva de custo marginal de abatimento da DBO

### 6.2.1. Cobrança com base em rateio dos investimentos

Nessa proposta, os investimentos na bacia em melhoria ambiental (Tabela 5.7) serão cobertos pela cobrança pelo lançamento de efluentes assim como certas atividades do órgão gestor (Tabela 5.8). O custo total anual (CTAL) destes programas e ações é de R\$ 8.011.394,78/ano (Tabela 5.10) a ser rateado entre os responsáveis pelos lançamentos. Foram realizadas três simulações com base em uma estrutura de cobrança que:

- a) atendesse sempre aos critérios i e ii (simulações A, B e C);
- b) atendesse ao critério iii (simulação A);
- c) atendesse ao critério iv (simulação B);
- d) atendesse ao critério v (simulação C).

Esses critérios estão definidos a seguir.

- i) o valor a ser cobrado é proporcional à carga lançada do usuário;
- ii) o sistema de cobrança deve gerar uma arrecadação igual ou superior ao custo total anual dos investimentos em melhoria ambiental (CTAL);
- iii) o valor a ser cobrado deve ser ponderado por um coeficiente denominado “padrão de qualidade”;

- iv) o valor a ser cobrado deve ser ponderado por um coeficiente denominado “padrão de qualidade” e outro denominado “tipo de usuário”;
- v) o valor a ser cobrado deve ser ponderado, apenas, por um coeficiente denominado “tipo de usuário”.

Para atender à esses critérios, a estrutura de cobrança é expressa através da Equação 6.1:

$$\sum S_{i,j,k} = \sum [(\text{coeficientes}_{j,k}) \cdot \$_{\text{ref } i,j,k} \cdot \text{carga}_{i,j,k}] = \text{CTAL} \quad (6.1)$$

onde,

$i$  é tipo de usuário;  $j$  é a sub-bacia onde são realizados os lançamentos;  $k$  é o parâmetro de poluição;  $S_{i,j,k}$  é a cobrança para o tipo de usuário  $i$  que lança o parâmetro  $k$  na sub-bacia  $j$  no período analisado;  $\$_{\text{ref } i,j,k}$  é o valor de referência da cobrança para o usuário  $i$  e parâmetro  $k$  (\$/ton); carga  $_{i,j,k}$  é a carga lançada, em toneladas, do parâmetro  $k$  pelo usuário  $i$  na sub-bacia  $j$  no período analisado; CTAL é o custo total anual dos programas e ações referentes ao controle dos lançamentos de efluentes.

A Tabela 6.5 complementa a Tabela 6.2 conceituando carga medida e carga desejada.

Tabela 6.5. Definições para a carga medida e desejada.

carga	definição
medida	carga medida pela rede de monitoramento de qualidade de água;
desejada	carga “meta” estabelecida para a sub-bacia (por exemplo, carga admissível pela legislação)

O coeficiente “padrão de qualidade” PQA, concebido nesta tese e referido no item iii anterior, pode ser expresso pela Equação 6.2:

$$\text{PQA}_{j,k} = (\text{carga medida}_{j,k} - \text{carga desejada}_{j,k}) / (\text{carga desejada}_{j,k}) \quad (6.2)$$

Ele é um indicativo do grau de alcance do objetivo de qualidade pretendido para a sub-bacia em análise. Três situações são possíveis em função dos valores da carga medida e da carga desejada:

- i) Se carga medida  $_{j,k}$  = carga desejada  $_{j,k} \Rightarrow PQA_{j,k} = 0$
- ii) Se carga medida  $_{j,k} >$  carga desejada  $_{j,k} \Rightarrow PQA_{j,k} > 0$
- iii) Se carga medida  $_{j,k} <$  carga desejada  $_{j,k} \Rightarrow PQA_{j,k} < 0$

Na situação (i), o usuário localizado na sub-bacia  $j$  não pagará pelo lançamento de efluentes já que o objetivo de qualidade de água, na seção de medição que representa a sub-bacia, está sendo atendido. Na situação (ii), esse objetivo não está sendo respeitado e o usuário paga em proporção ao grau de desatendimento ao objetivo. Na situação (iii), a carga medida na respectiva seção é inferior a carga desejada. Pode-se interpretar que ainda há capacidade de assimilação de cargas nessa sub-bacia. Se o sistema de cobrança permitir, o usuário teria um crédito (uma cobrança negativa) para ser utilizado em outras épocas. Se não for permitido a cobrança negativa, pode-se assumir que quando ocorrer matematicamente a situação (iii) ela seria convertida na situação (i). A Tabela 6.6 apresenta o cálculo do coeficiente PQA para a bacia.

Tabela 6.6. Padrão de qualidade de água PQA para o parâmetro DBO nos diversos trechos definidos na bacia do Pirapama.

Sub-bacia	Trecho do rio correspondente	Classes do Enquadramento	cargas DBO (ton/ano)		PQA <sup>1</sup>
			admissível	medida	
2.10	nascente – 2.10	2	33,56	86,10	1,57
2.20	2.10-2.20	2	115,91	1974,30	16,03
2.30	2.20-2.30	2	194,42	1964,96	9,11
2.50	2.30-2.50	2	566,07	1357,81	1,40
3.75	2.50-3.75	3	1473,08	6485,63	3,40
3.80	3.75-3.80	3	2004,17	6979,34	2,48

I: PQA = coeficiente padrão de qualidade de água.

A carga admissível (ton/ano) em cada trecho do rio foi calculada pela multiplicação entre a concentração de DBO admissível pela legislação (CONAMA n° 020/86) no trecho e as vazões com probabilidade de excedência de 90% em cada respectiva seção. As concentrações médias medidas no período 1990-1996, em cada uma das seções, multiplicadas pelas vazões médias no mesmo período produziram as cargas medidas nas respectivas seções. O coeficiente padrão de qualidade PQA foi, então, calculado pela Equação 6.2. Este coeficiente mostra que a sub-bacia (isto é, o

trecho do rio) mais comprometida em qualidade hídrica é a 2.10-2.20 onde se localiza a maior destilaria de álcool da bacia. A menos comprometida corresponde a sub-bacia 2.30-2.50 onde são lançados os efluentes de uma destilaria e os esgotos sanitários da zona rural do município do Cabo.

O coeficiente “tipo de usuário” (U) se relaciona com a capacidade de pagamento do usuário. Supôs-se que o setor industrial tem maior capacidade de pagamento que o agroindustrial e este, maior que o doméstico. A Tabela 6.7 informa sobre esses coeficientes. As Tabelas 6.8, 6.9 e 6.10 apresentam, respectivamente, os resultados obtidos com as simulações A, B, e C, os quais estão resumidos na Tabela 6.11.

Uma análise conjunta dos resultados apresentados na Tabela 6.11 e nas Tabelas 5.21 e 5.22 do Capítulo 5 indica que, qualquer que seja a abordagem considerada (cobrança pelo lançamento ou cobrança da vazão de diluição), o valor da participação de cada setor usuário na arrecadação total se mantém na mesma ordem de grandeza. Ou seja: a maior arrecadação é proveniente das agroindústrias, em seguida dos usuários domésticos e por último das indústrias. Ressalta-se que nas simulações da cobrança via lançamento de efluentes foram incluídos os usuários domésticos urbanos e rurais da bacia enquanto que na abordagem da cobrança da vazão de diluição, estes últimos não foram considerados.

Tabela 6.7. Valores para o coeficiente tipo de usuário.

tipo de usuário	coeficiente tipo de usuário
agroindustrial	1,2
industrial	1,5
doméstico	1

Tabela 6.8. Valores a pagar e arrecadação por setor usuário e sub-bacia derivados da Equação 6.1 com consideração do coeficiente PQA (simulação A).

sub-bacia	setor	valor a pagar (R\$/ton) <sup>1</sup>	arrecadação (R\$/ano)
2.10	doméstico	47,18	3.279,18
2.20	agroindustrial	483,24	6.612.415,04
2.30	agroindustrial	274,48	643.873,58
	doméstico	274,48	19.362,10
2.50	agroindustrial	42,16	258.869,49
	doméstico	42,16	22.096,78
3.75	industrial	102,56	12.011,51
	doméstico	102,56	130.278,16
3.80	agroindustrial	74,82	301.657,36
	doméstico	74,82	7.551,56
total			8.011.394,78

1: valor de referência derivado da simulação é de R\$ 30,14/ton.

Tabela 6.9. Valores a pagar e arrecadação por setor usuário e sub-bacia derivados da Equação 6.1 com consideração dos coeficiente PQA e tipo de usuário U (simulação B).

sub-bacia	setor	valor a pagar (R\$/ton) <sup>1</sup>	arrecadação (R\$/ano)
nascente - 2.10	doméstico	39,45	2.742,04
2.10 - 2.20	agroindustrial	484,90	6.635.128,81
2.20 - 2.30	agroindustrial	275,43	646.085,30
	doméstico	229,52	16.190,51
2.30 - 2.50	agroindustrial	42,30	259.758,71
	doméstico	35,25	18.477,24
2.50 - 3.75	industrial	128,64	15.065,96
	doméstico	85,76	108.938,06
3.75 - 3.80	agroindustrial	75,08	302.693,56
	doméstico	62,56	6.314,60
total			8.011.394,78

1: valor de referência derivado da simulação é de R\$ 25,20/ton.

Tabela 6.10. Valores a pagar e arrecadação por setor usuário e sub-bacia derivados da Equação 6.1 com consideração do coeficiente tipo de usuário U (simulação C).

sub-bacia	setor	valor a pagar (R\$/ton) <sup>1</sup>	arrecadação (R\$/ano)
nascente - 2.10	doméstico	238,06	16.554,27
2.10 - 2.20	agroindustrial	285,67	3.908.955,86
2.20 - 2.30	agroindustrial	285,67	670.106,72
	doméstico	238,06	16.792,47
2.30 - 2.50	agroindustrial	285,67	1.754.221,50
	doméstico	238,06	124.781,82
2.50 - 3.75	industrial	357,08	41.820,81
	doméstico	238,06	302.395,41
3.75 - 3.80	agroindustrial	285,67	1.151.745,92
	doméstico	238,06	24.026,99
total			8.011.394,78

1: valor de referência derivado da simulação é de R\$ 238,06/ton.

Tabela 6.11. Arrecadação total por setor usuário (R\$/ano e % do total) nas simulações A, B e C referidas, respectivamente, nas tabelas 6.8, 6.9 e 6.10.

setor usuário	arrecadação (R\$/ano e % do total)		
	simulação A	simulação B	simulação C
agroindustrial	7.816.815,47 (97,57%)	7.843.666,38 (97,91%)	7.485.030,00 (93,43%)
industrial	12.011,51 (0,15%)	15.065,96 (0,19%)	41.820,81 (0,52%)
doméstico	182.567,78 (2,28%)	152.662,45 (1,90%)	484.550,96 (6,05%)
total	8.011.394,78 (100%)	8.011.394,78 (100%)	8.011.394,78 (100%)

### 6.2.2. Cobrança do custo marginal de melhoria da qualidade ambiental

Sendo o custo total anual referente a melhoria de qualidade ambiental na bacia de R\$ 8.011.394,78/ano e a carga total anual lançada de 28.354,34 ton DBO/ano (conforme Tabela 6.1), o custo marginal de melhoria ambiental é de R\$ 282,54/ton DBO encontrado pela Equação 2.2 (repetida pela Equação 5.2). Simulando a aplicação desse valor obtém-se os seguintes resultados quanto a arrecadação por setor usuário (Tabela 6.12):

Tabela 6.12. Arrecadação por setor usuário se cobrado o custo marginal de R\$ 282,54/ton DBO.

setor usuário	arrecadação (R\$/ano)	percentual (%)
agroindustrial	7.403.238,49	92,40
industrial	33.091,05	0,42
doméstico	575.099,02	7,18
total	8.011.394,78	100

### 6.2.3. Cobrança com base em valor de referência ponderado

Por essa metodologia não há a restrição de que o sistema de cobrança gere uma arrecadação igual ao custo total anual. Escolhe-se um valor de referência para a cobrança que passa a ser ponderado através de certos coeficientes (arbitrados, negociados ou calculados) que objetivam refletir os condicionantes hidrológicos e de uso da água na bacia. Nesse tipo de sistema de cobrança, o valor arrecadado pode ser igual, maior ou menor que o montante anual necessário para cobrir os programas e ações previstos para a bacia. Desta forma, poderá haver a necessidade de introdução de esquemas de subsídios cruzados ou diretos. Se a arrecadação for superior ao custo anual dos programas de investimentos, a cobrança “tipo lançamento” da bacia poderá conceder subsídios. Se esta arrecadação for inferior àquele custo e houver a decisão de que todos os programas previstos devam ser realizados, parte da cobrança “tipo lançamento” precisará ser subsidiada.

A Equação 6.3 representa a estrutura de cobrança com base em valor de referência ponderado:

$$\sum S_{i,j,k} = \sum [(coeficientes_{j,k}) \cdot S_{ref\,i,j,k} \cdot carga_{i,j,k}] \quad (6.3)$$

onde,

$i$  é o tipo de usuário;  $j$  é a sub-bacia onde são realizados os lançamentos;  $k$  é o parâmetro de poluição;  $\$_{i,j,k}$  é a cobrança para o tipo de usuário  $i$  que lança o parâmetro  $k$  na sub-bacia  $j$  no período analisado;  $\$_{ref\ i,k}$  é o valor de referência da cobrança para o usuário tipo  $j$  e parâmetro  $k$  (\$/ton); carga  $_{i,j,k}$  é a carga lançada, em toneladas, do parâmetro  $k$  pelo usuário  $i$  na sub-bacia  $j$  no período analisado.

O valor de referência pode ser arbitrado ou calculado segundo metodologia específica. Para esta pesquisa, selecionou-se o custo marginal como este valor (R\$ 282,54/ton DBO), outro qualquer poderia ser adotado.

Vários coeficientes de ponderação podem ser considerados isoladamente ou em conjunto. Entre estes coeficientes podem ser sugeridos:

- i) coeficiente padrão de qualidade (PQA);
- ii) coeficiente tipo de usuário (U);
- iii) coeficiente enquadramento do rio (En);
- iv) coeficiente estação do ano (A);
- iv) coeficiente cargas potencial-lançada (Cg).

Os dois primeiros coeficientes (PQA e U) estão discutidos na seção 6.2.1. O coeficiente enquadramento (En) visa refletir na estrutura de cobrança as classes de uso estabelecidas na legislação ambiental. Ele tem maior valor para aquelas classes destinadas aos usos mais nobres. O coeficiente estação do ano (A) é o mesmo apresentado no Capítulo 5. Duas estações são consideradas: a seca (setembro-fevereiro) e a úmida (março-agosto). Na primeira delas, (A) tem maior valor indicando que a capacidade assimilativa do rio é menor e, portanto, será mais caro fazer os lançamentos nessa época. O coeficiente (Cg) reflete, na estrutura de cobrança, o quanto da carga potencial do setor usuário é tratada. Ele é calculado pela relação (carga lançada/carga potencial).

A Tabela 6.13 apresenta os valores dos coeficientes. Eles foram arbitrados para o caso de (U), (En) e (A) e calculados para (PQA) e (Cg). Dez simulações foram escolhidas para serem apresentadas neste texto. A Tabela 6.14 indica essas simulações e os respectivos coeficientes utilizados.

Tabela 6.13. Coeficientes de ponderação do valor de referência para a cobrança.

PQA	U	En	A	Cg
nascente-2.10: 1,57	doméstico: 1	E: 2	seca: 1,2	doméstico: 1
2.10-2.20: 16,03	agroindústria: 1,2	1: 1,5	úmida: 0,6	agroindústria: 0,02
2.20-2.30: 9,11	indústria: 1,5	2: 1,3		indústria: 0,6
2.30-2.50: 1,40		3: 1,1		
2.50-3.75: 3,40		4: 1		
3.75-3.80: 2,48				

PQA = padrão de qualidade de água; U = tipo de usuário; En = enquadramento do corpo d'água em classes de usos preponderantes (E = classe especial); A = estação do ano; Cg = carga potencial-lançada.

Tabela 6.14. Simulações realizadas (cobrança pelo lançamento de efluentes) e respectivos coeficientes de ponderação do valor de referência considerados.

simulação	coeficiente considerado
1L	nenhum
2L	padrão de qualidade de água PQA
3L	tipo de usuário U
4L	tipo de usuário U, padrão de qualidade PQA
5L	tipo de usuário U, enquadramento En
6L	tipo de usuário U, enquadramento En, carga potencial-lançada Cg
7L	tipo de usuário U, estação do ano A
8L	tipo de usuário U, enquadramento En, estação do ano A
9L	tipo de usuário U, enquadramento En, carga potencial-lançada Cg, estação do ano A
10L	padrão de qualidade de água PQA, tipo de usuário U, enquadramento En, carga potencial-lançada Cg, estação do ano A

obs: a letra L caracteriza a simulação como referente à "cobrança por lançamento".

A Tabela 6.15 apresenta os resultados derivados das simulações no que se refere a arrecadação gerada (percentual de participação de cada setor e arrecadação total em R\$/ano). Nas Tabelas 6.16 e 6.17 essas simulações foram classificadas em dois grupos: as que consideram o coeficiente PQA (Grupo I) e as que não consideram (Grupo II). Nessas tabelas estão os valores a serem cobrados de cada grupo usuário (R\$/ton).

Tabela 6.15. Simulações realizadas com base no valor de referência ponderado, percentual da arrecadação por setor usuário e arrecadação total.

simulação	percentual da arrecadação total (%)			arrecadação total (R\$/ano)
	agroindústria	indústria	doméstico	
1L	92,41	0,41	7,18	8.011.394,78
2L	97,57	0,15	2,28	75.090.958,17
3L	93,43	<b>0,52</b>	6,05	9.508.581,69
4L	97,91	0,19	1,91	<b>89.800.751,81</b>
5L	93,96	0,45	5,58	12.000.346,60
6L	90,97	0,01	<b>9,01</b>	7.436.596,19
7L (seca)	96,63	0,27	3,10	11.032.377,38
7L (úmida)	0,00	7,95	92,05	188.960,33
total	95,00	0,40	4,60	11.221.337,71

Tabela 6.15. Simulações realizadas com base no valor de referência ponderado, percentual da arrecadação por setor usuário e arrecadação total (continuação).

8L (seca)	96,91	0,23	2,86	13.961.997,50
8L (úmida)	0,00	7,53	92,47	219.209,21
total	95,41	0,35	4,24	14.181.206,70
9L (seca)	95,31	0,01	4,68	8.517.865,87
9L (úmida)	0,00	0,16	99,48	203.024,87
total	93,09	0,01	6,90	8.720.890,56
10L (seca)	98,59	0,00	1,41	82.978.079,12
10L (úmida)	0,00	0,19	99,81	595.703,47
total	<b>97,38</b>	0,0004	2,11	83.573.782,60
maior valor	97,88	0,52	9,01	89.800.751,81
menor valor	90,97	0,0004	1,91	8.011.394,78

obs: em negrito a maior arrecadação.

Tabela 6.16. Valores a pagar (R\$/ton) por setor usuário para as simulações que não consideram o coeficiente PQA (Grupo I).

simulação	valor a pagar por setor usuário (R\$/ton DBO)				
	agroindustrial		industrial	doméstico	
1L	282,54		282,54	282,54	
3L	339,05		423,82	282,54	
5L	440,77 <sup>2</sup>	372,96 <sup>3</sup>	466,20	367,31 <sup>2</sup>	310,80 <sup>3</sup>
6L	264,46 <sup>2</sup>	223,78 <sup>3</sup>	9,32	367,31 <sup>2</sup>	310,80 <sup>3</sup>
7L (seca)	406,86		508,58	339,05	
7L (úmida)	203,43		254,29	169,53	
8L (seca)	<b>528,92<sup>2</sup></b>	447,55 <sup>3</sup>	<b>559,44</b>	<b>440,77<sup>2</sup></b>	372,96 <sup>3</sup>
8L (úmida)	264,46 <sup>2</sup>	223,78 <sup>3</sup>	279,72	220,38 <sup>2</sup>	186,48 <sup>3</sup>
9L (seca)	317,35 <sup>2</sup>	268,53 <sup>3</sup>	11,19	<b>440,77<sup>2</sup></b>	372,96 <sup>3</sup>
9L (úmida)	158,68 <sup>2</sup>	134,27 <sup>3</sup>	5,59	220,38 <sup>2</sup>	186,48 <sup>3</sup>

obs: em negrito os maiores valores.

2: enquadramento do trecho do rio na classe 2; 3: enquadramento do trecho do rio na classe 3

Tabela 6.17. Valores a pagar (R\$/ton) por setor usuário para as simulações que consideram o coeficiente PQA (Grupo II).

simulação	trechos do rio Pirapama e valores a pagar (R\$/ton DBO)					
	na.-2.10	2.10-2.20	2.20-2.30	2.30-2.50	2.50-3.75	3.75-3.80
setor agroindustrial						
2L		4.529,19	2.573,98	395,76		700,71
4L		<b>5.435,02</b>	3.088,78	474,67		840,85
10L (seca)		5.087,18	2.891,09	444,30		665,95
10L (úmida)		2.543,59	1.445,55	222,15		332,98
maior valor		5.435,02				

Tabela 6.17. Valores a pagar (R\$/ton) por setor usuário para as simulações que consideram o coeficiente PQA (Grupo II) (continuação).

simulação	trechos do rio Pirapama e valores a pagar (R\$/ton DBO)					
	na.-2.10	2.10-2.20	2.20-2.30	2.30-2.50	2.50-3.75	3.75-3.80
<b>setor agroindustrial</b>						
2L		4.529,19	2.573,98	395,76		700,71
4L		<b>5.435,02</b>	3.088,78	474,67		840,85
10L (seca)		5.087,18	2.891,09	444,30		665,95
10L (úmida)		2.543,59	1.445,55	222,15		332,98
maior valor	5.435,02					
<b>setor industrial</b>						
2L					960,65	
4L					<b>1.440,98</b>	
10L (seca)					38,04	
10L (úmida)					19,02	
maior valor	1.440,98					
<b>setor doméstico</b>						
2L	443,60		2.573,98	395,76	960,65	700,71
4L	443,60		2.573,98	395,76	960,65	700,71
10L (seca)	692,01		<b>4.015,41</b>	617,08	1.268,06	924,94
10L (úmida)	346,00		2.007,70	308,54	634,03	462,42
maior valor	4.015,41					

obs: em negrito os maiores valores.

### 6.3. Valores a serem pagos, arrecadações, rateio e impactos

#### 6.3.1. Valores a serem pagos e respectivas arrecadações

Para a cobrança simulada com base no rateio do investimento ou para a cobrança do custo marginal, os montantes arrecadados são iguais ao custo total anual (R\$ 8.011.401,77/ano). A análise conjunta dos resultados das duas metodologias mostra que o setor agroindustrial participa na arrecadação total com um percentual que varia de 92,40 a 97,91%; o industrial colabora com menos de 0,55% e o doméstico tem faixa de variação de 1,90 a 7,18%. Isto mostra que é o setor agroindustrial que geraria o maior montante de arrecadação, o que está em consonância com as elevadas cargas que o mesmo lança na bacia. Para a cobrança do custo marginal todos seriam cobrados em R\$ 282,54/ton. No caso da cobrança como um rateio dos investimentos, as faixas de variação por setor usuário considerando as três simulações em conjunto (A, B e C) são: R\$ 42,16 a R\$ 484,90/ton (agroindustrial); R\$ 102,56 a R\$ 357,08/ton (industrial) e R\$ 35,25 a R\$ 274,48/ton (doméstico).

Para a cobrança calculada com base no valor ponderado, os resultados de arrecadação apresentados na Tabela 6.15, em função da sua ordem de grandeza, podem ser classificados em dois grupos: arrecadação até R\$ 15.000.000,00/ano (1) e arrecadação superior a R\$ 75.000.000,00/ano (2). Três simulações produzem arrecadações classificadas no Grupo (2): a de número 2L, a 4L e a 10L, todas elas consideram o coeficiente PQA na respectiva estrutura de cobrança e é este coeficiente que provoca os altos montantes arrecadados. As arrecadações do Grupo (1) variam de um valor em torno de R\$ 7.500.000,00/ano (simulação 6L) até um valor em torno de R\$ 14.000.000,00/ano (simulação 8L). O montante derivado da simulação 6L é inferior ao custo total anual necessário para cobertura financeira dos programas previstos para bacia o que exigiria, como já comentado, uma reestruturação destes programas ou a recepção de subsídios caso a decisão seja a de atender a todos os programas previstos. Nas simulações que consideram o coeficiente estação (A), as maiores arrecadações provêm da estação seca. A estação úmida gera percentuais das respectivas arrecadações totais que variam de 0,71% (simulação 10L) a 2,32% (simulação 9L). Duas razões podem ser citadas como justificativa desses baixos percentuais: a água é cobrada a um preço menor na estação úmida e nessa estação não há a contribuição dos efluentes do setor que gera a maior carga na bacia: o agroindustrial.

Os valores a serem cobrados, de cada setor usuário em cada simulação do Grupo I (sem PQA), foram apresentados na Tabela 6.16. Para os usuários agroindustrial e industrial as maiores cobranças são geradas pela simulação 8L (seca) quando os lançamentos se dão no trecho de classe 2 (montante da futura barragem Pirapama). Para esses usuários, as menores cobranças são derivadas da simulação 9L (úmida) que considera o coeficiente  $C_g$  (relação carga potencial e lançada). Para o caso do doméstico, o maior valor provém das simulações 8L e 9L na estação seca e lançamentos em trecho classe 2. Como o usuário doméstico nada trata dos seus lançamentos ( $C_g = 1$ , na simulação 9L), essas duas simulações produzem resultados iguais. O menor valor a ser cobrado do usuário doméstico é proveniente da simulação 7L, na estação úmida. As faixas de variação dos valores de cobrança para os 3 setores são de R\$ 134,27 a R\$ 528,92/ton (agroindustrial), R\$ 5,59 a R\$ 559,44/ton (industrial) e R\$ 169,53 a R\$ 440,77/ton (doméstico). O baixo valor inferior (5,59) para o setor industrial é justificado pelo fato do setor chegar a tratar em torno de 98% da sua carga potencial.

No caso do Grupo II (com PQA, Tabela 6.17), as faixas de variação por setor são: R\$ 1.445,55 a R\$ 5.435,02 /ton (agroindustrial), R\$ 19,02 a R\$ 1.440,98/ton

(industrial) e R\$ 308,54 a R\$ 2.573,98/ton (doméstico). O valor superior para o setor agroindustrial (simulação 4L) é justificado pela sua localização no trecho 2.10-2.20, trecho mais crítico quanto ao desatendimento do objetivo de qualidade. Os menores valores para os três setores são derivados da simulação 10L (úmida) que considera o coeficiente Cg. Apenas nas simulações do Grupo II é que são gerados valores a cobrar superiores a R\$ 1.000,00/ton. A justificativa para esses altos valores está em se considerar o coeficiente PQA na estrutura de cobrança.

### 6.3.2. Rateio em cada setor usuário e análise dos impactos

Nesta seção realiza-se o rateio do valor arrecadado pela cobrança por lançamento dentro de cada setor usuário e verificam-se quais os impactos desse rateio para os integrantes do setor. Duas simulações foram selecionadas para avaliação: a cobrança do custo marginal e a cobrança do valor de referência ponderado (simulação número 7L). Para o caso do setor doméstico, os usuários submetidos à cobrança pela retirada de água não são exatamente os mesmos submetidos à cobrança pelo lançamento de efluentes. A Tabela 6.18 expõe a situação.

Tabela 6.18. Setores usuários submetidos a cobrança pelo uso da água nesta pesquisa.

setor usuário	cobrança pela retirada <sup>1</sup>	cobrança pelo lançamento
agroindustrial	sim	sim
industrial	sim	sim
hidroelétrico	sim	não
doméstico		
zona rural da bacia	não	sim <sup>2</sup>
zona urbana da bacia	sim <sup>3</sup>	sim
RMR	sim	não <sup>4</sup>

1: não inclui diluição de efluentes;

2: via esquema de subsídios;

3: corresponde a cidade do Cabo (pertencente a RMR);

4: os efluentes dos usuários da RMR (excetuando-se o Cabo) são lançados em área geográfica distinta da bacia do rio Pirapama.

#### 6.3.2.1. Usuários domésticos

A população da bacia do Pirapama é de 103.269 habitantes (CPRH/DFID, 1998a). Conforme mostrado pela Tabela 6.18, a parcela da zona urbana (62%) está submetida à cobrança pela retirada de água mas a rural está isenta (38%). Considerando-se um rateio igualitário do montante arrecadado pela cobrança do custo marginal pelo

lançamento de efluentes, cada habitante pagaria R\$ 5,57/ano. Admitindo a cobrança do valor de referência ponderado (simulação 7L), o habitante da bacia do Pirapama pagaria R\$ 4,99/ano (R\$ 3,31 referente a estação seca e R\$ 1,68 a estação úmida). Os valores no âmbito do domicílio estão mostrados na Tabela 6.19. Como já mencionado, os usuários domésticos da bacia (estejam no meio rural ou urbano) não usufruem do serviço de esgotamento da Compesa sendo seus esgotos lançados a céu aberto ou tendo como escoadouro o tanque séptico. Quanto ao abastecimento de água, apenas a parte urbana do Cabo usufrui do respectivo serviço.

Tabela 6.19. Informações derivadas das simulações quanto aos impactos no usuário doméstico urbano e rural da bacia se for aplicada a cobrança do custo marginal e do valor de referência ponderado (cobrança pelo lançamento de efluentes).

aspectos	cobrança do custo marginal	cobrança do valor de referência ponderado	
		estação seca	estação úmida
informações das simulações			
valor a pagar (R\$/ton)	285,54	339,05	169,53
arrecadação (R\$/ano; R\$/estação) <sup>1</sup>	575.218,14	11.032.377,38	173.937,98
rateio			
cobrança/hab (R\$/ano; R\$/estação) <sup>2</sup>	5,57	3,31	1,68
cobrança/domicílio (R\$/ano; R\$/estação) <sup>3</sup>	27,85	16,55	8,40
impactos			
impacto na renda do domicílio (%) <sup>4</sup>	renda anual	renda sazonal	
até 1 SM/mês	1,71	2,03	1,03
até 2 SM/mês	0,85	1,01	0,52
até 3 SM/mês	0,57	0,68	0,34
até 4 SM/mês	0,43	0,51	0,26
até 5 SM/mês	0,34	0,41	0,21
até 10 SM/mês	0,17	0,21	0,10
até 20 SM/mês	0,09	0,10	0,05
até 30 SM/mês	0,06	0,07	0,03
até 50 SM/mês	0,03	0,04	0,02

1: arrecadação anual total para cobrança do custo marginal é de R\$ 8.011.394,78 e para cobrança do valor de referência ponderado (simulação 7L) é de R\$ 11.221.337,71;

2: carga produzida de 54g DBO/hab/dia;

3: domicílio com número médio de habitantes = 5;

4: salário mínimo de R\$ 136,00/mês, isto é, US\$ 80/mês (US\$ 1 = R\$ 1,70) em 01.05.99.

A Tabela 6.20 apresenta um resumo de alguns aspectos da cobrança pela retirada, lançamento e a integrada (soma das duas anteriores) quando se utiliza o custo marginal. A cobrança total a ser paga por cada habitante é de R\$ 6,62/hab.ano dos quais em torno de 16% referem-se às retiradas e 84% aos lançamentos. Esse valor é, portanto,

de R\$ 33,10/dom.ano que pode ser considerado dentro da capacidade de pagamento dos usuários urbanos do Cabo, os únicos do setor doméstico da bacia a pagarem os dois tipos de cobrança. Os valores per capita e os impactos na renda do domicílio são maiores para a cobrança pelo lançamento de efluentes do que para a retirada de água. Isso acontece porque o rateio para o segundo caso é feito por um número muito menor de habitantes do que para a situação da cobrança pela retirada de água bruta que abrange toda a RMR.

Tabela 6.20. Resumo de aspectos da cobrança pela retirada, lançamento e integrada.

aspectos	tipo de cobrança		
	retirada de água	lançamento	integrada
cobrança per capita	1,05/ hab.ano	5,57/hab.ano	6,62/hab.ano
cobrança por domicílio <sup>1</sup>	5,25/dom.ano	27,85/hab.ano	33,10/dom.ano
impacto renda anual do domicílio <sup>2</sup>	0,08%	0,43%	0,50%
acréscimo conta de água <sup>3</sup>	2,18% (ex: 7m <sup>3</sup> /mês) 1,65% (ex: 26m <sup>3</sup> /mês)		

1: domicílio com 5 residentes;

2: chefe de família percebendo 4 salários mínimos/mês;

3: a conta de água refere-se ao serviço de abastecimento já que os usuários da bacia não estão conectados ao serviço de esgotamento da Compesa.

### 6.3.2.2. Demais usuários

Quanto ao rateio para os usuários integrantes dos demais setores (industrial e agroindustrial), uma proposta é usar o critério da proporcionalidade da carga lançada. Assim sendo, os integrantes daqueles setores pagariam os percentuais de arrecadação total indicados na Tabela 6.21 (simulações com o custo marginal e valor de referência ponderado). Ausência de informações não permite analisar se os valores a serem pagos pelos usuários estariam dentro da capacidade de pagamento deles. Por exemplo, poder-se-ia inferir que um pagamento de R\$ 5.512,97/ano não impactaria o setor químico da bacia mas que um pagamento de R\$ 5.566.593,43/ano para a agroindústria JB poderia estar além da sua capacidade de pagamento. Um dado importante para a análise dos impactos é o custo de produção das indústrias e agroindústrias – informação não disponível para a bacia em estudo. A Tabela 6.22 informa a arrecadação total considerando a cobrança pelo lançamento de efluentes e pela retirada de água para as simulações com o custo marginal.

Tabela 6.21. Valores a serem pagos pelos integrantes dos setores industrial e agroindustrial considerando o critério de rateio com base na carga lançada (simulações com o custo marginal e valor de referência ponderado 7L).

setor usuário	percentual a pagar da arrecadação total (%)	cobrança do custo marginal (R\$/ano)	cobrança do valor ponderado (7L) (R\$/ano)
<b>industrial</b>			
químico	16,66	5.512,97	7.477,90
bebidas	40,40	13.368,78	18.133,68
alimentos	42,94	14.209,30	19.273,77
total	100,00	33.091,05	44.885,35
<b>agroindustrial</b>			
JB	52,22	3.865.971,14	5.566.793,43
Sibéria	8,95	662.589,84	954.094,24
Inexport	23,44	1.735.319,10	2.498.767,48
Bom Jesus	15,39	1.139.358,41	1.640.615,68
total	100,00	7.403.238,49	10.660.270,83

Tabela 6.22. Informações quanto a arrecadação integrada e percentual de participação de cada tipo de cobrança (setor produtivo, simulação do custo marginal).

setor usuário	arrecadação por tipo de cobrança		
	integrada (R\$/ano)	retirada de água (%)	lançamento (%)
<b>industrial</b>			
químico	135.703,12	95,94	4,06
bebidas	42.751,97	68,73	31,27
alimentos	35.455,61	59,99	40,01
<b>agroindustrial</b>			
JB	4.033.222,08	4,15	95,85
Sibéria	689.723,64	3,99	96,01
Inexport	1.902.570,04	8,79	91,21
Bom Jesus	1.148.403,00	0,79	99,21

#### 6.4. Cobrança com base na curva marginal de abatimento da DBO

As três metodologias expostas anteriormente (rateio do investimento, custo marginal, ponderação do valor de referência) estão baseadas em um programa de investimentos para o controle da qualidade ambiental na bacia, o qual inclui ações relacionadas com a gestão de recursos hídricos e ambiental como a implantação de um sistema de gerenciamento ambiental e fortalecimento institucional. Algumas observações sobre as estruturas de cobrança concebidas anteriormente são:

- i) o valor a cobrar do usuário é proporcional a carga lançada pelo mesmo;

- ii) a cobrança é aplicada, indistintamente, sobre quaisquer quantidades de cargas lançadas independentemente delas provocarem ou não um padrão de qualidade do meio receptor acima dos limites exigidos;
- iii) a metodologia do custo marginal adotada nesta pesquisa produziu um único valor (e não uma curva de custo marginal) para todos os usuários da bacia já que se refere ao custo marginal de controle ambiental da bacia como um todo;
- iv) não foi realizada uma análise entre os valores propostos para a cobrança e o comportamento do usuário frente a esses valores (aspectos de incitação da cobrança);
- v) o aspecto de eficiência, por parte do usuário, quanto ao tratamento dos efluentes não foi considerado.

Para aprimorar o estudo de cobrança procurou-se por uma ferramenta que permitisse analisar com maior detalhamento os aspectos mencionados nos itens i à v anteriores. Para apoiar esta etapa da pesquisa fez-se a opção pelo Sistema de Apoio à Decisão para o Controle Integrado da Poluição (“Decision Support System for Integrated Pollution Control”) desenvolvido pelo Banco Mundial em colaboração com a Organização Mundial de Saúde e Organização Pan-americana de Saúde (World Bank, 1997).

#### **6.4.1. Sistema de Apoio à Decisão para o Controle Integrado da Poluição (SAD-CIP)**

A adoção de políticas de controle da poluição exige o conhecimento de uma série de variáveis que se relacionam com a dinâmica ambiental e com as alternativas tecnológicas para redução da poluição assim como com os respectivos custos associados ao abatimento da carga poluente. De forma geral, essa é uma tarefa complexa em função da ausência das referidas informações. No caso da bacia do Pirapama, informações sobre os custos das alternativas de tratamento de efluentes do setor produtivo simplesmente são ditos como “desconhecidos” ou quando conhecidos, não disponibilizados. Esse problema já havia sido detectado em outras regiões do Brasil (Souza, 1993 e Mendes, 1994) e não representa uma exceção, mas a situação vigente.

O Sistema de Apoio à Decisão para o Controle Integrado da Poluição (SAD-CIP) é uma ferramenta analítica que permite avaliar a situação de poluição (hídrica, do ar e dos resíduos sólidos) em uma área geográfica específica (por exemplo, bacia hidrográfica ou área metropolitana) disponibilizando informações para a tomada de decisão no que se refere às alternativas de estratégias e políticas para o controle da poluição. Ele pode ser usado de forma integrada como um sistema de apoio à decisão (como feito nesta pesquisa) ou simplesmente como uma fonte de informações (World Bank, 1997). Nesse último caso, por exemplo, se pode extrair do seu banco de dados e do seu manual, as fórmulas de custo e aplicá-las independentemente em outros estudos.

O SAD-CIP é formado por uma série de banco de dados (organizados para o caso hídrico, aéreo e de resíduos sólidos):

- i) processos tecnológicos poluidores (associados aos respectivos setores da atividade econômica, incluindo o setor doméstico) agrupados de acordo com o UN International Standard Industrial Classification (ISIC);
- ii) fatores de emissão de poluição dos processos tecnológicos (por unidade de produto gerado);
- iii) opções de controle (tratamentos para abatimento da poluição ou seja, medidas de redução da poluição) disponíveis para cada processo, incluindo programas de prevenção à poluição;
- iv) parâmetros para posterior cálculo dos custos associados à cada opção de controle da poluição;
- v) padrões de qualidade da água e do ar considerados aceitáveis em termos de saúde humana.

Os módulos computacionais do SAD-CIP são:

- i) cálculo da carga potencial gerada pelas atividades econômicas (incluindo o setor doméstico);
- ii) análise da situação atual da bacia hidrográfica ou área estudada (por exemplo, uma cidade) quanto a poluição nos corpos receptores através de modelos de dispersão de poluentes;
- iii) análise das possíveis medidas de redução de poluição e cálculo da carga abatida por cada uma das medidas (para cada processo tecnológico);

- iv) análise dos custos associados a cada medida de redução de poluição considerada.

O SAD possui funções que permitem ajustar informações do seu banco de dados às informações locais quando essas existirem. Fatores de emissão dos processos tecnológicos, parâmetros representativos das condições econômicas (tais como a taxa de retorno, preço da mão de obra, etc.), padrões de qualidade exigidos pela legislação local são alguns dos exemplos possíveis de ajuste.

Para o cálculo das concentrações dos poluentes no meio ambiente (item ii de “módulos computacionais”) existem sete modelos de dispersão (dois para o meio aéreo e cinco para o meio hídrico). Os modelos são simples exigindo informações hidrológicas e meteorológicas mínimas.

No cálculo dos custos (item iv de “módulos computacionais”) são usadas funções padrões de custos nas quais podem ser inseridas informações das características locais. São calculados os custos totais anuais (anuidade equivalente ao valor total dos investimentos somada ao custo anual de operação e manutenção), o custo de controle de poluição por unidade de carga removida e os custos marginais de longo prazo para as várias medidas de redução de cada processo tecnológico analisado. Quanto ao custo marginal de longo prazo, apresenta-se na Tabela 6.23 o algoritmo do SAD-CIP para o seu cálculo.

Tabela 6.23. Algoritmo do SAD-CIP para cálculo do custo marginal de longo prazo (concebido com base em World Bank, 1997).

<p>As etapas (1, 2, 3 e 4), descritas a seguir, são realizadas para cada parâmetro, processo, alternativa de controle em cada área geográfica definida ou corpo hídrico. Por exemplo:</p> <p>Parâmetro: DBO</p> <p>Processo: esgotamento sanitário</p> <p>Alternativa (medidas de redução/control de poluição para o processo):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>esgotamento sanitário (nenhum tratamento)</li> <li>esgotamento sanitário (tratamento secundário)</li> <li>esgotamento sanitário (tratamento biológico e químico)</li> </ul>
<p>Etapa 1:</p> <p>organização das alternativas em ordem crescente de carga removida (relação crescente de remoção de cargas)</p>
<p>Etapa 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>2.1 exclusão das alternativas com carga removida inferior ou igual à carga removida do tratamento feito atualmente (denominado de “alternativa atual”);</li> <li>2.2 caso existam alternativas com iguais cargas removidas, exclusão daquelas com os maiores custos anuais;</li> </ul>

Tabela 6.23. Algoritmo do SAD-CIP para cálculo do custo marginal de longo prazo (concebido com base em World Bank, 1997) (continuação).

<p>As etapas seguintes se aplicam, apenas, para as alternativas que não foram eliminadas nas etapas anteriores.</p> <p>Etapa 3: os cálculos são iniciados com a alternativa localizada (na relação crescente de remoção de carga) imediatamente após a alternativa atual;</p> <p>3.1 subtração do custo total da alternativa em análise, do custo total da alternativa anterior;</p> <p>3.2 subtração da carga removida em análise, da carga removida da alternativa anterior;</p> <p>3.3 cálculo do custo marginal de longo prazo (cmg) pela divisão do resultado da sub-etapa 3.1 daquele da sub-etapa 3.2 (excetuando-se o cálculo para a alternativa atual).</p>
<p>Etapa 4: se, nos resultados do cálculo cmg, existir uma alternativa que tenha cmg maior que o cmg da alternativa seguinte (em ordem crescente de carga removida), essa alternativa deve ser excluída do conjunto e o cmg recalculado conforme etapa 3.</p>
<p>A iteração prossegue até que se tenha no conjunto final das alternativas, organizadas em ordem crescente de carga removida, custos marginais (correspondentes a cada carga removida) também em ordem crescente. Terminada a iteração, se tem um conjunto de alternativas (tratamentos) que representa as soluções mais eficientes (de menor custo) para o controle da poluição.</p> <p>A etapa seguinte é realizada para cada parâmetro e todas as alternativas.</p>
<p>Etapa 5:</p> <p>5.1 organização, em ordem crescente de cmg, de todas as alternativas em um único conjunto;</p> <p>5.2 cálculo dos custos acumulados e cargas removidas acumuladas; esse conjunto indica as alternativas para controle do parâmetro em análise mais eficientes economicamente e inclui todos os processos existentes na área em estudo.</p> <p>Os resultados são plotados em um gráfico “carga de poluição removida” x “custo marginal de longo prazo”.</p>

#### 6.4.2. O SAD-CIP aplicado à área a montante da barragem Pirapama

Para aplicação do SAD-CIP na bacia do rio Pirapama, os usuários (“processos”) foram separados em dois grandes grupos em função da classificação do trecho do rio no qual lançam seus efluentes. Sendo assim, o grupo M corresponde aos que fazem lançamentos em trecho classe 2 e o grupo J aos que lançam em trecho classe 3. O grupo M corresponde a todas as fontes localizadas a montante da barragem Pirapama e está apresentado nessa seção. O grupo J corresponde as fontes situadas a jusante da

barragem e está discutido na seção 6.4.3. Os dados sobre a carga lançada pelas fontes, assim como as informações sobre o padrão de qualidade de água no rio, são os mesmos apresentados em seções anteriores neste Capítulo. A aplicação do SAD-CID à bacia do Pirapama concentrou-se na análise do parâmetro DBO.

Dois setores usuários (“processos”) estão presentes na área a montante da barragem Pirapama: o setor agroindustrial e o doméstico. A carga conjunta lançada é de 22.830,31 ton/ano, da qual 97,11% é gerada pelas agroindústrias e 2,89% pelo setor doméstico. Na aplicação do SAD-CIP foi considerado que o setor doméstico não realiza nenhum tratamento lançando ao rio 100% da sua carga potencial. Quanto ao setor agroindustrial, 60% da carga potencial gerada é lançada ao rio sem tratamento. Os outros 40% considera-se que estejam sendo aproveitados de forma adequada na fertirrigação, não contribuindo para a poluição do rio. Essas são as mesmas considerações descritas no item 6.1.

O SAD-CIP analisou dez “medidas de redução de poluição” (“alternativas”) para o setor agroindustrial (“processo agroindustrial”) e quatro para o setor doméstico (“processo doméstico”). Para cada um desses setores, aquelas medidas que não foram descartadas no algoritmo do custo marginal (Tabela 6.23) estão indicadas na Tabela 6.24 assim como as informações relativas às cargas (lançadas e abatidas) e aos custos (totais anuais, unitários e marginais).

Tabela 6.24. Resultados do SAD-CIP para grupo de usuários localizado a montante da barragem Pirapama.

alternativas (1)		cargas		custos		
		lançada ton/ano (2)	abatida ton/ano (3)	total anual US\$/ton (4)	médio US\$/ton (5)	marginal US\$/ton (6)
<b>agroindustrial (destilaria)</b>						
atual	sem tratamento	22.169,79	0	0	0	—
X		15.518,85	6.650,94	15.000,00	2,26	2,26
	secundário	1.551,89	20.617,90	3.094.829,4	150,10	220,51
	terciário	775,94	21.393,85	3.341.950,9	156,21	318,48
<b>doméstico</b>						
atual	sem tratamento	660,52	0	0	0	—
U	secundário	66,05	594,47	801.433,7	1.348,15	1348,15
	biológico e químico	33,03	627,49	919.194,8	1.464,87	3565,71

A Tabela 6.24 apresenta os dados derivados da análise integrada dos dois setores e que são usados para construir a curva do custo marginal de abatimento de DBO na área a montante da barragem Pirapama. Nessa Tabela, a letra “X” (na coluna 1) se refere às alternativas que associam a melhor tecnologia disponível de produção (incluindo campanhas de prevenção da poluição) com o controle “end-of-pipe”. A letra “U”, na mesma coluna, se refere às medidas que se utilizam, apenas, do controle “end-of-pipe”. Pela Tabela 6.24 (coluna 3), percebe-se que o tratamento de uma carga superior à 21.393,85 ton/ano para o grupo agroindustrial e de 627,49 ton/ano para o doméstico é inviável tecnicamente e economicamente. A Tabela 6.25 resume as informações da Tabela 6.24 e permite construir o gráfico da curva de custo marginal de abatimento (Figura 6.1).

Tabela 6.25. Custo marginal de abatimento de DBO no trecho a montante da barragem Pirapama.

carga abatida (ton/ano)	custo anual total (US\$/ano)	custo marginal de abatimento (US\$/ton)
6.650,94	15.000,00	2,26
20.617,90	3.094.829,47	220,51
21.393,85	3.341.950,93	318,48
21.988,31	4.143.384,58	1348,15
22.021,34	4.261.145,69	3565,71

Uma proposta de cobrança para a área a montante da bacia do rio Pirapama pode, então, ser definida com base na curva de custo marginal apresentada na Figura 6.1.

Admitindo que o usuário tem “escolha racional”, isto é, opta pela alternativa considerada causadora de maior satisfação individual, duas opções gerais são possíveis frente a comparação entre os custos marginais de abatimento do usuário e o valor proposto para a cobrança:

- i) se o custo marginal  $>$  valor da cobrança  $\Rightarrow$  o usuário opta pela cobrança
- ii) se o custo marginal  $<$  valor da cobrança  $\Rightarrow$  o usuário opta pelo tratamento

Dependendo dos objetivos de qualidade a serem alcançados, diversos programas de abatimento da carga lançada e respectivas propostas para a cobrança podem ser sugeridos, como discutidos a seguir.

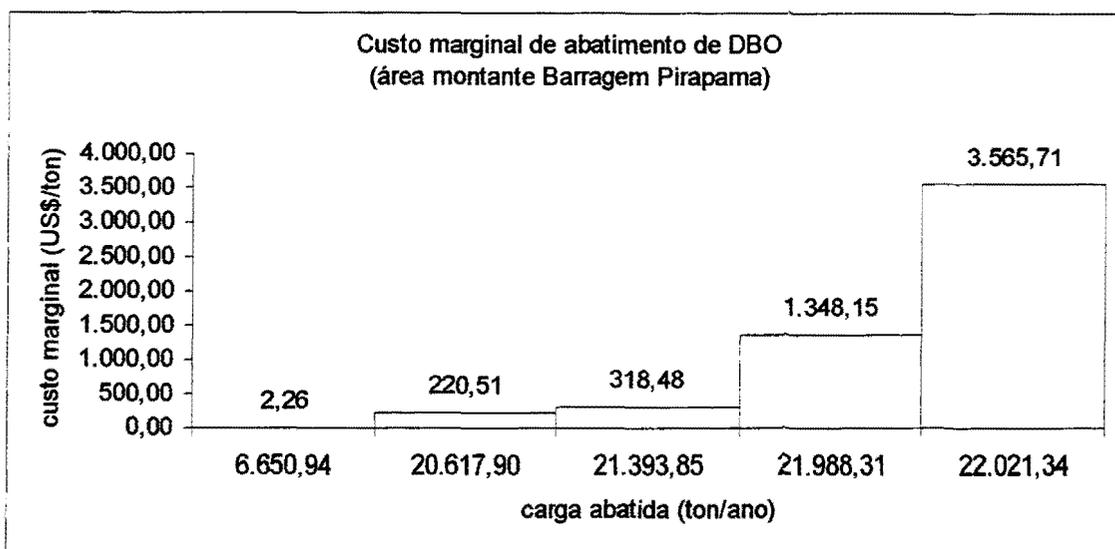


Figura 6.1. Custo marginal de abatimento da DBO na área a montante da barragem Pirapama.

#### 6.4.2.1. Cobrança sem definição prévia de meta qualitativa

Para essa situação, algumas possibilidades estão dispostas a seguir. Na situação real, o Comitê da Bacia será convocado para deliberar sobre as alternativas propostas.

- Cobrança de um valor de US\$ 2,00/ton

Como todos os usuários possuem custo marginal de abatimento superior a US\$ 2,00/ton (Tabela 6.25 e Figura 6.1), eles pagariam a cobrança mas não seriam induzidos a tratar seus efluentes. Seriam arrecadados US\$ 45.660,62/ano (22.830,31ton/ano X US\$ 2,00/ton). Esse valor é três vezes superior ao custo anual que arcaria o setor agrícola para abater as suas primeiras 6.650,96 ton/ano. No entanto, está muito aquém do custo anual necessário para abater o restante (ou parte) da carga da área a montante. Essa alternativa, portanto, não deve fazer parte de um programa de gestão dos recursos hídricos da bacia.

- Cobrança de um valor de US\$ 300,00/ton

O setor agroindustrial é induzido a abater 20.617,90 ton/ano (custo total de US\$ 3.094.829,47/ano) e a pagar US\$ 465.567,00/ano (1.551,89 ton/ano X US\$ 300,00/ton) pelo lançamento da carga restante. Tem gasto total de US\$ 3.560.396,47/ano e uma

economia de US\$ 3.224.973,53/ano (diferença entre a situação na qual pagaria integralmente a cobrança e a analisada anteriormente). O setor doméstico pagaria US\$ 198.156,00/ano (660,52 ton/ano X US\$ 300,00/ton) pelo descarte de toda a sua carga já que tem custos marginais superiores. Essa alternativa garantiria o tratamento de 90,30% da carga total lançada e geraria uma arrecadação total de US\$ 663.723,00/ano. Esse valor iria para o Fundo de Recursos Hídricos para financiar parte dos investimentos dos usuários conforme condições de empréstimos (ou situação de subsídios) acordadas no Comitê da Bacia.

- Cobrança de um valor de US\$ 2.000,00/ton

O setor agroindustrial trataria 21.393,85 ton/ano (custo total de US\$ 3.341.950,93/ano) e lançaria 775,94 ton/ano (22.169,79 – 21.393,85) já que o tratamento desse restante seria inviável tecnicamente e economicamente (World Bank, 1998). O setor doméstico abateria 594,46 ton/ano (custo total de US\$ 801.433,65/ano) e pagaria pelo lançamento da carga restante de 66,06 ton/ano a quantia de US\$ 132.120,00/ano. Essa opção induziria o tratamento de 96,30% da carga total. O montante destinado ao Fundo seria de US\$ 1.684.000,00/ano (1.551.880,00 + 132.120,00).

#### **6.4.2.2. Cobrança para alcançar meta qualitativa pré-definida**

Na análise anterior não foi comentado sobre qual seria o objetivo de qualidade a ser alcançado. Esse objetivo esteve, no entanto, implícito em cada valor de cobrança estabelecido. Por exemplo, a cobrança do valor de US\$ 300,00/ton induziria o abatimento de 90,30% da carga total lançada e a de US\$ 2.000,00/ton de 96,30%. O estudo apresentado a seguir faz o procedimento inverso, isto é, define-se a meta (ou metas) desejada e verifica-se qual o valor de cobrança que poderia provocar o alcance da referida meta.

Resultados do SAD-CIP mostram que, para atender ao enquadramento do corpo de água em classe 2 ( $DBO \leq 5 \text{ mg/l}$ ), a carga a ser lançada ao ano deveria ser no máximo igual a 1.446,17 ton. Há, portanto, um excesso de carga de 21.384,13 ton/ano. Admitindo que o objetivo de qualidade seja trazer o rio para os padrões classe 2 do

enquadramento, haveria a necessidade do Grupo M da bacia abater 21.384,13 ton/ano (isto é, 93,66% da carga total lançada).

A meta desejada pode ser alcançada através da indução do tratamento da carga por cada usuário, do tratamento de parte da carga pelo usuário e financiamento do restante (com fundos arrecadados com a cobrança), do tratamento da maior parte da carga pelo setor que é mais eficiente. Essas alternativas estão discutidas a seguir.

#### 6.4.2.3. Alcance da meta com cobrança superior ao custo marginal de abatimento

Um dos critérios para definição de quanto cada setor deve abater a fim de que seja atingida a meta desejada é considerar a participação de cada um na carga total lançada. A Tabela 6.26 indica as cargas lançadas e a serem abatidas para atender a meta pré-estabelecida segundo àquele critério e a serem lançadas após o programa de abatimento.

Tabela 6.26. Cargas lançadas atualmente, a serem abatidas e que podem ser lançadas após o programa de abatimento para o trecho a montante.

setor	cargas (ton/ano)		
	lançada atualmente (1)	a ser abatida para alcançar o objetivo de qualidade (2)	a ser lançada depois do programa de abatimento (3)
agroindustrial	22.169,79	20.766,13	1403,66
doméstico	660,52	618,00	42,52
total	22.830,31	21384,13	1446,18

Pela Tabela 6.26, o setor agroindustrial deve tratar 20.766,13 ton/ano. Uma cobrança, por exemplo, de US\$ 320,00/ton induziria o setor a abater 21.393,85 ton/ano, superior ao exigido (o custo total seria de US\$ 3.341.950,93/ano). O setor pagaria US\$ 248.300,80/ano pelo restante de carga vertida (775,94 ton/ano X US\$ 320,00/ton). O gasto total seria de US\$ 3.590.251,73/ano, inferior ao que teria se lançasse toda a sua carga que seria de US\$ 7.094.332,80 (22.169,79 ton/ano X US\$ 320,00/ton).

No caso doméstico, para se alcançar o abatimento de 618,00 ton/ano é preciso cobrar um valor superior a US\$ 3.565,71/ton. Com aplicação, por exemplo, de uma cobrança de US\$ 4.000,00/ton, o setor trataria as primeiras 594,46 ton/ano (com custo total de US\$ 801.433,65/ano) e gastaria mais US\$ 117.761,11/ano para abater 33,03 ton/ano. O custo total de abater as referidas cargas (que somam 627,49 ton/ano, quantia

superior à exigida pela meta qualitativa) seria de US\$ 919.194,76/ano (Tabela 6.25 e Figura 6.1). O vertimento da carga não tratada implicaria no pagamento do valor US\$ 132.120,00/ano. O dispêndio global seria de US\$ 1.051.314,76/ano, inferior ao que teria de arcar caso descartasse toda a sua carga que seria de US\$ 2.642.080,00/ton (660,52 ton/ano X US\$ 4.000,00/ton).

Segundo esse programa de abatimento, haveria uma arrecadação total de US\$ 380.420,00/ano e seria abatida a carga de 22.021,34 ton/ano (637,21 ton/ano superior a carga exigida pela meta ambiental). Os setores, como apresentado, teriam valores de cobrança diferenciados.

#### **6.4.2.4. Alcance da meta pelo menor custo global para a sociedade**

No processo de abatimento da carga, os usuários podem se comportar de duas formas: i) cada setor abate a quantidade de carga proporcional a que lança (Tabela 6.26 e alternativa apresentada anteriormente); ii) o setor mais eficiente no tratamento (aquele que abate quantidade maior de carga gastando menos) abate parte (ou toda) da carga do setor menos eficiente. Estas situações são denominadas, na linguagem da Teoria dos Jogos (Ribeiro e Dorfman, 1996), de “não cooperativa” (item i) e “cooperativa” (item ii).

A curva de custo marginal para a área a montante da bacia (Figura 6.1) permite identificar o usuário que trata com mais eficiência. Para abater seus primeiros 6.650,94/ton de DBO, o setor agroindustrial tem custo marginal de US\$ 2,26/ton enquanto o grupo doméstico tem custo marginal de US\$ 1.348,15/ton para abater seus primeiros 594,47/ton. Caso o setor agroindustrial (mais eficiente) trate parte da carga do setor doméstico, a sociedade como um todo pagará menos para alcançar o mesmo nível de qualidade ambiental.

A estratégia apresentada na seção anterior implicaria em um dispêndio total de US\$ 4.261.145,69/ano para abatimento de uma carga de 22.021,34 ton/ano. Do ponto de vista da sociedade, essa não é a alternativa mais eficiente. A situação de mínimo custo é representada quando o setor agroindustrial trata a carga do setor doméstico.

Tendo tratado a carga que lhe é exigida pela meta ambiental (20.766,13 ton/ano), o grupo agroindustrial abateria o residual de 627,72 ton/ano (21.393,85 – 20.766,13) para a categoria doméstica. Esse abatimento seria pago, pelo grupo doméstico ao agroindustrial, nos níveis do custo marginal desse setor para essa faixa de

carga (US\$ 318,48/ton). Como a carga de 627,72 ton/ano entraria no cômputo geral de carga abatida pelo setor doméstico, esse também pagaria ao grupo agroindustrial o valor de US\$ 200.870,40 (US\$ 320,00/ton X 627,72 ton/ano) já que essa carga seria considerada como lançada pelo agroindustrial. Nesta análise são mantidos os mesmos valores de cobrança propostos na seção anterior.

A Tabela 6.27 apresenta as informações relativas ao processo de alcance da meta ambiental da forma mais eficiente. A Tabela 6.28 condensa algumas alternativas de cobrança discutidas anteriormente expondo os impactos no comportamento do usuário, na arrecadação e o pagamento per capita gerado.

As informações conjuntas das Tabelas 6.27 e 6.28 (última linha) mostram que a sociedade como um todo teria uma economia global de US\$ 919.158,00/ano na situação de cooperação entre os dois setores; seria gerado um montante de US\$ 580.371,20/ano destinado para o Fundo de Recursos Hídricos e a cobrança per capita seria de US\$ 15,78/hab.ano.

Tabela 6.27. Informações sobre a estratégia de alcance à meta ambiental pelo menor custo global.

cargas (ton/ano)	dispêndio (US\$/ano)	observações
<b>setor agroindustrial</b>		
20.766,13	3.142.037,29 (A)	abatimento exigido
627,72	199.916,27 (B)	abatimento feito para o setor doméstico
775,94	248.300,80 (C)	lançamento e pagamento da carga que ultrapassa o limite viável de tratamento que é de 21.393,85 ton/ano
	3.190.421,82 (D)	dispêndio total do setor agroindustrial = (A - B + C)
	3.590.251,73 (E)	dispêndio total na situação sem cooperação
<b>setor doméstico</b>		
627,72	199.916,27 (F)	carga abatida pelo setor agroindustrial; pagamento a ser feito pelo doméstico para aquele setor
627,72	200.870,40 (G)	pagamento da carga que será computada como lançada pelo setor agroindustrial.
32,80	131.200,00 (H)	lançamento e pagamento da carga que ultrapassa o limite viável de tratamento que é 627,49 ton/ano
	531.986,67 (I)	dispêndio total do setor doméstico = (F + G + H)
	1.051.314,76 (J)	dispêndio total na situação sem cooperação
<b>informações sobre a economia global</b>		
	399.829,91 (K)	economia para o setor agroindustrial = (E - D)
	519.328,09 (L)	economia para o setor doméstico = (J - I)
	<b>919.158,00 (M)</b>	<b>economia global = (K + L)</b>

Tabela 6.28. Alternativas de valores a serem cobrados e impactos no comportamento do usuário, na arrecadação e pagamento per capita gerado.

valor cobrado (US\$/ton) (1)	agroindustrial (2)	doméstico (3)	arrecadação total (US\$/ano) (4)	cobrança per capita <sup>1</sup> (US\$/hab.ano) (5)
<b>sem meta qualitativa pré-definida</b>				
2,00	paga	paga	45.660,62	0,04
300,00	trata	paga	663.723,00	5,88
2.000,00	trata	paga e trata	1.684.000,00	27,70
<b>meta pré-definida: atender o padrão de qualidade exigido pelo enquadramento</b>				
320,00	trata		380.420,00 <sup>2</sup>	
4.000,00		trata		31,20
<b>meta pré-definida: atender o padrão de qualidade exigido pelo enquadramento com o menor custo global</b>				
320,00	detalhamento na Tabela 6.27		580.371,20 <sup>3</sup>	
4.000,00				15,78

obs: nas colunas (2) e (3) os termos “paga” e “trata” se referem a carga tecnicamente e economicamente viável de abatimento. Toda carga lançada além desse valor será cobrada pelo respectivo valor da coluna (1);

1: o número de habitantes na área a montante da futura barragem é de 33.700;

2 e 3: soma da arrecadação dos dois setores;

3: (C + G + H) da Tabela 6.27.

#### 6.4.3. O SAD-CIP aplicado à área a jusante da barragem Pirapama

Nessa área estão os setores (“processos”) que formam o grupo J: o doméstico, o industrial e o agroindustrial localizados a jusante da futura barragem. A carga total lançada é de 5.513,66 ton de DBO/ano. A participação dos setores nesta carga é de: 73,12% (agroindustrial), 2,15% (industrial) e 24,73% (doméstico). Da mesma forma que para o Grupo M, no estudo do Grupo J considerou-se que o setor doméstico não realiza nenhum tratamento, que 60% da carga potencial do setor agroindustrial alcança o rio e que o setor industrial tem eficiência de remoção medida (CPRH/DFID, 1998f) que varia de 90 a 99% sendo os valores mais altos relacionados a indústria de cerveja (98,5%) e indústria química produtora de acetato de vinila (99%).

O trecho analisado está enquadrado na classe 3 ( $DBO \leq 10\text{mg/l}$ ). As simulações no SAD-CIP para esse trecho (situação atual, sem barragem) indicam que poderia ser lançada, no máximo, uma carga de 3.850,58 ton/ano (há, portanto, um excesso de carga de 1.663,07 ton DBO/ano). Esse resultado permite concluir que a situação a jusante da futura barragem é menos comprometedoras em termos de degradação ambiental do que a situação a montante. Isto pode ser justificado pelo fato de que a montante existem três agroindústrias. Apesar de haver um distrito industrial no trecho a jusante da barragem,

essas indústrias já praticam o tratamento de seus efluentes com altos níveis de remoção. O trecho de jusante, entretanto, terá reduzida a capacidade assimilativa do rio pois a barragem Pirapama regularizará, apenas, 1,20 m<sup>3</sup>/s para jusante. Nessas condições devem-se abater 5.135,22 ton/ano já que as simulações no SAD-CIP apresentam o valor de 378,44 ton/ano como a carga máxima que, uma vez lançada, mantém o rio no padrão de qualidade exigido.

Tabela 6.29. Resultados do SAD-CIP para grupo de usuários localizado a jusante da barragem Pirapama.

alternativas (1)		cargas		custos		
		lançada <sup>1</sup> ton/ano (2)	abatida ton/ano (3)	total US\$/ton ano (4)	médio US\$/ton (5)	marginal US\$/ton (6)
<b>agroindustrial (destilaria)</b>						
atual	s/ tratamento	3.953,48	0	0	0	
X		2.767,43	1.186,04	15.000,00	12,65	12,65
	secundário	276,74	3.676,73	838.856,75	228,15	330,77
	secundário e terciário	138,37	3.815,11	910.162,32	238,57	515,32
<b>agroindustrial (usina)</b>						
atual	s/ tratamento	78,30	0	0	0	—
X		62,64	15,66	30.000,00	1915,71	1915,71
	secundário	6,26	72,04	2.794.132,01	38.788,00	49.030,30
<b>industrial (setor químico)</b>						
atual	secundário	20,75	497,92	235.371,60	472,71	—
X	secundário	19,71	498,96	415.371,60	832,47	173.520,7 4
<b>industrial (setor de cereais)</b>						
atual	secundário	50,27	452,39	665.715,92	1.471,53	—
X	secundário	37,87	464,79	673.215,92	1.448,44	605,41
<b>industrial (setor cervejaria)</b>						
atual	secundário	47,31	4.844,63	1.026.726,06	211,93	—
X						
<b>doméstico</b>						
atual	s/ tratamento	1363,55	0	0	0	—
U	secundário	136,35	1.227,20	1.937.473,50	1.578,78	1.578,78
	biológico e químico	68,17	1.295,37	2.216.543,59	1.711,12	4.093,28

1: carga lançada após o respectivo tratamento indicado na coluna 1.

Foram considerados pelo SAD-CIP várias “medidas de redução de poluição” para os diversos setores. No caso agroindustrial (destilaria) foram analisadas 10 destas medidas; para o agroindustrial (usina), 4; para o setor industrial (sub-setor alimentação), 8; para o industrial (sub-setor químico), 8; e para o setor doméstico, 4. Para cada um desses setores, aquelas medidas que não foram descartadas no algoritmo do custo marginal estão indicadas na Tabela 6.29, assim como as informações relativas às cargas (lançadas e abatidas) e aos custos (totais anuais, médios e marginais).

O SAD informa que o tratamento atualmente realizado para o ramo de cervejaria já é o mais indicado e, portanto, não propõe a utilização de qualquer outro tratamento para esse setor. A Tabela 6.30 apresenta os dados derivados da análise integrada dos três setores e que são usados para construir a curva do custo marginal de abatimento de DBO para a área a jusante da barragem Pirapama (Figura 6.2).

Tabela 6.30. Custo marginal de abatimento de DBO no trecho a jusante da barragem Pirapama.

carga abatida (ton/ano)	custo anual total (US\$/ano)	custo marginal de abatimento (US\$/ton)
1.186,04	15.000,00	12,65
3.676,73	838.856,75	330,77
3.815,11	910.162,32	515,32
3.827,49	917.662,32	605,41
5.054,69	2.855.135,82	1.578,78
5.070,35	2.885.135,82	1.915,71
5.138,53	3.164.205,91	4.093,28
5.194,91	5.928.337,92	49.030,30
5.195,94	6.108.337,92	173.520,74

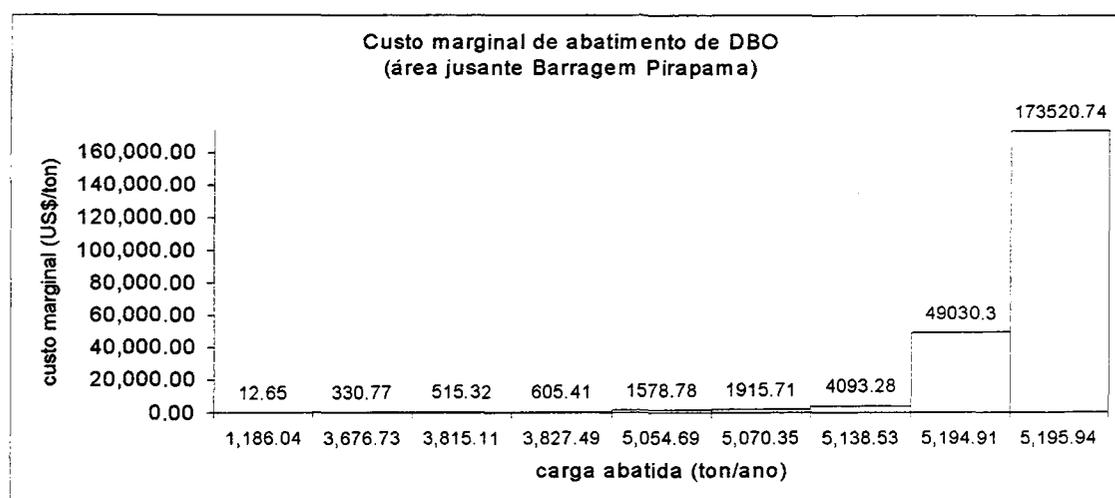


Figura 6.2. Custo marginal de abatimento da DBO na área a jusante da barragem Pirapama.

#### 6.4.3.1. Alternativa de menor custo global para a sociedade

A análise para o trecho a jusante, apresentada a seguir, se concentra em:

- i) situação com a entrada da barragem Pirapama;
- ii) meta qualitativa pré-estabelecida e
- iii) alternativa de maior eficiência de abatimento.

Para que seja atendido o objetivo de qualidade pretendido (classe 3 para o trecho do rio, DBO em 10mg/l) há a necessidade de se abater 5.135,22 ton/ano. A alternativa de custo mínimo, mostrada na Tabela 6.29 e na Figura 6.2, é aquela que exige a participação do setor agroindustrial (destilaria) com um abatimento de 3.815,11 ton/ano, do setor industrial (ramo de alimentação) com 12,39 ton/ano, do setor doméstico com 1295,37 ton/ano e do setor agroindustrial (usina) com 15,66 ton/ano. Nesse programa a carga total abatida seria de 5.138,53 ton/ano e os custos totais anuais de US\$ 3.164.205,91/ano. Um programa de abatimento mais audacioso do que esse, além de desnecessário (o rio tem capacidade de assimilar o restante da carga não tratada) seria extremamente oneroso. Tendo abatido 5.138,53 ton/ano, o tratamento adicional de 56,38 ton/ano (a cargo do setor agroindustrial/usina) e mais 1,03 ton/ano (pelo setor químico) apresentaria um altíssimo custo total anual. Assim como discutido para o trecho a montante da bacia, a adoção da solução mais eficiente exige uma negociação entre aqueles com menores custos totais de abatimento (situação de cooperação). Para o caso da área a jusante, essa negociação se daria entre os setores agroindustrial (usina) e o químico com o restante da bacia. As condições da cooperação seriam similares às aquelas discutidas na seção 6.4.2.4 e cujas informações se encontram na Tabela 6.27.

A pergunta que se apresenta é: que valores cobrar pelo lançamento de efluentes a fim de que a meta ambiental pré-definida seja alcançada ou seja, de forma que o programa de abatimento apresentado no parágrafo anterior seja cumprido? Como já discutido, os usuários serão induzidos ao abatimento se a cobrança representar uma quantia superior aos respectivos custos marginais. Assim sendo, tendo-se conhecimento sobre a curva de custo marginal para a área a jusante, podem ser propostos os seguintes valores para a cobrança (coluna 2, Tabela 6.31):

Tabela 6.31. Proposta de valores para a cobrança, carga que seria lançada e arrecadação derivada (área a jusante da barragem Pirapama).

setor usuário (1)	cobrança (US\$/ton) (2)	carga lançada <sup>1</sup> (ton/ano) (3)	arrecadação (US\$/ano) (4)
<b>agroindustrial</b>			
destilaria	1.000,00	138,37	138.370,00
usina	2.000,00	62,64	125.280,00
sub-total		201,01	263.650,00
<b>industrial</b>			
alimentos	1.500,00	37,87	56.805,00
químico	5.000,00	20,75	103.750,00
cerveja	2.500,00	47,31	118.275,00
sub-total		105,93	278.830,00
<b>doméstico</b>			
sub-total	4.200,00	68,18	286.356,00
<b>Total geral</b>			
		375,12	828.836,00

1: carga lançada após o programa de abatimento para atendimento da meta qualitativa pré-definida. Essas são as cargas que não são viáveis tecnicamente (e em alguns casos, economicamente) de abatimento segundo as simulações realizadas com o SAD-CIP.

Os valores de cobrança apresentados na Tabela 6.31 são diferenciados para cada usuário. A arrecadação total gerada por esse esquema de cobrança é US\$ 828.836,00/ano. Esse corresponde a 43% do custo anual que arcaria o setor doméstico para tratar as primeiras 1.227,20 ton/ano a um custo marginal de US\$ 1.578,78/ano. A arrecadação é um pouco superior ao custo anual do setor agroindustrial (destilaria) para abater 3.676,73 ton/ano (com custo marginal de US\$ 12,65/ton para as primeiras 1.186,04 ton/ano e de US\$ 330,77/ton para as seguintes 2.490,69 ton/ano). Sendo a população nessa área da bacia de 69.569 habitantes, a cobrança de US\$ 4.200,00/ton do setor doméstico geraria US\$ 4,12/hab.ano.

A opção analisada (Tabela 6.31) resulta em valores de cobrança diferenciados entre os usuários. Isto acontece porque a cobrança está baseada nos custos marginais dos usuários, os quais são diferenciados. Cobrar preços diferentes pode ocasionar problemas de ordem política, aceitabilidade e dificuldades de implementação do sistema que deverão ser avaliados pelo Comitê da Bacia. Se a opção for por um esquema com valores iguais para todos os usuários, uma proposta de cobrança, por exemplo, de US\$ 5.000,00/ton induziria ao alcance da meta pré-estabelecida. Nesse caso, a arrecadação obtida pelo vertimento de 375,12 ton/ano seria de US\$ 1.875.600,00/ano. Essa quantia é mais do que o dobro do custo anual conjunto dos setores agroindustrial (destilaria) e industrial (alimentação) para abatimento da carga de 3.827,49 ton/ano (74,50% da

carga-meta total de abatimento para o trecho a jusante). A cobrança per capita seria de US\$ 4,90/hab.ano.

Uma análise das simulações e resultados apresentados permite concluir que se o sistema de cobrança for concebido tendo como principal o objetivo financeiro, valores de cobrança inferiores aos respectivos custos marginais fariam com que os usuários pagassem a cobrança mas não abatessem as respectivas cargas. Por exemplo, uma cobrança de US\$ 2.000/ton faria com que o setor agroindustrial (destilaria) e industrial (alimentação) tratassem seus efluentes. O setor doméstico trataria seus efluentes enquanto tivesse custo marginal inferior a US\$ 2.000/ton e depois passaria a pagar a cobrança. Assim sendo, se o objetivo for a geração de uma certa arrecadação, o sistema de cobrança deve ser elaborado de forma que alguns usuários prefiram tratar uma parte de sua carga e pagar pelo descarte restante.

Se o objetivo for a indução do tratamento dos efluentes, o valor da cobrança deve ser suficientemente incitativo para todos os usuários (com valores superiores aos respectivos custos marginais) como apresentado na Tabela 6.31 e na proposta de uma cobrança igualitária para todos no valor de US\$ 5.000,00/ton. Não deve fazer parte de um programa de gestão para a área a jusante uma cobrança, por exemplo, de US\$ 8,00/ton. Esse valor não induziria os usuários a praticarem abatimento e geraria, apenas, uma arrecadação de US\$ 44.109,28/ano.

## **7. Outorga e cobrança: discussão e aprimoramento das alternativas simuladas**

Os resultados apresentados permitem uma série de reflexões que são apresentadas neste Capítulo, organizadas por instrumento de gestão aplicado.

### **7.1. Outorga dos direitos de uso da água**

#### **7.1.1. Os critérios para a vazão máxima outorgável**

Os três critérios para estabelecimento da vazão máxima outorgável apresentados no Capítulo 4 (seções 4.3.1.1, 4.3.1.2 e 4.3.1.3) podem ser classificados como “critérios estáticos”. Eles são valores fixos obtidos com base em séries históricas de vazões e mesmo que representem o regime hidrológico da região, limitam superiormente o uso da água.

Para o caso da bacia do rio Pirapama outros critérios de outorga (que poderiam ser chamados de “flexíveis” ou “dinâmicos”) poderiam ser propostos. Nesse tipo de critério o uso da água seria otimizado tentando-se evitar que em épocas do ano com maior disponibilidade hídrica não fossem impostas restrições desnecessárias aos usuários. Sendo assim, no lugar de se fixar uma vazão de referência, a vazão máxima outorgável variaria segundo a dinâmica hidrológica e meteorológica da bacia. De acordo com essa ótica, algumas possibilidades são:

- i) outorga com base no estado de armazenamento dos reservatórios da bacia;
- ii) outorga com base nas informações da previsão meteorológica para o leste do Nordeste;
- iii) outorga com base na vazão excedente, isto é, na quantidade de falhas pré-estabelecidas para a demanda (como discutido na seção 2.4.3.2 do Capítulo 2).

Como o usuário necessita ter uma certa segurança sobre a vazão que lhe será outorgada, pois precisa planejar sua atividade produtiva, uma das desvantagens do critério “dinâmico” é que a vazão outorgável pode variar muito dependendo das condições da bacia. Uma forma de resolver o problema é introduzir o conceito de “vazão total outorgável” que seria constituída por duas partes: uma fixa, chamada de “vazão mínima outorgável”, e uma variável, chamada de “vazão condicionada” cuja grandeza variaria de acordo com a situação de disponibilidade hídrica na bacia. Apesar de um sistema de outorga “flexível” oferecer algumas vantagens, ele é de difícil implementação o que poderia comprometer a aplicabilidade do instrumento e exigir grande fiscalização por parte do órgão gestor.

### 7.1.2. Outorga em grupo

Nas simulações referentes à outorga, a demanda industrial foi agrupada em um único valor que passou a caracterizar a demanda do Distrito Industrial do Cabo. A outorga foi concedida, portanto, para o grupo como um todo. Outros grupos de usuários podem ser identificados na bacia (como as agroindústrias localizadas a montante da futura barragem) e a proposição da outorga em grupo poderia ser estendida para esses usuários. Sendo assim:

- i) o poder público ofereceria as condições de contorno mas não definiria a alocação no nível micro (isto é, no nível de cada integrante do grupo), o que faria reduzir seus custos operacionais já que só teria que estabelecer a vazão máxima outorgável (se este for o critério de outorga adotado) e controlar a vazão retirada total na seção imediatamente a montante da localização do grupo;
- ii) os componentes do grupo, através de negociação, definiriam a repartição da dotação total;
- iii) o Comitê da Bacia interferiria como mediador apenas se os conflitos não fossem solucionados na escala local (isto é, no grupo). Dessa forma ficaria caracterizada a gestão participativa e descentralizada segundo o fluxo poder público → instância local → Comitê da Bacia. Em um estágio mais avançado do sistema, o fluxo poderia ser modificado para: poder público → Comitê da Bacia → instância local → Comitê da Bacia. Esse último

modelo requereria que o poder público delegasse poderes ao Comitê que deliberaria sobre as alocações de água.

### **7.1.3. Outorga qualitativa**

Conforme discutido nesta pesquisa, o Projeto de Lei Federal nº 1616 de 1999 propõe que a outorga qualitativa seja dada em termos da vazão necessária para diluir o efluente do usuário. Trata-se de agrupar o processo de outorga dos lançamentos na outorga da captação indicando que qualquer seja o uso que se faça do corpo d'água, ele necessita de outorga. Uma das dificuldades dessa abordagem é a necessidade de se calcular a vazão para diluir os efluentes o que exige o conhecimento sobre a capacidade assimilativa dos rios. Uma das vantagens é a simplificação do processo de outorga em termos de entendimento e fiscalização.

No tratamento da outorga qualitativa, portanto, tem-se a possibilidade de adoção de uma das duas abordagens: i) outorga pelo uso da água para captação e outorga dos lançamentos ou ii) outorga da captação, a qual inclui a diluição dos efluentes. As metas ambientais em uma bacia hidrográfica (parte das quais estabelecidas no enquadramento dos corpos d'água) podem então ser alcançadas com a aplicação do instrumento de licenciamento e das outorgas (além das cobranças discutidas nas seções seguintes).

No caso específico da bacia do rio Pirapama, como mostrado no Capítulo 3, a qualidade atual das suas águas encontra-se em desacordo com o estabelecido pelo enquadramento. Nesse sentido, as simulações da outorga da vazão de diluição (seção 4.4 do Capítulo 4) evidencia uma situação extrema: ausência de vazão para diluir os efluentes de certos usuários, destacando-se entre eles o setor agroindustrial. Situação que poderia ter sido evitada caso os mecanismos de gestão ambiental (como licenciamentos e enquadramento), já disponíveis legalmente em Pernambuco, estivessem sendo criteriosamente aplicados. Entretanto, as dificuldades de fiscalização e monitoramento por parte do órgão ambiental têm impedido o alcance das metas ambientais nas bacias hidrográficas do Estado de Pernambuco.

### **7.1.4. Enquadramento, licenças e outorgas**

Entre os usos sujeitos à outorga pelo poder público em Pernambuco incluem-se o lançamento em corpo d'água de esgotos e demais resíduos líquidos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final (Decreto nº 20.269/97, art. 9,

III). No que se refere ao lançamento de efluentes, além da nova outorga exigida pela legislação de recursos hídricos em Pernambuco, os usuários já estão submetidos ao instrumento de licenciamento ambiental onde são estabelecidos os padrões de lançamento para os efluentes, os quais devem conferir ao corpo d'água, o padrão de qualidade estabelecido pelo enquadramento. Sendo assim, a legislação de recursos hídricos ao dispor sobre a outorga pelo lançamento reforça o que já havia sido disciplinado através do licenciamento ambiental e do enquadramento. O mesmo acontece com a outorga para a implantação de empreendimentos que demandem a utilização de recursos hídricos e a execução de obras ou serviços que alterem o regime, quantidade ou qualidade dos mesmos (respectivamente incisos VI e VII, artigo 9 do Decreto nº 20.269/97). Esse aspecto também está considerado na legislação estadual que dispõe sobre o licenciamento ambiental (Lei nº 11.516/97).

A Tabela 7.1 expõe os mecanismos regulatórios de gestão estudados neste trabalho: enquadramento, licenciamento e outorga. Uma análise da Tabela permite concluir que os aspectos qualitativos, incluindo o lançamento de efluentes, já vinham sendo considerados no enquadramento e no licenciamento mas que a captação de água bruta (seja superficial ou subterrânea) ainda não havia sido considerada. A outorga da captação de água cria, portanto, a possibilidade de serem estabelecidos o que se poderia chamar de “padrões de retiradas de água” (à semelhança dos padrões de efluentes). As retiradas em uma bacia hidrográfica (ou trecho de um rio) devem ser de tal forma que não confirmam “padrões de quantidade” indesejáveis ao meio hídrico (à semelhança dos padrões de qualidade). A definição da meta de quantidade desejável deve ser acordada no âmbito do Comitê da Bacia em análise.

Tabela 7.1. Controle das atividades relacionadas a recursos hídricos no Brasil segundo dispositivos da legislação de recursos hídricos (Lei nº 9.433/97 e respectivas estaduais) e da legislação ambiental (Lei nº 6.938/81, Resoluções CONAMA e respectivas estaduais).

aspectos	mecanismos de gestão		
	enquadramento	licenciamento	outorga
captação de água <sup>1</sup>			X
lançamento de efluentes	X	X	X
empreendimentos		X	X
obras ou serviços		X	X

1: podendo incluir a vazão para diluição de efluentes se for adotada a abordagem proposta no Projeto de Lei Federal nº 1616 de 1999.

Quanto aos aspectos “empreendimentos” e “obras ou serviços”, apresentados na Tabela 7.1, observa-se que a legislação de recursos hídricos em vários estados brasileiros exige a outorga para a execução de obras ou serviços que possa alterar o regime, a quantidade e a qualidade desses recursos (esse dispositivo é encontrado, entre outros, no Decreto nº 41.258/96 do Estado de São Paulo; no Decreto nº 6.296/97 da Bahia; no Decreto nº 20.269/97 de Pernambuco). Como essas obras já necessitam do Licenciamento Ambiental, duas interpretações podem ser feitas: i) está havendo uma exigência desnecessária por parte da legislação de recursos hídricos de algo que já está disposto na legislação ambiental ou ii) a legislação de recursos hídricos, ao exigir a outorga dessas obras e serviços, está reforçando o Licenciamento Ambiental. Independente da resposta, uma grande interação entre o órgão ambiental e o órgão gestor de recursos hídricos se faz necessária para fazer funcionar bem os dois instrumentos de gestão (licenças e outorgas).

## **7.2. Cobrança pela retirada de água bruta**

### **7.2.1. Resultados das simulações**

Os resultados numéricos das simulações mostram que o maior valor para a cobrança pela retirada de água na bacia do Pirapama (excluindo-se a diluição de efluentes) é produzido pelo cálculo via custo de oportunidade: R\$ 450/1000 m<sup>3</sup> para o usuário doméstico da RMR. Para essa situação, haveria a imposição de uma cobrança per capita de R\$ 33,00/hab.ano, acrescentando a tarifa média da Compesa em 70% e a conta mensal do usuário que consome 30m<sup>3</sup>/mês em torno de 50%. Esses números são superiores ao encontrado na simulação da cobrança do custo marginal (R\$ 14,33/1000 m<sup>3</sup> e R\$ 1,05/hab.ano).

Quanto ao setor produtivo, o cálculo da cobrança via custo de oportunidade fornece o valor de R\$ 150,00/1000 m<sup>3</sup>. Para as demais estruturas concebidas, o maior valor é derivado nas simulações com coeficientes de ponderação (em torno de R\$ 40,00/1000m<sup>3</sup> para o setor agroindustrial). Ausência de informações dificultaram analisar os impactos da cobrança no setor produtivo. Algumas inferências, entretanto, indicam que os setores de bebidas, álcool e de alimentos seriam mais sensíveis à cobrança do que o setor químico.

Assim como a outorga, a cobrança pela retirada de água bruta pode incluir a parcela do volume de água destinado para a diluição de efluentes. A simulação dessa situação para a bacia do rio Pirapama está apresentada no item 5.4 do Capítulo 5. Os resultados mostram que o setor agroindustrial, o que necessita de mais vazão de diluição, é o que tem a maior participação na arrecadação total.

As seções seguintes apresentam reflexões visando o aprimoramento dos sistemas de cobrança simulados. Estas reflexões estão relacionadas com o nível de complexidade das estruturas de cobrança e com a inclusão da parcela “cobrança pelo direito de usar a água”.

### 7.2.2. Nível de complexidade das estruturas de cobrança

Nesta pesquisa, algumas metodologias para o cálculo do valor a ser cobrado dos usuários da água da bacia do Pirapama foram sugeridas. O conceito de valor econômico da água está presente quando se cobra o custo de oportunidade e, de alguma forma, os custos marginais. De forma contrária, no rateio do investimento a cobrança é vista como mecanismo puramente financeiro. Apesar da ótica econômica não está sendo levada diretamente em consideração neste último caso, podem haver contribuições à eficiência econômica e ambiental. Quanto às simulações da cobrança do valor de referência ponderado, elas foram realizadas fundamentadas na expressão abaixo, isto é:

$$\text{Cobrança} = \text{coefs. de ponderação} \times \text{valor referência para cobrança} \\ \times \text{volume retirado de água}$$

Por considerar os coeficientes de ponderação, tem-se uma estrutura de cobrança que é mais aprimorada do que a expressão a seguir que foi simulada para a cobrança do custo de oportunidade e do custo marginal, isto é:

$$\text{Cobrança} = \text{valor referência para cobrança} \times \text{volume retirado de água}$$

Em ambas as expressões, o usuário será cobrado pelo volume de água bruta que usa (consuntivamente ou não). As estruturas estimulam o não desperdício por cobrar do usuário cada metro cúbico de água que o mesmo capta. O volume a ser usado deve ser função do volume outorgado, devendo ser inferior ou igual a este. O volume outorgado

decorre de demanda explícita do usuário, e é dimensionado em função das demais demandas hídricas existentes.

Além das estruturas discutidas anteriormente, outras poderiam ser concebidas. O nível de complexidade depende das variáveis adotadas. Por exemplo, pode-se considerar na estrutura “a cobrança do volume excedente/economizado ao outorgado” e uma “função de subsídio explícita”, conforme mostrado a seguir:

$$\begin{aligned} \text{Cobrança} &= \text{coefs. de ponderação} \times \text{valor referência para cobrança} \\ &\times \text{volume retirado de água} \\ &\pm \text{cobrança do valor excedente/economizado} \\ &\pm \text{função de subsídio} \end{aligned}$$

Essa alternativa oneraria quem retira da bacia um volume de água superior ao que lhe é permitido pelo sistema de outorga. O volume excedente é cobrado através de um valor de referência  $\$_{refl}$  superior a  $\$_{ref}$ . Da mesma forma, a alternativa beneficiaria quem deriva volume inferior ao outorgado. Além do pagamento pelo volume excedente e da sub-cobrança relativa ao volume economizado, o usuário poderia, também, ser multado ou premiado através de mecanismo específico do sistema de outorga. As expressões abaixo explicitam esta consideração:

$$\begin{aligned} S_i &= (A.B.C.D.E) \cdot \$_{ref} \cdot Q_i + q_i \cdot \$_{refl} \quad (\text{se } Q_i > Q_{out,i}) \\ &+ \text{função de subsídio} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_i &= (A.B.C.D.E) \cdot \$_{ref} \cdot Q_i - q_i \cdot \$_{refl} \quad (\text{se } Q_i < Q_{out,i}) \\ &+ \text{função de subsídio} \end{aligned}$$

onde  $Q_{out,i}$  é o volume outorgado para o usuário  $i$ , em  $m^3$ , no período simulado;  $q_i$  é a diferença entre o volume outorgado ( $Q_{out,i}$ ) e o volume efetivamente retirado ( $Q_i$ ), pelo tipo de usuário  $i$ , em  $m^3$ ;  $\$_{refl}$  é o valor de referência para a cobrança do volume excedente ou economizado, em  $(\$/m^3)$ ; A, B, C, D e E representam coeficientes de ponderação.

A inclusão de esquemas de subsídios no sistema de cobrança visa proteger os segmentos com menor capacidade de pagamento. Estes subsídios podem ser cruzados

(de uma categoria de usuários para outra ou de um tipo de cobrança para outro) ou diretos (com a participação do Estado). Nas simulações realizadas nesta pesquisa, os subsídios foram implicitamente considerados quando da adoção dos coeficientes de ponderação (por exemplo, no coeficiente “tipo de usuário” se destinou valores mais altos para certos usuários que estariam, portanto, subsidiando os demais). Eles também foram considerados na etapa do rateio do valor arrecadado dentro de cada grupo usuário. Por exemplo, o valor arrecadado do setor “abastecimento RMR” foi rateado segundo critério de igualdade (o que implica em ausência de subsídio) mas poderia se admitir critérios diferenciados em função, por exemplo, da renda do usuário. Outra forma de considerar os subsídios é integrá-los à própria estrutura de cobrança através de uma função matemática. Em todos os casos, critérios que viabilizem a equidade social devem ser admitidos.

No aprimoramento do sistema de cobrança, outros coeficientes de ponderação além dos admitidos neste trabalho poderiam ser incluídos. Um exemplo seria um coeficiente associado a probabilidade de ocorrência da vazão máxima outorgável e a garantia da vazão regularizada das obras de disponibilização. Um aspecto a ser analisado na concepção de qualquer tipo de estrutura de cobrança são as inter-relações entre os coeficientes de ponderação e as demais variáveis da estrutura de cobrança. A adoção de um ou outro coeficiente depende dos objetivos que se deseja atingir. Atenção deve ser tomada para que não haja uma penalização excessiva para certos usuários gerando um grande estado de inequidade na bacia. Alguns coeficientes, dependendo da situação, poderiam, inclusive, ser desprezados. Se o sistema de outorga, por exemplo, já é considerado capaz de induzir o disciplinamento do uso da água não permitindo grandes derivações nos trechos mais críticos quanto à disponibilidade hídrica, o coeficiente “localização da captação” (B) poderia ser anulado pois já teria sido, implicitamente, considerado na concepção da outorga. A forma como se calcula o valor de referência da cobrança também interfere na inclusão ou não de certos coeficientes. Por exemplo: se  $S_{ref}$  já é calculado de forma diferenciada para o caso do manancial ser superficial ou subterrâneo, o coeficiente “manancial” (E) poderia ser dispensado.

No aprimoramento do sistema de cobrança pode-se, também, considerar as informações que permitam identificar o comportamento do usuário frente às alterações no preço da água. Nas simulações realizadas nesta pesquisa este aspecto não foi verificado em função da ausência de informações. Nesse sentido, as informações sobre a disposição a pagar por água e sobre o parâmetro elasticidade-preço da demanda

(discutidos na seção 2.9 do Capítulo 2) muito podem auxiliar. Na bacia do Pirapama já foi realizado um simples estudo de disposição a pagar por água (CPRH/DFID, 1998a) que se ampliado poderá produzir informações interessantes para o sistema de cobrança.

### 7.2.3. Inclusão da estrutura “cobrança pelo direito de usar a água”

As estruturas de cobrança discutidas anteriormente podem ser denominadas de “estruturas de cobrança pelo volume de água usado”. Nelas foram consideradas (com exceção da cobrança do custo de oportunidade) o custo anual total de expansão da oferta e de gerenciamento dos recursos hídricos da bacia o qual inclui, portanto, os custos das atividades do órgão gestor na bacia. O sistema de cobrança pôde, então, ser expresso como:

$$\textit{sistema de cobrança} = \textit{estrutura de cobrança pelo volume de água usado}$$

Outra concepção para o sistema de cobrança é a inclusão de uma outra estrutura (ou componente) caracterizada como “cobrança pelo direito de usar a água”, isto é:

$$\textit{sistema de cobrança} = \textit{estrutura de cobrança pelo direito de usar a água} + \textit{estrutura de cobrança pelo volume de água usado}$$

Quando se admite apenas a estrutura “cobrança pelo volume de água usado”, somente aqueles usuários que se utilizam da água na bacia pagam por ela. Aqueles que deixam de usá-la por um determinado período, ficam isentos da cobrança no respectivo período. Entretanto, existem atividades na bacia que ocorrem independentemente do usuário captar ou não a água. Nesse sentido, a estrutura “cobrança pelo direito de usar” pode ser entendida como associada ao ato administrativo da outorga sendo uma espécie de “jóia” para admissão no sistema, como aquela que é cobrada em clubes sociais. Ela tem a finalidade de cobrir os custos administrativos associados ao funcionamento do sistema de outorga (e do sistema de gestão como um todo) ou os investimentos já realizados no sistema de oferta de água. Independentemente do usuário usar ou não a água, ele estaria pagando pelo direito adquirido de poder usá-la contribuindo para as atividades de gestão na bacia (excetuando-se aquele usuário isento de outorga). Nesse tipo de cobrança, pode-se admitir que todos os usuários paguem o mesmo valor ou um

valor diferenciado com base em critérios como o volume de água que é outorgado anualmente para cada um. Quando a cobrança é idêntica a todos os outorgados supõe-se que, independentemente do volume de outorga, os custos administrativos serão os mesmos. Justifica-se a cobrança destes custos proporcionalmente ao valor outorgado quando existem custos de investimento e manutenção atrelados à capacidade de suprimento do sistema de oferta de água.

Uma interpretação para um sistema de cobrança que admita as duas estruturas é que ficam contemplados a cobrança pelo direito de uso, podendo ser considerada como o custo fixo do sistema de cobrança, e pela retirada (o custo variável). A primeira estrutura, por si só, não estimula a eficiência econômica pois cobra com base no volume outorgado. A necessidade de financiamento do sistema de outorga, no entanto, justifica a sua existência. A segunda estrutura pode ser capaz de estimular a eficiência econômica e a ambiental, promover a equidade social e gerar recursos financeiros. O grau de alcance de um ou outro objetivo será função da forma como seja calculado o valor de referência da cobrança, dos coeficientes de ponderação adotados, da inclusão ou não de mecanismos de proteção aos segmentos sociais mais vulneráveis financeiramente, da vinculação da cobrança ao montante a ser arrecadado para financiamento dos programas do sistema de gerenciamento de recursos hídricos da bacia.

Considerando a opção por um sistema de cobrança que agregue ambas as componentes, é preciso separar, nos custos totais anuais, aqueles referentes aos custos de gerenciamento e aqueles associados aos custos de expansão da oferta. Fazendo uma análise para a bacia do Pirapama e considerando o custo total anual de R\$ 4.588.298,55/ano; 6% (R\$ 271.935,15/ano) seriam provenientes da componente “cobrança pelo direito de usar” e 94% (R\$ 4.316.363,55/ano) seriam gerados pela componente “cobrança pelo volume retirado”.

### **7.3. Cobrança pelo lançamento de efluentes**

#### **7.3.1. Resultados das simulações**

Dentre as simulações realizadas para a cobrança pelo lançamento de efluentes estão aquelas baseadas nas metodologias do custo marginal, rateio do investimento e ponderação do valor de referência. É nesta última (quando simulada com o coeficiente

padrão de qualidade) que se gera a maior arrecadação total e os maiores valores a serem pagos (R\$ 5.500,00/ton de DBO lançada pelo setor agroindustrial). Nas demais simulações geram-se valores que variam de R\$ 6,00/ton a R\$ 560,00/ton (análise conjunta de todos os usuários). O uso do custo marginal, considerando em conjunto a cobrança pela retirada e pelo lançamento, geraria uma cobrança total per capita em torno de R\$ 6,50/hab.ano, dentro da capacidade de pagamento do usuário.

Além das três metodologias comentadas no parágrafo anterior, um estudo específico com base nas curvas de custo marginal de abatimento da Demanda Bioquímica de Oxigênio (montante e jusante da futura barragem) foi desenvolvido através da aplicação do SAD-CIP. O estudo com base nessas curvas permitiu propor valores de cobrança que induziriam os agentes a internalizar os custos de controle de forma que o padrão de qualidade no corpo receptor fosse alcançado. A análise foi realizada, portanto, com base na abordagem custo-efetividade e não na análise custo-benefício que exige o conhecimento da curva de benefícios marginais para os usuários da bacia.

Na aplicação do SAD-CIP para a situação de mínimo custo global, a máxima cobrança per capita é de: i) US\$ 16,00/hab.ano ou seja R\$ 27,20/hab.ano (área a montante do futuro reservatório Pirapama), exigindo inclusão de subsídios para proteção dos usuários da zona rural da bacia e ii) US\$ 5,00/hab.ano, isto é, R\$ 8,50/hab.ano (área a jusante), dentro da capacidade de pagamento do usuário. A economia global obtida na simulação de mínimo custo é de R\$ 1.500 mil/ano (área a montante), mostrando que é vantajosa a cooperação entre os usuários na busca da solução mais eficiente. Ausência de informações limitam as avaliações sobre o impacto da cobrança no setor produtivo.

Ao se conceber um sistema de cobrança por lançamento de efluentes pode-se cobrar do usuário: i) indistintamente, por toda a carga que o mesmo lança ao corpo hídrico (ou a outro meio como, por exemplo, ao solo); ii) apenas pela quantidade que degrada o rio e desobedece os padrões estabelecidos na legislação (ou as metas de qualidade requeridas) ou iii) diferentemente pela parcela que não provoca desobediência aos padrões de qualidade legais (ou desejáveis) e por aquela que, uma vez lançada, causa poluição ao corpo hídrico. Nesta pesquisa, os esquemas de cobrança concebidos e simulados incidiram sobre toda a carga lançada ao rio segundo opção (i) anterior. Outras alternativas poderiam ser propostas conforme discussão que se segue.

### 7.3.2. Cobrança pelo direito de lançamentos

A interpretação para esse tipo de cobrança é que o usuário tem “direito de lançar” sua carga (e será cobrado por essa ação) enquanto o rio tiver capacidade para assimilá-la. Ele não teria o direito de lançar quantidade de carga que ultrapassasse os limites legais e se assim o fizesse seria punido penalmente. Essa cobrança seria paga por:

- i) todas as fontes da bacia (excetuando as dispensadas de outorga) mesmo que não estivessem lançando efluentes e
- ii) todos os lançamentos dessas fontes que estivessem dentro dos limites estipulados pelo licenciamento ambiental e o enquadramento dos corpos d’água da bacia.

A justificativa para a sua adoção está no fato de que existem custos associados ao gerenciamento ambiental e dos recursos hídricos na bacia independente do usuário usar a água de forma que não comprometa a sua qualidade. Uma atividade que impõe custos nesse sentido é a manutenção/ampliação da rede de monitoramento da qualidade de água na bacia. Essa cobrança, portanto, está relacionada com a “manutenção da qualidade ambiental” da bacia e pode ser denominada de “cobrança manutenção”. Alguns dos critérios usados nas estruturas de cobrança discutidas no Capítulo 6 poderiam ser usados, também, em uma estrutura de “cobrança manutenção” como, por exemplo, o tipo de usuário. Essa cobrança poderia ser anual ou sazonal. Sendo assim:

*sistema de cobrança pelo direito de lançamentos = estrutura de cobrança do tipo manutenção da qualidade ambiental*

### 7.3.3. Cobrança pelo lançamento de efluentes

Ao contrário da alternativa anterior, permite-se a cobrança dos lançamentos que provoquem o desatendimento aos padrões legais. Pode ser denominada de “cobrança para a correção da qualidade ambiental”. Há um objetivo de qualidade de água a ser atendido (por exemplo, o atendimento ao enquadramento dos corpos d’água ou outro critério) e cobra-se para viabilizar esse objetivo através de um programa de melhoria da

qualidade ambiental da bacia. A cobrança tem o intuito de induzir o alcance do objetivo de qualidade:

*sistema de cobrança pelo lançamento de efluentes = estrutura de cobrança do tipo correção da qualidade ambiental*

Essa cobrança pode ser mais ou menos complexa em função das variáveis que sejam consideradas na respectiva estrutura. Alguns coeficientes de ponderação do valor de referência foram apresentados e discutidos no Capítulo 6 para o caso de esquemas de cobrança de toda a carga lançada. Esses mesmos coeficientes poderiam constituir uma estrutura de cobrança do tipo “corretiva”. Por exemplo, no licenciamento ambiental são definidos os padrões dos efluentes, os quais poderiam integrar uma estrutura de cobrança através de um coeficiente representativo. As fontes que lançassem seus efluentes em conformidade com o licenciamento seriam “premiadas” com um ponderador que ao ser aplicado à estrutura de cobrança reduziria o valor de referência dessa cobrança. Uma estrutura mais complexa teria a formulação seguinte:

*cobrança pelo lançamento de efluentes = {[carga lançada (i,j,k) . coef de atenuação] . (estação do ano) . (classe de enquadramento do rio) . (tipo de usuário i) . (tipo de corpo receptor) . (tipo de parâmetro poluente k) . (coef padrão de qualidade) . (coef carga potencial) . (valor de referência para a cobrança \$ref)}*

Para o caso do sistema de cobrança ser definido com base na curva de custo marginal de abatimento, as alternativas apresentadas na seção 6.4 do Capítulo 6 poderiam ser consideradas.

#### **7.3.4. Cobrança mista**

A cobrança “mista” engloba o pagamento pelos lançamentos que respeitam a legislação quanto pela quantidade em desobediência. Como já comentado, os esquemas de cobrança simulados nesta pesquisa incidiram indistintamente sobre toda a carga lançada. Foi adotado, portanto, o mesmo valor unitário para a cobrança das cargas que não provocavam o desatendimento ao padrão de qualidade exigido quanto para aquelas

que causavam a degradação qualitativa. Uma outra alternativa seria a consideração de valores unitários diferenciados para cada uma das parcelas de carga:

*sistema de cobrança mista = sistema de cobrança manutenção da qualidade ambiental + sistema de cobrança correção da qualidade ambiental*

Considerando que o custo total anual referente aos programas de investimentos e gerenciamento para melhoria da qualidade ambiental na bacia do Pirapama é de R\$ 8.011.394,78/ano, a parcela referente à cobrança manutenção é calculada em R\$ 1.160.202,62/ano (14,50%) e à cobrança corretiva é de R\$ 6.851.192,16/ano (85,50%). Se for adotado os valores encontrados nas simulações com o SAD-CIP, haveria algumas variações para a cobrança corretiva em função dos tratamentos considerados e definição das quantidades de carga a serem abatidas por cada fonte.

Atingida a meta ambiental, a cobrança “corretiva” deixaria de existir e o sistema de cobrança passaria a ser composto apenas pela componente “cobrança manutenção”. A partir daí poder-se-ia ter a atuação, apenas, da abordagem da cobrança pelo direito de lançamentos. Isto é: na situação atual em que a grande maioria das bacias hidrográficas brasileiras já está impactada, os esforços devem ser na direção do estabelecimento e alcance de metas ambientais através de esquemas de cobrança de toda a carga lançada. Após o alcance dos objetivos ambientais, exige-se uma nova postura dos usuários a fim de que não lancem quantidade de carga que cause desrespeito aos limites legais.

## 8. Conclusões e recomendações

O estudo realizado gerou uma grande quantidade de informações, que esta tese buscou sistematizar, analisar e discutir. Este Capítulo apresenta as conclusões e recomendações derivadas das reflexões realizadas. A autora admite que haveria necessidade de um maior distanciamento crítico para que todos os aspectos envolvidos na aplicação destes instrumentos pudessem ser exaustivamente analisados. Isto deverá ser realizado a médio prazo, quando ocorrer este distanciamento. No atual contexto, apresentam-se as seguintes conclusões e recomendações, organizadas por instrumento de gestão.

### 8.1. Conclusões

#### 8.1.1. Sobre a outorga dos direitos de uso da água

O instrumento de outorga na bacia do Pirapama foi simulado através de duas abordagens:

- i) outorga quantitativa referente à vazão de captação, pressupondo-se que a outorga qualitativa seria dada em termos de carga a ser lançada (conforme disposto na Lei Federal nº 9.433/97 e no Decreto Estadual nº 20.269/97) e
- ii) outorga quantitativa composta da parcela referente à captação e à vazão de diluição (conforme proposto no Projeto de Lei Federal nº 1616 de 1999).

A vantagem da segunda alternativa é agrupar em uma única outorga ambos os aspectos o que poderia simplificar o processo em termos de entendimento e fiscalização. Quaisquer das alternativas, entretanto, se aplicadas criteriosamente poderiam auxiliar no disciplinamento do uso da água na bacia.

Dos critérios simulados para as vazões outorgáveis, o da vazão referencial  $Q_{90}$  mensal permitiu uma melhor caracterização do regime hidrológico da bacia sendo preferível ao da  $Q_{90}$  anual, que limita o uso da água superiormente em um único valor

para todo o ano. Entretanto, mesmo que outros critérios sejam propostos para definir os valores outorgáveis, o sistema de outorga da bacia do Pirapama estará submetido ao atendimento do abastecimento da RMR (o seu maior e mais prioritário usuário), o que lhe impõe pouca flexibilidade.

A simulação da outorga da vazão de diluição ressaltou que o setor agroindustrial está lançando altas cargas e que não há vazão disponível para diluí-las de forma que seja obedecido o enquadramento. A estratégia de flexibilização qualitativa (“etapalização”), viável para os lançamentos domésticos e industriais da bacia, oferece os mesmos resultados de ausência de vazão para diluição dos efluentes agroindustriais. Conclui-se, portanto, pela urgência de racionamento dos lançamentos desse setor.

Quanto à Resolução CONAMA que trata do enquadramento, há necessidade de revisá-la para que se definam, entre outros, grandezas de vazões hidrológicas que possibilitem o cálculo da carga poluidora permissível segundo cada classe de uso preponderante.

Para efetivar o processo outorga-licenciamento é necessário a integração do órgão gestor com os órgãos ambientais municipais, e não apenas com o estadual, pois o processo de licenciamento das atividades e empreendimentos de impacto ambiental local encontra-se municipalizado pela Resolução CONAMA nº 237/97.

### **8.1.2. Sobre a cobrança pelo uso da água**

Analisando-se a experiência internacional conclui-se que, apesar do princípio usuário-pagador (incluindo o poluidor-pagador) ser mencionado explicitamente nas políticas ambientais e de recursos hídricos, o instrumento de cobrança tem sido aplicado muito mais como um mecanismo financeiro. O Brasil está, neste momento, seguindo este caminho. Dificilmente valores obtidos através de metodologias que privilegiam integralmente a ótica econômica poderão ser aplicados na maioria das bacias brasileiras. Os motivos são: ausência de informações, o que inviabiliza o próprio cálculo desses valores ou produzem quantias caracterizadas por alto grau de incerteza e se valores extremamente altos forem gerados, a cobrança estará politicamente inviabilizada por desrespeitar a capacidade de pagamento de alguns setores usuários.

Apesar de causar um certo distanciamento das condições de eficiência econômica quando se adota a ótica arrecadatória, pode-se viabilizar os investimentos para melhoria das condições quali-quantitativas das bacias. A inclusão dos aspectos

econômicos pode se dar gradualmente, à medida que seja aperfeiçoado o sistema de cobrança da bacia.

Quanto às metodologias aplicadas para conceber estruturas de cobrança que, posteriormente, foram simuladas à bacia do Pirapama conclui-se que:

- i) a aplicação do conceito de custo de oportunidade apresentou uma série de limitações em função da ausência de informações e produziu os maiores valores numéricos para a cobrança;
- ii) a cobrança com base no rateio do investimento viabiliza os fundos para realizar os programas previstos para a bacia e é a alternativa de mais simples concepção;
- iii) o uso do custo marginal exige o conhecimento detalhado do planejamento a longo prazo na bacia, informação nem sempre disponível;
- iv) as estruturas concebidas com coeficientes de ponderação do valor de referência da cobrança geram valores muito variáveis e em algumas simulações não seria possível arrecadar os fundos necessários para realizar os programas de investimentos;
- v) a curva de custo marginal de abatimento da Demanda Bioquímica de Oxigênio possibilita definir interessantes programas de abatimento e valores de cobrança incitativos;
- vi) quaisquer das opções entre um sistema de cobrança unificado (retirada de água incluindo a vazão de diluição) ou sistemas separados (cobrança pela retirada e cobrança pelo lançamento) são capazes de proporcionar o alcance às metas planejadas.

Os resultados numéricos das simulações mostra que nenhum valor de cobrança pela retirada de água encontrado impactaria o usuário da RMR em grau maior do que a situação atual imposta pelo racionamento: compra de água a um valor médio de R\$ 5.520/1000 m<sup>3</sup>. A grande maioria dos valores derivados das simulações está dentro da capacidade de pagamento dos usuários e, uma vez cobrados, permitiriam gerar um fundo para melhoria das condições quali-quantitativas da bacia. No entanto, o mau uso que se faz da água na bacia do Pirapama/RMR exige que a cobrança não seja, apenas, um mecanismo de financiamento da infra-estrutura para expansão da oferta de água. Os recursos derivados devem ser direcionados, também, para apoiar programas que visem o

melhor gerenciamento da demanda de água na região. Os resultados de cobrança produzidos neste trabalho podem subsidiar as discussões sobre a cobrança na bacia; no entanto, os valores finais a serem cobrados devem ser encontrados e estar legitimados em um processo de negociação social no âmbito do Comitê da Bacia.

## **8.2. Recomendações**

### **8.2.1. Para a bacia do rio Pirapama**

Os aprimoramentos dos sistemas de outorga e de cobrança para a bacia do Pirapama devem ocorrer de forma gradual e em estágios intermediários do processo de gestão. Para que se alcance esta situação é necessário o fortalecimento institucional dos órgãos gestores de recursos hídricos e do ambiente de Pernambuco; a promoção da gestão descentralizada e participativa com a formação dos comitês das bacias hidrográficas constituintes da RMR; a disseminação junto aos usuários, sociedade e poder público da necessidade de implementação de medidas de gerenciamento dos recursos hídricos da bacia, incluindo o gerenciamento da operação do reservatório Pirapama e das demandas supridas pela bacia. As recomendações específicas para o sistema de outorga e o de cobrança são apresentadas a seguir.

#### *Outorga dos direitos de uso da água*

O sistema de outorga a ser implementado na bacia deve ser, inicialmente, de simples concepção (pode-se usar, por exemplo, um dos critérios de vazão referencial simulados neste trabalho). Para que esse sistema permita, gradualmente, a inclusão de aprimoramentos, recomenda-se:

- i) dotar a bacia de uma rede de monitoramento hidrológico e ampliar a atual rede de monitoramento da qualidade da água;
- ii) conhecer com precisão os usuários da bacia, suas demandas qualitativas e as vazões restituídas aos rios; promover estudos sobre a capacidade assimilativa dos rios da bacia, sobre a vazão necessária para a manutenção da vida aquática, sobre a dinâmica ambiental no estuário da bacia;

- iii) simular o planejamento da operação do reservatório Pirapama, considerando alterações na vazão destinada para retiradas a montante e no valor assumido como vazão ecológica regularizada para jusante; realizar uma análise dos custos e benefícios para a bacia e para o abastecimento da RMR para cada alteração dos respectivos valores.

### *Cobrança pelo uso da água*

A oportunidade da introdução da cobrança no Pirapama deve ser uma decisão negociada no Comitê da Bacia. No curto prazo, um sistema de fácil entendimento (por exemplo, com base nos investimentos para a bacia) é o mais recomendado. A transparência quanto ao destino dos recursos arrecadados é fundamental para garantir a aceitabilidade do sistema. Para o seu aprimoramento, no médio e longo prazos, recomenda-se a aquisição de informações sobre:

- i) disposição a pagar por água dos usuários; elasticidade-preço da demanda por água; impactos da cobrança no setor produtivo; custos marginais de abatimento dos efluentes da bacia e de medidas de redução de consumo de água;
- ii) percentual de participação na demanda total de cada grupo usuário constituinte do “abastecimento público da RMR”;
- iii) cobrança das águas subterrâneas e das fontes difusas de poluição e cobrança por outros parâmetros de poluição além da DBO.

### **8.2.2. Para a regulamentação das políticas de recursos hídricos**

As sugestões para a regulamentação das políticas de recursos hídricos no Brasil são apresentadas a seguir. Elas são reflexões baseadas nas simulações da aplicação dos instrumentos de outorga e cobrança à bacia do Pirapama e nas análises das legislações de recursos hídricos e ambiental da União e do Estado de Pernambuco.

### *Outorga dos direitos de uso da água*

## 9. Referências Bibliográficas

- ADELOYE, A. J., LOW, J. M. 1996. Surface-water abstraction controls in Scotland. *J. CIWEM*, v. 10, April, p. 123-129.
- ALMEIDA, A. B. de 1999. Reflexões sobre o planeamento da água e a situação actual portuguesa. *RBRH Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 4, n. 4, p. 5-16.
- ALMEIDA, L. T. de. 1998. *Política ambiental: uma análise econômica*. São Paulo: Editora Unesp/Papirus.
- ANDERSEN, M. S. 1994. *Governance by green taxes: making pollution prevention pay*. Manchester & New York: Manchester University Press.
- ANDRADE, G. O. de, LINS, R. C. 1984. *Pirapama: um estudo geográfico e histórico*. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Editora Massangana.
- ARAÚJO, J. C. de 1997. Modelo de tarifação de água utilizando subsídios cruzados. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 12., 1997, Vitória. *Anais ... Vitória: ABRH*. v. 1, p. 17-23.
- ARAÚJO, J. C. de, SOUZA, M. P. 1999. Avaliação do sistema tarifário de água bruta no Ceará. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 13., 1999, Belo Horizonte. *Anais ... Belo Horizonte: ABRH*. Em CD-ROM.
- BARDE, J. P. 1997. Environmental taxation: experience in OECD countries. In: T. O'RIORDAN (Ed.) *Ecotaxation*. London: Earthscan Publications. p. 223-245.
- BARRAQUÉ, B. 1995. *As políticas da água na Europa*. Lisboa: Instituto Piaget. (Perspectivas Ecológicas 15).
- BARTH, F. T. 1999. *Quadro sinótico das leis estaduais de gerenciamento de recursos hídricos*. Comunicação pública via INTERNET na lista de discussão da Comissão de Gestão Eletrônica da ABRH.
- BATEMAN, I. J. 1995. Environmental and economic appraisal. In: T. O'RIORDAN (Ed.) *Environmental Science for Environmental Management*. Singapore: Longman. p. 45-65.
- BATEMAN, I. J., LANGFORD, I. H., GRAHAM, A. 1995. *A survey of non-users willingness to pay to prevent saline flooding in the Norfolk broads*. Norwich: University of East Anglia/University College London. (CSERGE Working Paper GEC 95-11).
- BATEMAN, I. J., TURNER, R. K. 1993. Valuation of the environment, methods and techniques: the contingent valuation method. In: R. K. TURNER (Ed.) *Sustainable Environmental Economics and Management: Principles and Practice*. London: Belhaven Press.
- BAUER, C. J. 1997. Bringing water markets down to earth: the political economy of water rights in Chile, 1976-95. *World Development*, v. 25, n. 5, p. 639-656.

- BAUMOL, W. J. 1991. Toward enhancement of the contribution of theory to environmental policy. *Environmental and Resource Economics*, v. 1, p. 333-352.
- BAUMOL, W. J., OATES, W. E. 1971. The use of standards and prices for protection of the environment. *Swedish Journal of Economics*, p. 42-54.
- BAUMOL, W. J., OATES, W. E. 1988. *The theory of environmental policy*. Cambridge: Cambridge University Press.
- BECKER, N., ZEITOUNI, N. 1998. A market solution for the Israeli-Palestinian water dispute. *Water International*, v. 23, n. 4, p. 238-243.
- BIRD, J. W. 1991. Equitable apportionment between Nevada and California. *Journal of Water Resources Planning and Management*, v. 117, n. 2, p. 253-259.
- BJORNLUND, H., MCKAY, J. 1995. Can water trading achieve environmental goals? *Water*, November/December, p. 31-34.
- BJORNLUND, H., MCKAY, J. 1998. Factors affecting water prices in a rural water market: a south Australian experience. *Water Resources Research*, v. 34, n. 6, p. 1563-1570.
- BHATIA, R., CESTTI, R., WINPENNY, J. 1995. *Water conservation and reallocation: best practice cases in improving economic efficiency and environmental quality*. Washington: The World Bank.
- BOLUND, P., HUNHAMMAR, S. 1999. Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics*, v. 29, n. 2, p. 293-301.
- BONGAERTS, J.C., KRAEMER, A. 1989. Permits and effluent charges in the water pollution control policies of France, West Germany, and The Netherlands. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 12, p. 127-147.
- BRISCOE, J. 1997. Managing water as an economic good. In: M. KAY, T. FRANKS, L. SMITH (Ed.) *Water: economics, management and demand*. London: E&FN SPON. p. 339-361.
- BRISCOE, J., CASTRO, P. F., GRIFFIN, C., NORTH, J. e OLSEN, O. 1990. Toward equitable and sustainable rural water supplies: a contingent valuation study in Brazil. *The World Bank Economic Review*, v. 4, n. 2, p. 115-134.
- BROWN, F. L. 1997. Water markets and traditional water values: merging commodity and community perspectives. *Water International*, v. 22, n. 1, p. 2-5.
- BULLER, H. 1996. Towards sustainable water management: catchment planning in France and Britain. *Land Use Policy*, v. 13, n. 4, p. 289-302.
- CABRAL, J. J. S. P., SANTOS, S. M., MONTENEGRO, S. M. G. L., DEMETRIO, J. G. A., CIRILO, J. A., MANOEL FILHO, J., SANTOS, A. C., MONTEENEGRO, A. A. 1999. Ferramentas para o gerenciamento integrado dos aquíferos da Região Metropolitana de Recife. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 13., 1999, Belo Horizonte. *Anais ...* Belo Horizonte: ABRH. Em CD-ROM.
- CAMPOS, J. D. 1999. A cobrança pelo uso da água na bacia do rio Paraíba do Sul. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 13., 1999, Belo Horizonte. *Anais ...* Belo Horizonte: ABRH. Em CD-ROM.

- CAMPOS, J. N. B. 1999a. Administração e cobrança de água bruta: o passado e o presente. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 13., 1999, Belo Horizonte. *Anais ...* Belo Horizonte: ABRH. Em CD-ROM.
- CAMPOS, J. N. B. 1999b. Mercado de águas em áreas limitadas: uma experiência e uma proposta. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 13., 1999, Belo Horizonte. *Anais ...* Belo Horizonte: ABRH. Em CD-ROM.
- CAMPOS, J. N. B., SOUZA FILHO, F. A., ARAÚJO, J. C. de 1997. Errors and variability of reservoir yield estimation as a function of the coefficient of variation of annual inflows. In: Congresso da IAHR, 27º, 1997, São Francisco. *Anais ...* São Francisco: IAHR. Apud Studart et al. (1997).
- CÁNEPA, E. M., PEREIRA, J. S., LANNA, A. E. L. 1999. A política de recursos hídricos e o princípio usuário-pagador. *RBRH Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 4, n. 1, p. 103-117.
- CÁRDENAS, G. S. de M., 1999. *Economía del agua: enfoques analíticos y complementarios aplicados al caso de Andalucía*. Madrid. Tesis Doctoral – Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidade Autónoma de Madrid, Madrid, 1999.
- CARRERA-FERNANDEZ, J. 1997. Cobrança e preços ótimos pelo uso e poluição da água de mananciais. *Revista Econômica do Nordeste*, v. 28, n. 3, p. 249-277.
- CARRERA-FERNANDEZ, J. 1999. *Estudo de cobrança pelo uso da água na bacia hidrográfica do rio Pirapama*. Relatório de Consultoria para o Projeto Planejamento e Gerenciamento Ambiental da Bacia do Rio Pirapama - Pernambuco. Recife. [Não Publicado].
- CARSON, R. T. e MITCHELL, R. C. 1993. The value of clean water: the public's willingness to pay for boatable, fishable and swimmable quality water. *Water Resources Research*, v. 29, n. 7, p. 2445-2454.
- CENTURION, R. E. B. 1994. Impacto da agroindústria. In: SIMPÓSIO SOBRE IMPACTO AMBIENTAL POR USO AGRÍCOLA DO SOLO, 1994, Campinas. *Anais ...* Campinas: IAC. p. 31-46.
- CLARKE, R. 1996. *Water: the international crisis*. Cambridge: The MIT Press.
- CNEC/FIPE 1995a. *Elaboração de estudo para implementação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos do Estado de São Paulo: proposições de alternativas de modelos e instrumentos de implementação*. São Paulo: Consórcio Nacional de Engenheiros Consultores S.A./Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas. (Relatório nº 07).
- CNEC/FIPE 1995b. *Elaboração de estudo para implementação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos do Estado de São Paulo: pesquisa de disposição a pagar*. São Paulo: Consórcio Nacional de Engenheiros Consultores S.A./Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (Relatório nº 06).
- COASE, R.H. 1960. The problem of social cost. *The Journal of Law & Economics*, v. III, October, p.1-44.
- COMPESA. 1989. *Sistema de abastecimento d'água da Região Metropolitana do Recife: Barragem Pirapama – Estudos de Impacto Ambiental*. v. I. Recife: COMPESA.

- CONEJO, J. G. L. 1993. A outorga de usos da água como instrumento de gerenciamento dos recursos hídricos. *Revista de Administração Pública*, v. 27, n. 2, p. 28-62.
- CORDEIRO NETTO, O. M. 1997. Interesse econômico de uma vazão remanescente em cursos d'água: um método de estimativa. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 12., 1997, Vitória. *Anais...* Vitória: ABRH. v. 1, p. 33-38.
- CORREIA, F. N. 1995. Prefácio à edição portuguesa. In: B. BARRAQUÉ (Ed.). *As Políticas da Água na Europa*. Lisboa: Instituto Piaget. p. I-XVIII. (Perspectivas Ecológicas 15).
- COSTA, W. D., MANOEL FILHO, J., SANTOS, A. C., COSTA FILHO, W. D., MONTEIRO, A. B., SOUSA, F. J. A., LOPES, A. V. G., SANTOS, A. J. C., SILVA FILHO, M. M. C. 1998. *Estudo hidrogeológico da Região Metropolitana do Recife*. Recife. Relatório final. [Não Publicado].
- COSTANZA, R., CUMBERLAND, J, DALY, H., GOODLAND, R., NORGAARD, R. 1997. *An introduction to ecological economics*. Florida: St. Lucie Press & International Society for Ecological Economics.
- COSTANZA, R., D'ARGE, R., GROOT, R. de, FARBER, S., GRASSO, M., HANNON, B., LIMBURG, K., NAEEM, S., O'NEILL, R. V., PARUELO, J., RASKIN, R. G., SUTTON, P., VAN DEN BELT, M. 1998. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Ecological Economics*, v. 25, n. 1, p. 3-15.
- CPRH. 1985. *Enquadramento das bacias hidrográficas dos rios Jaboatão e Pirapama*. Recife: CPRH.
- CPRH. 1996. *Meio ambiente: legislação básica*. Recife: CPRH.
- CPRH/DFID. 1998a. *Estudo sócio-econômico da bacia do rio Pirapama*. Recife: Companhia Pernambucana do Meio Ambiente/Department for International Development. (Publicações Projeto Pirapama).
- CPRH/DFID. 1998b. *Estudo dos recursos hídricos da bacia do rio Pirapama*. Recife: Companhia Pernambucana do Meio Ambiente/Department for International Development. (Publicações Projeto Pirapama).
- CPRH/DFID. 1998c. *Estratégia para o plano de desenvolvimento sustentável da bacia do rio Pirapama*. Recife: Companhia Pernambucana do Meio Ambiente/Department for International Development. (Publicações Projeto Pirapama).
- CPRH/DFID. 1998d. *Diagnóstico do uso e ocupação do solo – bacia do Pirapama*. Recife: Companhia Pernambucana do Meio Ambiente/Department for International Development. (Publicações Projeto Pirapama).
- CPRH/DFID. 1998e. *Estudo da qualidade de água da bacia do rio Pirapama*. Recife: Companhia Pernambucana do Meio Ambiente/Department for International Development. (Publicações Projeto Pirapama).
- CPRH/DFID. 1998f. *Avaliação da poluição ambiental na bacia do rio Pirapama*. Recife: Companhia Pernambucana do Meio Ambiente/Department for International Development. (Publicações Projeto Pirapama).
- CPRH/DFID. 1998g. *Diagnóstico ambiental integrado da bacia do rio Pirapama*. Recife: Companhia Pernambucana do Meio Ambiente/Department for International Development. (Publicações Projeto Pirapama).

- CRANE, R. 1994. Water markets, market reform and the urban poor: results from Jakarta, Indonesia. *World Development*, v. 22, n. 1, p. 71-83.
- CRH/SP 1997. *Simulação da cobrança pelo uso da água*. São Paulo: Conselho Estadual de Recursos Hídricos. (Relatório Preliminar).
- CRUZ, J. C., SILVEIRA, G. L. da, SILVEIRA, A. L. L. da, CRUZ, R. C. 1999. Avaliação de disponibilidades hídricas para outorga sistemática modular de avaliação. In: SIMPÓSIO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS DOS PAÍSES DE LÍNGUA OFICIAL PORTUGUESA, 4, 1999, Coimbra. *Anais ... Coimbra: APRH/ABRH/AMCT*. Em CD-ROM.
- DAHL, D. S. 1992. *Poll respondents voice concerns over region's water quality and quantity*. Minneapolis: Federal Reserve Bank of Minneapolis. Apud Piper e Martin (1997).
- DAY, D. 1996. Water as a social good. *Australian Journal of Environmental Management*, v. 3, p. 26-41.
- DESVOUSGES, W., SMITH, V. K., FISHER, A. 1987. Option price estimates for water quality improvements: a contingent valuation study for the Monongahela river. *Journal of Environmental Economics Management*, v. 14, p. 248-267.
- DIXON, J. A., HUFSCHEMIDT, M. M. (Ed.). 1986. *Economic valuation techniques for the environment*. Baltimore & London: The Johns Hopkins University Press.
- DUBOURG, W.R. 1995. *Pricing for sustainable water abstraction in England and Wales: a comparison of theory and practice*. Norwich: University of East Anglia/University College London. (CSERGE Working Paper WM 95-03).
- ESKELAND, G.S., JIMENEZ, E. 1992. Policy instruments for pollution control in developing countries. *The World Bank Research Observer*, v. 7, n. 2, p. 145-169.
- ESPSEY, M., ESPSEY, J., SHAW, W. D. 1997. Price elasticity of residential demand for water: a meta-analysis. *Water Resources Research*, v. 33, n. 6, p.1369-1374.
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. 1996. *Environmental taxes: implementation and environmental effectiveness*. Luxembourg: European Environment Agency. (Environmental Issues Series 1).
- FERRAZ, A. R. G., BRAGA JR, P. F. 1998. Modelo decisório para a outorga de direito ao uso da água no Estado de São Paulo. *RBRH Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 3, n. 1, p. 5-19.
- FIDEM. 1996. *Simula de dados metropolitanos*. Recife: Fundação de Desenvolvimento da Região Metropolitana do Recife. v. 1.
- GARRIDO, R. 1995. A importância da cobrança pelo uso da água como instrumento de gestão. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS, 1995, Fortaleza: ABES Seção Ceará. [Não Publicado].
- GEORGIU, S., LANGFORD, I., BATEMAN, I., TURNER, R. K. 1996. *Determinants of individuals' willingness to pay for reductions in environmental health risks: a case study of bathing water quality*. Norwich: University of East Anglia/University College London. (CSERGE Working Paper GEC 96-14).
- GIBBONS, D. C. 1986. *The economic value of water*. Washington: Resources for the Future.