

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

INGRID ILLICH MÜLLER

**PROPOSTA DE UMA METODOLOGIA DE COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA
PARA O SETOR HIDRELÉTRICO: AVALIAÇÃO DAS VAZÕES
INDISPONIBILIZADAS POR USINAS HIDRELÉTRICAS
EM BACIAS HIDROGRÁFICAS**

CURITIBA

2009

INGRID ILLICH MÜLLER

**PROPOSTA DE UMA METODOLOGIA DE COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA
PARA O SETOR HIDRELÉTRICO: AVALIAÇÃO DAS VAZÕES
INDISPONIBILIZADAS POR USINAS HIDRELÉTRICAS
EM BACIAS HIDROGRÁFICAS**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do Grau de Doutor em Engenharia Florestal. Área de Concentração: Conservação da Natureza.

Orientador: Prof. Dr. Nivaldo Eduardo Rizzi
Co-orientador: Prof. Dr. Heinz Dieter Fill

CURITIBA

2009

Ficha catalográfica elaborada por Tania de Barros Baggio – CRB 760/PR

Müller, Ingrid Illich.

Proposta de uma metodologia de cobrança pelo uso da água para o setor hidrelétrico: avaliação das vazões indisponibilizadas por usinas hidrelétricas em bacias hidrográficas / Ingrid Illich Müller.- 2009.

180f.: il.,30cm.

Orientador: Nivaldo Eduardo Rizzi

Co-orientador: Heinz Dieter Fill

Tese (doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal.

Inclui bibliografia

Área de concentração: Conservação da Natureza

1. Água - Uso. 2. Usinas hidrelétricas. 3. Bacias hidrográficas. 4. Recursos hídricos. 5. Teses. I. Rizzi, Nivaldo Eduardo. II. Fill, Heinz Dieter. III. Título.

CDD – 551.48

CDU – 556.18

PARECER

Defesa nº. 806

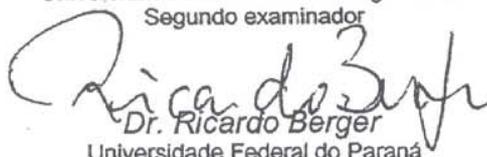
A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após argüir o(a) doutorando(a) *Ingrid Illich Muller* em relação ao seu trabalho de tese intitulado "**PROPOSTA DE UMA METODOLOGIA DE COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA PARA O SETOR HIDRELÉTRICO: AVALIAÇÃO DAS VAZÕES INDISPONIBILIZADAS POR USINAS HIDRELÉTRICAS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS**", é de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do (a) acadêmico(a), habilitando-o(a) ao título de *Doutor* em Engenharia Florestal, área de concentração em **CONSERVAÇÃO DA NATUREZA**.



Dr. Oscar de Moraes Cordeiro Netto
UnB - Universidade de Brasília
Primeiro examinador



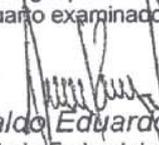
Dr. Paulo Fernando Soares
Universidade Estadual de Maringá - UEM
Segundo examinador



Dr. Ricardo Berger
Universidade Federal do Paraná
Terceiro examinador



Dr. Tania Lucia Graf de Miranda
Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento
Quarto examinador



Dr. Nivaldo Eduardo Rizzi
Universidade Federal do Paraná
Orientador e presidente da banca examinadora

Curitiba, 28 de setembro de 2009.



Setsuo Iwakiri

Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal
João Carlos Garzel Leodoro da Silva
Vice-coordenador do curso



ao meu esposo e amigo
Mauricio Müller

aos meus familiares

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos que contribuíram no desenvolvimento desta tese, em especial:

Ao professor Nivaldo Eduardo Rizzi pela orientação, paciência e ensinamentos transmitidos ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

Ao professor Heinz Dieter Fill, co-orientador deste trabalho, pela confiança, amizade e conhecimentos recebidos neste trabalho e na vida profissional.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, em especial à professora Graciela Inês Bolzon Muniz pelo incentivo.

A todos os colegas e amigos do Departamento de Recursos Ambientais do LACTEC CEHPAR, pelo apoio e ajuda durante a elaboração desta tese.

Ao LACTEC CEHPAR pela oportunidade de realização do curso.

Aos amigos que me motivaram, em particular à Dirce e sua mãe Elisa, às irmãs Andrea e Connie e à Simone.

Aos meus familiares que estiveram presentes em todos os momentos e sempre me apoiaram.

Ao esposo, amigo, chefe e orientador Mauricio Müller, pela orientação, ajuda, incentivo, apoio e compreensão durante o desenvolvimento deste trabalho, que foram fundamentais e decisivos para a elaboração e conclusão desta tese.

À Deus, por tudo.

RESUMO

O objetivo principal desta tese é propor uma metodologia para avaliação das vazões indisponibilizadas pelas usinas hidrelétricas em bacias hidrográficas, para subsidiar o aprimoramento do mecanismo de cobrança pelo uso da água para o setor hidrelétrico. A cobrança pelo uso da água, instituída pela Lei nº 9.433/97 e implementada formalmente para o setor hidrelétrico com a sanção da Lei nº 9.984/00, corresponde, para este setor, a um percentual da compensação financeira paga pelas usinas hidrelétricas, função da Lei nº 7.990/89. Propõe-se a alteração deste mecanismo de cobrança, que é baseado na energia gerada, por uma metodologia que considere a alteração na disponibilidade hídrica causada pelas usinas hidrelétricas aos demais usuários das bacias hidrográficas, à luz da legislação de recursos hídricos vigente e fundamentada em teorias hidrológicas consolidadas. A metodologia propõe o uso das vazões indisponibilizadas para quantificar o uso da água. Para a obtenção destas vazões indisponibilizadas são propostos o método da curva de permanência e os métodos dos *déficits* de água (*déficit* total de água e máximo *déficit* acumulado de água). No método dos *déficits* de água são considerados dois cenários distintos: o cenário 1, onde as vazões indisponibilizadas são função das vazões defluentes e das vazões naturais, correspondendo à situação ideal, na qual toda a água pode ser disponibilizada ao usuário; e, o cenário 2, que corresponde à situação mais próxima do uso da água nas bacias hidrográficas brasileiras, onde as vazões indisponibilizadas são determinadas a partir das vazões defluentes e da vazão máxima outorgável definida pelo órgão gestor para a bacia hidrográfica. A metodologia proposta foi aplicada às usinas hidrelétricas Foz do Areia, Segredo, Salto Santiago e Salto Osório situadas no rio Iguaçu, e Jurumirim, Chavantes, Salto Grande, Capivara, Taquaruçu e Rosana localizadas no rio Paranapanema. Os resultados obtidos mostraram que os métodos dos *déficits* de água são os mais indicados para o cálculo das vazões indisponibilizadas, por representarem de forma mais eficiente o balanço entre as perdas e os ganhos de água entre períodos, permitindo a determinação das alterações na disponibilidade hídrica em cada unidade de tempo. Os métodos dos *déficits* de água para os cenários 2 e da curva de permanência produziram volumes de água indisponibilizados considerados pequenos em grande parte dos períodos analisados, em contraposição aos gerados pelos métodos dos *déficits* nos cenários 1, que foram, em sua grande maioria, altos. Por fim, esta pesquisa recomenda o uso do método do máximo *déficit* acumulado de água cenário 2 para a determinação das vazões indisponibilizadas, por ser tecnicamente bem fundamentado e com base nos resultados bastante satisfatórios que foram obtidos neste trabalho.

Palavras-chave: Cobrança pelo uso da água. Usinas hidrelétricas. Vazão indisponibilizada. Curva de Permanência. *Déficit* de água. Bacias hidrográficas.

ABSTRACT

The main purpose of this research is to propose a methodology to evaluate unavailable flows from hydroelectric power plants in river basins, in order to improve the water use charge mechanism for the hydroelectric sector. Charging for water use, as instituted by Brazilian Federal Law number 9.433/97 and implemented formally in the hydropower sector with the sanctioning of Federal Law number 9.984/00, implies a percentage of the total compensation fee (according to Law 7.990/89) paid by the hydroelectric dams. This research propose a change in the existing charging mechanism, which is based on the energy generated, to one that considers the changes in the water availability caused by power plants to other users in the river basin. The new mechanism would reflect both current water resource legislation and consolidated hydrological theories. The methodology proposes the use of unavailable flows to quantify the water use. Obtaining unavailable flows involved the use of duration curves and water deficit methods (total water deficit method and maximum accumulated water deficit method). In the water deficit methods, two scenarios are considered: scenario 1, an ideal situation in which unavailable flows are calculated as a function of released flows and natural flows; and scenario 2, the practical situation, more feasible in the river basin context, in which unavailable flows are calculated from released flows and maximum allowable flows as defined by the water management agency. The proposed methodology was applied to the Foz do Areia, Segredo, Salto Santiago, and Salto Osório hydroelectric power plants located on the Iguaçu River and the Jurumirim, Chavantes, Salto Grande, Capivara, Taquaruçu, and Rosana hydroelectric power plants located on the Paranapanema River. The study concluded that water deficit methods were most appropriate for calculating unavailable flows, as they efficiently represent gains and losses in the water balance over time and permit measurements of the changes in water availability in each time period. Water deficit methods scenario 2 and duration curves produced unavailable volumes considered small over most of the periods analyzed. By contrast, water deficit methods scenario 1 produced relatively large unavailable volumes. Finally, this research recommends the use of maximum accumulated deficit scenario 2 in order to determine unavailable flows. This method is technically well-founded and produced satisfactory results.

Keywords: Bulk water price. Hydroelectric dams. Unavailability flows. Duration curve. Water deficit. River basin.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 - ESTRUTURA DO SINGREH	41
FIGURA 3.1 - BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL	83
FIGURA 3.2 - BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ	88
FIGURA 4.1 - SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL (SIN)	103
FIGURA 4.2 - DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES DA COMPENSAÇÃO FINANCEIRA	109
FIGURA 4.3 - ENERGIA GERADA VERSUS VAZÃO TURBINADA	112
FIGURA 5.1 - CORTE ESQUEMÁTICO DE UMA USINA HIDRELÉTRICA	115
FIGURA 5.2 - USINA HIDRELÉTRICA DE FOZ DO AREIA	118
FIGURA 5.3 - USINA HIDRELÉTRICA DE CAPIVARI-CACHOEIRA	118
FIGURA 5.4 - CURVAS DE PERMANÊNCIA ANUAIS, MENSAIS E DIÁRIAS	128
FIGURA 5.5 - CURVA DO DÉFICIT TOTAL DE ÁGUA	131
FIGURA 5.6 - CURVA DO MÁXIMO DÉFICIT ACUMULADO DE ÁGUA	131
FIGURA 5.7 - RESUMO DA METODOLOGIA PROPOSTA	136
FIGURA 6.1 - LOCALIZAÇÃO DAS USINAS HIDRELÉTRICAS DO RIO IGUAÇU	139
FIGURA 6.2 - LOCALIZAÇÃO DAS USINAS HIDRELÉTRICAS DO RIO PARANAPANEMA	140
FIGURA 6.3 - RESUMO DOS VALORES PAGOS PELAS METODOLOGIAS ATUAL E PROPOSTA PARA AS UHEs DOS RIOS IGUAÇU E PARANAPANEMA	157
FIGURA 6.4 - VALORES PAGOS PELAS METODOLOGIAS ATUAL E PROPOSTA PARA A UHE FOZ DO AREIA	157
FIGURA 6.5 - VALORES PAGOS PELAS METODOLOGIAS ATUAL E PROPOSTA PARA A UHE SEGREDO	158

LISTA DE FIGURAS (cont.)

FIGURA 6.6	- VALORES PAGOS PELAS METODOLOGIAS ATUAL E PROPOSTA PARA A UHE SALTO SANTIAGO	158
FIGURA 6.7	- VALORES PAGOS PELAS METODOLOGIAS ATUAL E PROPOSTA PARA A UHE SALTO OSÓRIO	159
FIGURA 6.8	- VALORES PAGOS PELAS METODOLOGIAS ATUAL E PROPOSTA PARA A UHE JURUMIRIM	159
FIGURA 6.9	- VALORES PAGOS PELAS METODOLOGIAS ATUAL E PROPOSTA PARA A UHE CHAVANTES	160
FIGURA 6.10	- VALORES PAGOS PELAS METODOLOGIAS ATUAL E PROPOSTA PARA A UHE SALTO GRANDE	160
FIGURA 6.11	- VALORES PAGOS PELAS METODOLOGIAS ATUAL E PROPOSTA PARA A UHE CAPIVARA	161
FIGURA 6.12	- VALORES PAGOS PELAS METODOLOGIAS ATUAL E PROPOSTA PARA A UHE TAQUARUÇU	161
FIGURA 6.13	- VALORES PAGOS PELAS METODOLOGIAS ATUAL E PROPOSTA PARA A UHE ROSANA	162
FIGURA 6.14	- VALORES PAGOS E VAZÃO INDISPONIBILIZADA PARA A UHE SEGREDO	164

LISTA DE QUADROS

QUADRO 3.1 - CRITÉRIOS PARA FIXAÇÃO DOS VALORES DA COBRANÇA.....	57
QUADRO 3.2 - VALORES COBRADOS PELO USO DA ÁGUA NO CEARÁ.....	81

LISTA DE TABELAS

TABELA 4.1	- POTÊNCIA INSTALADA NO BRASIL POR TIPO DE USINA ..	101
TABELA 6.1	- PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DAS USINAS HIDRELÉTRICAS DO RIO IGUAÇU	139
TABELA 6.2	- PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DAS USINAS HIDRELÉTRICAS DO RIO PARANAPANEMA	140
TABELA 6.3	- VAZÕES NATURAIS E DEFLUENTES COM 95% DE PERMANÊNCIA E VAZÕES INDISPONIBILIZADAS NAS USINAS HIDRELÉTRICAS DOS RIOS IGUAÇU E PARANAPANEMA CALCULADAS PARA O PERÍODO CORRESPONDENTE AO INÍCIO DA OPERAÇÃO DA USINA A 2001 E PARA O PERÍODO 1995 A 2001	144
TABELA 6.4	- VAZÕES NATURAIS E DEFLUENTES COM 95% DE PERMANÊNCIA, VAZÃO INDISPONIBILIZADA E AS COBRANÇAS PROPOSTA PELO MÉTODO DA CURVA DE PERMANÊNCIA E ATUAL PARA A UHE FOZ DO AREIA	145
TABELA 6.5	- VAZÕES NATURAIS E DEFLUENTES COM 95% DE PERMANÊNCIA, VAZÃO INDISPONIBILIZADA E AS COBRANÇAS PROPOSTA PELO MÉTODO DA CURVA DE PERMANÊNCIA E ATUAL PARA A UHE SEGREDO	145
TABELA 6.6	- VAZÕES NATURAIS E DEFLUENTES COM 95% DE PERMANÊNCIA, VAZÃO INDISPONIBILIZADA E AS COBRANÇAS PROPOSTA PELO MÉTODO DA CURVA DE PERMANÊNCIA E ATUAL PARA A UHE SALTO SANTIAGO .	145
TABELA 6.7	- VAZÕES NATURAIS E DEFLUENTES COM 95% DE PERMANÊNCIA, VAZÃO INDISPONIBILIZADA E AS COBRANÇAS PROPOSTA PELO MÉTODO DA CURVA DE PERMANÊNCIA E ATUAL PARA A UHE SALTO OSÓRIO	146
TABELA 6.8	- VAZÕES NATURAIS E DEFLUENTES COM 95% DE PERMANÊNCIA, VAZÃO INDISPONIBILIZADA E AS COBRANÇAS PROPOSTA PELO MÉTODO DA CURVA PERMANÊNCIA E ATUAL PARA A UHE JURUMIRIM	146
TABELA 6.9	- VAZÕES NATURAIS E DEFLUENTES COM 95% DE PERMANÊNCIA, VAZÃO INDISPONIBILIZADA E AS COBRANÇAS PROPOSTA PELO MÉTODO DA CURVA DE PERMANÊNCIA E ATUAL PARA A UHE CHAVANTES	146

LISTA DE TABELAS (cont.)

- TABELA 6.10 - VAZÕES NATURAIS E DEFLUENTES COM 95% DE PERMANÊNCIA, VAZÃO INDISPONIBILIZADA E AS COBRANÇAS PROPOSTA PELO MÉTODO DA CURVA DE PERMANÊNCIA E ATUAL PARA A UHE **SALTO GRANDE**.... 147
- TABELA 6.11 - VAZÕES NATURAIS E DEFLUENTES COM 95% DE PERMANÊNCIA, VAZÃO INDISPONIBILIZADA E AS COBRANÇAS PROPOSTA PELO MÉTODO DA CURVA DE PERMANÊNCIA E ATUAL PARA A UHE **CAPIVARA** 147
- TABELA 6.12 - VAZÕES NATURAIS E DEFLUENTES COM 95% DE PERMANÊNCIA, VAZÃO INDISPONIBILIZADA E AS COBRANÇAS PROPOSTA PELO MÉTODO DA CURVA DE PERMANÊNCIA E ATUAL PARA A UHE **TAQUARUÇU** ... 147
- TABELA 6.13 - VAZÕES NATURAIS E DEFLUENTES COM 95% DE PERMANÊNCIA, VAZÃO INDISPONIBILIZADA E AS COBRANÇAS PROPOSTA PELO MÉTODO DA CURVA DE PERMANÊNCIA E ATUAL PARA A UHE **ROSANA**..... 148
- TABELA 6.14 - VAZÃO INDISPONIBILIZADA PELOS MÉTODOS DO *DÉFICIT* TOTAL DE ÁGUA ($QDTA_{IND}$) E MÁXIMO *DÉFICIT* ACUMULADO DE ÁGUA ($QMDA_{IND}$) E AS COBRANÇAS PROPOSTAS E ATUAL PARA A UHE **FOZ DO AREIA** 150
- TABELA 6.15 - VAZÃO INDISPONIBILIZADA PELOS MÉTODOS DO *DÉFICIT* TOTAL DE ÁGUA ($QDTA_{IND}$) E MÁXIMO *DÉFICIT* ACUMULADO DE ÁGUA ($QMDA_{IND}$) E AS COBRANÇAS PROPOSTAS E ATUAL PARA A UHE **SEGREDO** 150
- TABELA 6.16 - VAZÃO INDISPONIBILIZADA PELOS MÉTODOS DO *DÉFICIT* TOTAL DE ÁGUA ($QDTA_{IND}$) E MÁXIMO *DÉFICIT* ACUMULADO DE ÁGUA ($QMDA_{IND}$) E AS COBRANÇAS PROPOSTAS E ATUAL PARA A UHE **SALTO SANTIAGO** 151
- TABELA 6.17 - VAZÃO INDISPONIBILIZADA PELOS MÉTODOS DO *DÉFICIT* TOTAL DE ÁGUA ($QDTA_{IND}$) E MÁXIMO *DÉFICIT* ACUMULADO DE ÁGUA ($QMDA_{IND}$) E AS COBRANÇAS PROPOSTAS E ATUAL PARA A UHE **SALTO OSÓRIO**..... 151
- TABELA 6.18 - VAZÃO INDISPONIBILIZADA PELOS MÉTODOS DO *DÉFICIT* TOTAL DE ÁGUA ($QDTA_{IND}$) E MÁXIMO *DÉFICIT* ACUMULADO DE ÁGUA ($QMDA_{IND}$) E AS COBRANÇAS PROPOSTAS E ATUAL PARA A UHE **JURUMIRIM**..... 152

LISTA DE TABELAS (cont.)

- TABELA 6.19 - VAZÃO INDISPONIBILIZADA PELOS MÉTODOS DO *DÉFICIT* TOTAL DE ÁGUA ($QDTA_{IND}$) E MÁXIMO *DÉFICIT* ACUMULADO DE ÁGUA ($QMDA_{IND}$) E AS COBRANÇAS PROPOSTAS E ATUAL PARA A UHE **CHAVANTES** 152
- TABELA 6.20 - VAZÃO INDISPONIBILIZADA PELOS MÉTODOS DO *DÉFICIT* TOTAL DE ÁGUA ($QDTA_{IND}$) E MÁXIMO *DÉFICIT* ACUMULADO DE ÁGUA ($QMDA_{IND}$) E AS COBRANÇAS PROPOSTAS E ATUAL PARA A UHE **SALTO GRANDE** 153
- TABELA 6.21 - VAZÃO INDISPONIBILIZADA PELOS MÉTODOS DO *DÉFICIT* TOTAL DE ÁGUA ($QDTA_{IND}$) E MÁXIMO *DÉFICIT* ACUMULADO DE ÁGUA ($QMDA_{IND}$) E AS COBRANÇAS PROPOSTAS E ATUAL PARA A UHE **CAPIVARA** 153
- TABELA 6.22 - VAZÃO INDISPONIBILIZADA PELOS MÉTODOS DO *DÉFICIT* TOTAL DE ÁGUA ($QDTA_{IND}$) E MÁXIMO *DÉFICIT* ACUMULADO DE ÁGUA ($QMDA_{IND}$) E AS COBRANÇAS PROPOSTAS E ATUAL PARA A UHE **TAQUARUÇU** 154
- TABELA 6.23 - VAZÃO INDISPONIBILIZADA PELOS MÉTODOS DO *DÉFICIT* TOTAL DE ÁGUA ($QDTA_{IND}$) E MÁXIMO *DÉFICIT* ACUMULADO DE ÁGUA ($QMDA_{IND}$) E AS COBRANÇAS PROPOSTAS E ATUAL PARA A UHE **ROSANA**..... 154
- TABELA 6.24 - VAZÃO INDISPONIBILIZADA NO PERÍODO 1995 A 2001 PARA AS USINAS HIDRELÉTRICAS DO RIO IGUAÇU OBTIDAS PELO MÉTODO DOS *DÉFICITS* (TOTAL E MÁXIMO ACUMULADO) 155
- TABELA 6.25 - VAZÃO INDISPONIBILIZADA NO PERÍODO 1995 A 2001 PARA AS USINAS HIDRELÉTRICAS DO RIO PARANAPANEMA OBTIDAS PELO MÉTODO DOS *DÉFICITS* (TOTAL E MÁXIMO ACUMULADO) 155
- TABELA 6.26 - VALORES PAGOS PELAS USINAS HIDRELÉTRICAS DO RIO IGUAÇU E OS VALORES PROPOSTOS CALCULADOS PELOS MÉTODOS DA CURVA DE PERMANÊNCIA E DOS *DÉFICITS* (TOTAL E MÁXIMO ACUMULADO) NO PERÍODO 1995/2001 156
- TABELA 6.27 - VALORES PAGOS PELAS USINAS HIDRELÉTRICAS DO RIO PARANAPANEMA E OS VALORES PROPOSTOS CALCULADOS PELOS MÉTODOS DA CURVA DE PERMANÊNCIA E DOS *DÉFICITS* (TOTAL E MÁXIMO ACUMULADO) NO PERÍODO 1995/2001 156

LISTA DE SIGLAS

ACB	- Análise Custo Benefício
ACE	- Análise Custo Efetividade
AGEVAP	- Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul
ANA	- Agência Nacional de Águas
ANEEL	- Agência Nacional de Energia Elétrica
CAGECE	- Companhia de Águas e Esgotos do Estado do Ceará
CEEIBH	- Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas
CEIVAP	- Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul
CERH	- Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal
CFURH	- Compensação Financeira pela Utilização de Recursos Hídricos
CNAEE	- Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica
CNRH	- Conselho Nacional de Recursos Hídricos
COGERH	- Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos
COPEL	- Companhia Paranaense de Energia
CRAE	- <i>Complementary Relationship Areal Evapotranspiration</i>
CRLE	- <i>Complementary Relationship Lake Evaporation</i>
DBO _{5,20}	- Demanda Bioquímica por Oxigênio após 5 dias a 20°C
DNAE	- Departamento Nacional de Águas e Energia
DNAEE	- Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica
DNPM	- Departamento Nacional de Produção Mineral
ELETROBRÁS	- Centrais Elétricas Brasileiras

LISTA DE SIGLAS (cont.)

EPE	- Empresa de Pesquisa Energética
FEHIDRO	- Fundo de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo
FNDCT	- Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
FUNDRHI	- Fundo Estadual de Recursos Hídricos
INEA	- Instituto Estadual do Ambiente
LDO	- Lei de Diretrizes Orçamentárias
MCT	- Ministério da Ciência e Tecnologia
MMA	- Ministério de Meio Ambiente
MME	- Ministério de Minas e Energia
OCDE	- Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ONS	- Operador Nacional do Sistema Elétrico
ONU	- Organização das Nações Unidas
PCH	- Pequena Central Hidrelétrica
PCJ	- Piracicaba, Capivari e Jundiaí
PDEEE 2006/2015	- Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica 2006/2015
PNE2030	- Plano Nacional de Energia 2030
PNRH	- Política Nacional de Recursos Hídricos
PR	- Percentagem de Remoção
SIN	- Sistema Interligado Nacional
SINGREH	- Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SUDERHSA	- Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental
SRH	- Secretaria de Recursos Hídricos
SRHU	- Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano
TNRCC	- <i>Texas Natural Resource Conservation Commission</i>

LISTA DE ABREVIATURAS

- IQA - Índice de Qualidade de Águas
- Q_{DEF} - Vazão defluente
- Q_{NAT} - Vazão natural
- $Q_{95\%}$ - Vazão com 95% de permanência
- $Q_{7,10}$ - Vazão mínima de 7 dias de duração e 10 anos de recorrência
- QCP_{IND} - Vazão indisponibilizada pelo método da curva de permanência
- $QDTA_{IND}$ - Vazão indisponibilizada pelo método do *déficit* total de água
- $QMDA_{IND}$ - Vazão indisponibilizada pelo método do máximo *déficit* acumulado de água

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
1.1	OBJETIVOS	20
1.2	ESTRUTURA DO TRABALHO	21
2	GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS	24
2.1	PANORAMA MUNDIAL DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA	24
2.2	EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA GESTÃO DAS ÁGUAS NO MUNDO	25
2.3	EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA GESTÃO DAS ÁGUAS NO BRASIL ATÉ A CONSTITUIÇÃO FEDERAL DE 1988	29
2.4	A NOVA ERA NA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL	32
2.4.1	Lei nº 9.433/97 - Lei das Águas	34
2.4.1.1	Fundamentos da PNRH	35
2.4.1.2	Objetivos da PNRH	36
2.4.1.3	Instrumentos de gestão da PNRH	36
2.4.1.3.1	Planos de recursos hídricos	36
2.4.1.3.2	Enquadramento dos corpos de água em classes	37
2.4.1.3.3	Outorga de direito de uso dos recursos hídricos	38
2.4.1.3.4	Cobrança pelo uso dos recursos hídricos	39
2.4.1.3.5	Sistema de informações sobre recursos hídricos	39
2.4.1.4	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH)	40
2.4.1.4.1	Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH)	41
2.4.1.4.2	Agência Nacional de Águas (ANA)	42
2.4.1.4.3	Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal (CERHs)	42
2.4.1.4.4	Comitês de Bacias Hidrográficas	42
2.4.1.4.5	Agências de Água	43
2.4.1.5	Outros órgãos que atuam junto ao SINGREH	43
2.4.1.5.1	Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano (SRHU)	44
2.4.1.5.2	Gestor Estadual de Recursos Hídricos	44
2.4.1.5.3	Fundo Estadual de Recursos Hídricos	44
2.4.2	Lei nº 9.984/00 - Lei da ANA	44
3	COBRANÇA PELO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS	47
3.1	A COBRANÇA COMO INSTRUMENTO DE GESTÃO	47
3.2	ASPECTOS LEGAIS DA COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA NO BRASIL	49
3.3	ASPECTOS RELEVANTES DA COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA	52
3.3.1	Objetivos da cobrança	52
3.3.2	Competências, condicionantes e usos sujeitos a cobrança	53
3.3.3	Critérios a serem considerados na definição da cobrança	54
3.3.4	Destino dos valores arrecadados com a cobrança	56
3.3.5	Impacto econômico da cobrança sobre os setores usuários	58
3.4	ESTRUTURA DO MECANISMO DE COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA	59

3.4.1	Base de Cálculo	60
3.4.2	Coeficientes	60
3.4.3	Preço Unitário	62
3.4.3.1	Modelos <i>ad hoc</i> para determinação do preço unitário	63
3.4.3.1.1	Preço Médio	64
3.4.3.1.2	Preço Público	65
3.4.3.2	Modelos de otimização para determinação do preço unitário	65
3.4.3.2.1	Teoria da demanda e a disposição a pagar	65
3.4.3.2.2	Análise Custo Benefício (ACB) ou Preço Ótimo	66
3.4.3.2.3	Análise Custo Efetividade (ACE)	67
3.4.3.2.4	Mercados de Água	68
3.4.3.3	Valoração ambiental	69
3.4.3.3.1	Dose resposta	70
3.4.3.3.2	Custo de recuperação ou preservação	71
3.4.3.3.3	Custo de mitigação de efeitos	71
3.4.3.3.4	Valoração contingencial	71
3.4.3.3.5	Custo de viagem	72
3.4.3.3.6	Valor hedônico	72
3.4.3.3.7	Custo de oportunidade	73
3.5	EXPERIÊNCIA INTERNACIONAL EM COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA	73
3.5.1	França	74
3.5.2	Alemanha	75
3.5.3	Inglaterra e País de Gales	76
3.5.4	Holanda	77
3.5.5	Chile	77
3.5.6	Texas	79
3.6	EXPERIÊNCIA BRASILEIRA EM COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA	80
3.6.1	Cobrança pelo uso da água no Ceará	80
3.6.1.1	Mercado de água na região do Cariri	82
3.6.2	Cobrança pelo uso da água na bacia do rio Paraíba do Sul	83
3.6.3	Cobrança pelo uso da água nas bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá	88
3.6.4	Cobrança pelo uso da água no estado de São Paulo	94
3.6.5	Cobrança pelo uso da água no estado do Rio de Janeiro	96
3.6.6	Cobrança pelo uso da água no estado do Paraná	97
4	A COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA PARA O SETOR HIDRELÉTRICO BRASILEIRO	98
4.1	HISTÓRICO DO SETOR HIDRELÉTRICO BRASILEIRO	98
4.2	SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO	101
4.3	INTERFACE DO SETOR ELÉTRICO COM A PNRH	105
4.4	COMPENSAÇÃO FINANCEIRA E A COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA VIGENTE PARA O SETOR HIDRELÉTRICO	106
4.4.1	Considerações gerais sobre a compensação financeira e a cobrança pelo uso da água	106
4.4.2	Modelo de cobrança pelo uso da água vigente para o setor hidrelétrico	108

4.4.3	Críticas ao modelo de cobrança pelo uso da água vigente para o setor hidrelétrico	111
5	METODOLOGIA PROPOSTA PARA A COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA PARA O SETOR HIDRELÉTRICO BRASILEIRO	114
5.1	CARACTERIZAÇÃO DOS APROVEITAMENTOS HIDRELÉTRICOS	115
5.1.1	Usinas hidrelétricas e a energia gerada	115
5.1.2	Classificação das usinas hidrelétricas	117
5.2	IMPACTOS GERADOS NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS PELA IMPLANTAÇÃO DE RESERVATÓRIOS	118
5.2.1	Alteração no regime fluvial ou regularização de vazões	119
5.2.2	Alterações no balanço hídrico	120
5.2.3	Alterações nas características hidráulicas do leito dos rios	122
5.2.4	Alterações na qualidade das águas armazenadas nos reservatórios	122
5.2.5	Outros impactos	124
5.3	VAZÕES OBSERVADAS E NATURAIS	125
5.4	CURVA DE PERMANÊNCIA	126
5.5	<i>DÉFICIT</i> DE ÁGUA	129
5.6	DETALHAMENTO DA METODOLOGIA PROPOSTA	132
5.6.1	Determinação da base de cálculo: vazão indisponibilizada aos outros usuários	132
5.6.1.1	Determinação da vazão indisponibilizada pela curva de permanência	132
5.6.1.2	Determinação da vazão indisponibilizada pelos <i>déficits</i> de água	133
5.6.2	Preço unitário e coeficientes	135
6	ESTUDO DE CASO: RIO IGUAÇU E RIO PARANAPANEMA	137
6.1	DESCRIÇÃO DA BACIA DO RIO IGUAÇU E CARACTERIZAÇÃO DAS USINAS HIDRELÉTRICAS	137
6.2	DESCRIÇÃO DA BACIA DO RIO PARANAPANEMA E CARACTERIZAÇÃO DAS USINAS HIDRELÉTRICAS	138
6.3	APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA	141
6.3.1	Dados Utilizados	142
6.3.2	Resultados obtidos pelo Método da Curva de Permanência	143
6.3.3	Resultados obtidos pelo Método dos <i>Déficits</i> de Água	148
6.3.4	Análise dos resultados obtidos pelo Método da Curva de Permanência	162
6.3.5	Análise dos resultados obtidos pelo Método dos <i>Déficits</i> de Água	163
7	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	165
7.1	CONCLUSÕES	165
7.2	RECOMENDAÇÕES	168
	REFERÊNCIAS.....	170

1 INTRODUÇÃO

A gestão dos recursos hídricos vem assumindo papel de destaque no cenário mundial à medida que a escassez e a degradação da qualidade das águas estão comprometendo a manutenção das atividades humanas e a conservação dos ecossistemas. A evolução desse quadro de escassez qualitativa e quantitativa do recurso água promoveu a mudança de conceitos na área ambiental. Novos paradigmas foram introduzidos, tentando unir visões de conservação e economia, culminando com a adoção, a partir da Conferência de Dublin em 1992, do conceito de “valor econômico da água”.

No Brasil, com a promulgação da Lei nº 9.433/97, também conhecida por Lei das Águas, inicia-se uma nova fase para o sistema de gerenciamento dos recursos hídricos, fundamentada nos pressupostos da gestão integrada e participativa e baseada no estabelecimento de instrumentos de gestão, entre os quais a cobrança pelo uso da água.

A cobrança pelo uso da água visa a garantir a utilização eficiente do recurso água e o combate ao desperdício, garantindo que o uso desse recurso atenda aos princípios do desenvolvimento sustentável. Além de racionalizar o uso, a cobrança atua também como mecanismo de financiamento de programas e intervenções na bacia e como suporte financeiro ao sistema de gestão de recursos hídricos. Entretanto, a instituição da cobrança, no contexto de gestão dos recursos hídricos, somente se justifica em bacias que apresentem escassez, problemas de qualidade ou conflitos de uso.

Um caso peculiar, e que motivou o desenvolvimento deste trabalho, concerne à cobrança pelo uso da água para o setor hidrelétrico. Essa cobrança foi instituída com a promulgação da Lei nº 9.984/00, a lei de criação da Agência Nacional de Águas (ANA). Essa lei, em seu art. 28, modificou o percentual da Compensação Financeira pela Utilização de Recursos Hídricos (CFURH), que vinha sendo pago pelas usinas hidrelétricas em decorrência da Lei nº 7.990/89, de 6% para 6,75% do valor da energia produzida. A parcela adicional de 0,75% constitui “pagamento pelo uso de recursos hídricos”, sendo destinada ao Ministério de Meio Ambiente (MMA) para aplicação na

implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e na estruturação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH).

Apesar da cobrança pelo uso da água para o setor hidrelétrico ter sido instituída no âmbito do sistema de gestão de recursos hídricos, e que os recursos advindos com essa cobrança terem se constituído ao longo dos últimos anos em importante fonte de financiamento do SINGREH e da ANA, a concepção e a operacionalização desse instrumento diferem do previsto na Lei nº 9.433/97 em diversos aspectos, seja no campo técnico, seja no campo institucional e legal.

Visando a aperfeiçoar o mecanismo de cobrança pelo uso da água vigente para o setor hidrelétrico, que tem como referência apenas a energia gerada e não considera o impacto gerado pelo empreendimento hidrelétrico sobre a disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica, esta tese propõe uma nova forma de cobrança para este setor, baseada no cálculo das vazões indisponibilizadas pelas usinas hidrelétricas aos demais usuários das bacias hidrográficas, utilizando critérios objetivos, à luz da legislação de recursos hídricos vigente e de teorias hidrológicas bem fundamentadas e consolidadas.

Por fim, reconhecem-se as dificuldades, ou mesmo inconveniências, de se adotarem no curto prazo, novas regras para a cobrança pelo uso da água para o setor hidrelétrico. Pretende-se, com este trabalho, apresentar uma contribuição técnica, no caso de uma futura reformulação do mecanismo de cobrança, baseada nos novos conhecimentos e nas experiências adquiridas após, praticamente, uma década da implementação desse instrumento de gestão.

1.1 OBJETIVO

Este projeto de pesquisa tem por **objetivo principal desenvolver uma metodologia de avaliação das vazões indisponibilizadas por usinas hidrelétricas em bacias hidrográficas, para subsidiar o aprimoramento do mecanismo de cobrança pelo uso da água para o setor hidrelétrico.**

Para atender o objetivo geral proposto, a estrutura metodológica adotada baseia-se em diversas etapas.

A primeira etapa consiste no levantamento das informações gerais da evolução histórica da gestão das águas no Brasil e no mundo, com destaque para a cobrança e para as normas que a disciplinam, com vistas a propiciar um melhor entendimento desse instrumento.

A segunda etapa descreve os principais instrumentos econômicos e de valoração ambiental disponíveis na literatura, visando a identificar os procedimentos que vêm sendo aplicados na definição dos preços unitários do recurso ambiental água.

A terceira etapa constitui-se na avaliação das duas principais formas de cobrança pelo uso das águas em vigor no Brasil. A primeira trata das experiências de cobrança pelo uso da água em bacias hidrográficas, e a segunda trata da cobrança pelo uso da água que vem sendo aplicada ao setor hidrelétrico. São analisados os aspectos técnicos, institucionais e legais dessas formas de cobrança, com a finalidade de identificar os fatores que afetam a cobrança e a sua implementação em cada uma das situações abordadas.

A quarta etapa trata da delimitação do problema central que é analisado neste trabalho: o aprimoramento do mecanismo de cobrança pelo uso da água para o setor hidrelétrico. Essa delimitação foi realizada com base na avaliação do embasamento legal e técnico das experiências de cobrança abordadas nas etapas anteriores e dos impactos gerados pelas usinas hidrelétricas nas bacias hidrográficas, com o objetivo de definir os pressupostos necessários à formulação de um novo mecanismo de cobrança.

Com base no entendimento global da cobrança do ponto de vista técnico, legal e institucional apresentam-se nas etapas seguintes: a metodologia de cobrança proposta nessa tese, os resultados obtidos quando da aplicação dessa proposta às usinas hidrelétricas dos rios Iguaçu e Paranapanema, e as discussões e considerações resultantes.

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está estruturado em 7 capítulos, incluída esta *Introdução*, e as referências bibliográficas.

O capítulo 2, *Gestão de Recursos Hídricos*, apresenta o panorama da evolução histórica da gestão das águas no Brasil e no mundo, e os principais marcos relacionados aos recursos hídricos brasileiros, com destaque para a edição da Lei nº 9.433/97. Estão descritos, entre outros, os objetivos da lei e seus instrumentos de gestão, bem como considerações acerca da PNRH e do SINGREH em fase de implementação no país.

O capítulo 3, *Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos*, é dedicado à apresentação e à discussão da cobrança pelo uso da água. Apresenta-se, inicialmente, a caracterização da cobrança, abordando os aspectos legais e os fatores relevantes da cobrança pelo uso da água, entre os quais os seus objetivos, as competências, as condicionantes e os usos relacionados. Na seqüência, discutem-se os componentes da estrutura dos principais mecanismos de cobrança, com destaque para as teorias econômicas e ambientais para a formação dos preços unitários da água. Para finalizar, são abordadas as principais experiências de cobrança em vigor no Brasil até o presente, e apresentadas considerações acerca de algumas das mais importantes experiências de cobrança no âmbito internacional.

O capítulo 4, *A Cobrança pelo Uso da Água para o Setor Hidrelétrico Brasileiro*, apresenta um breve histórico do desenvolvimento do setor elétrico brasileiro, com enfoque na geração hidrelétrica e sua interface com a gestão de recursos hídricos, seguido de uma análise da compensação financeira paga pelas usinas em função da Lei nº 7.990/89. Por fim, é apresentada a metodologia vigente de cobrança pelo uso da água para o setor hidrelétrico.

O detalhamento da metodologia proposta para a determinação das vazões indisponibilizadas e a descrição da base conceitual relacionada estão apresentados no capítulo 5, *Metodologia Proposta para a Cobrança pelo Uso da Água para o Setor Hidrelétrico Brasileiro*. Primeiramente, são feitas considerações gerais sobre os aproveitamentos hidrelétricos; descritos os principais impactos gerados nas bacias hidrográficas pela implantação de reservatórios; e apresentados os conceitos e definições envolvidos na formulação da metodologia, com ênfase para os métodos da curva de permanência e dos *déficits* de água. Conclui-se o capítulo com o detalhamento da metodologia proposta à luz dos conceitos apresentados.

O capítulo 6, *Estudo de Caso: Rio Iguaçu e Rio Paranapanema*, apresenta uma breve descrição dos rios e das usinas hidrelétricas estudadas e os resultados obtidos quando da aplicação da metodologia desenvolvida. Ao fim do capítulo são comentados os resultados obtidos.

O capítulo 7, *Conclusões e Recomendações*, apresenta as principais conclusões e recomendações dessa pesquisa.

Por último, no item *Referências*, são apresentadas as referências bibliográficas consultadas para a elaboração dessa tese.

2 GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

A água era considerada, até recentemente, por grande parte das sociedades do planeta, um recurso natural renovável e abundante, que poderia atender a todos os usos sem restrições. No entanto, a partir da segunda metade do século passado, o crescimento demográfico, o uso intensivo da água nos processos produtivos e a poluição gerada pelo conjunto de atividades humanas, provocaram uma drástica reavaliação dos conceitos de recurso renovável e abundante. As sociedades de vários países industrializados conscientizaram-se dos graves riscos que corriam caso não mudassem a maneira de administrar o uso de suas águas. A partir de então, muitos países começaram a incorporar em suas legislações modelos para gerenciar e preservar os recursos hídricos (CORDEIRO NETTO, 2004).

Esse capítulo apresenta, inicialmente, o panorama da evolução histórica da gestão das águas no Brasil e no mundo. Na seqüência são mostrados os principais marcos relacionados aos recursos hídricos brasileiros, com destaque para a edição da Lei nº 9.433/97, também conhecida como Lei das Águas. Estão descritos, entre outros, os objetivos da lei, os instrumentos de gestão, e considerações acerca da PNRH e do SINGREH em fase de implementação no país. Ao longo do texto, sempre que possível, é dada ênfase aos temas “cobrança pelo uso da água” e “setor hidrelétrico”, por serem os temas principais deste trabalho.

2.1 PANORAMA MUNDIAL DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA

Estudos apontam que a quantidade total de água na Terra é de aproximadamente 1,39 bilhão de km³ e que esta quantidade tem permanecido aproximadamente constante durante os últimos 500 milhões de anos. Estima-se que, do volume total de água, somente 2,53% são de água doce. Grande parte dessa água doce está armazenada nos lençóis subterrâneos, nas calotas polares e geleiras, sendo que a parte contida em lagos e rios, que corresponde à forma mais acessível ao uso humano e dos ecossistemas em geral, representa apenas 0,26% do volume de água doce da Terra e cerca de 0,007% do volume total de água (CHOW; MAIDMENT; MAYS, 1988).

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), estima-se que, atualmente, há no mundo mais de 1,2 bilhão de pessoas sem acesso à água potável, representando cerca de 20% da população mundial. Está previsto que a população mundial, no ano 2050, será de aproximadamente 10 bilhões de habitantes, o que representa um acréscimo de 4 bilhões na população atual, enquanto a quantidade de água disponível para o uso permanecerá a mesma (UNESCO, 2006).

A distribuição espacial dos recursos hídricos é muito variável, assim como a distribuição demográfica e por consequência a demanda pela água. Estima-se que a demanda total de água no mundo representa menos de 10% do volume total disponível. Assim, em nível global, não há escassez hídrica, porém, devido a distribuição irregular dos recursos hídricos, algumas áreas sofrem permanentemente com a falta de água (SETTI *et al.*, 2001).

O Brasil ocupa uma posição privilegiada perante a maioria dos países quanto ao volume de recursos hídricos disponível. Estima-se que 13% de toda a água doce do planeta encontra-se no Brasil. Porém, aproximadamente 73% dessa água doce encontra-se na bacia Amazônica, que é habitada por menos de 5% da população brasileira. Portanto, apenas 27% dos recursos hídricos brasileiros estão disponíveis para 95% da população.

Cabe mencionar que a escassez hídrica no Brasil apresenta um viés cultural associado. A idéia da abundância de água, que serviu durante muito tempo como suporte para a cultura do desperdício e para a não realização dos investimentos necessários para a manutenção da quantidade e qualidade dos recursos hídricos, tem contribuído para agravar o problema da falta de água em diversas regiões, principalmente nas grandes regiões metropolitanas.

2.2 EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA GESTÃO DAS ÁGUAS NO MUNDO

Diante do crescimento econômico e populacional vivenciado principalmente na segunda metade do século XX, diversos países, principalmente na Europa, começaram a adotar e implantar modelos de gestão de recursos hídricos. Esses modelos, alguns burocráticos e centralizados e outros descentralizados e participativos, consideram, na grande maioria, a cobrança pelo uso da água como

instrumento de racionalização do uso, como fonte de geração de recursos financeiros e, em alguns casos, como forma de recuperação de custos para a implementação de ações relacionadas ao aumento da disponibilidade hídrica e à melhoria da qualidade da água.

A partir da década de 70, o contexto internacional em matéria ambiental, já preconizava a necessidade de uma nova concepção a ser adotada pelos governos em relação ao meio ambiente. No entanto, a primeira grande discussão internacional sobre a adoção de políticas envolvendo aspectos ambientais ocorreu em 1972, após a publicação do relatório “Os Limites para o Crescimento”. Esse relatório mostrava especial preocupação com a industrialização acelerada, o forte crescimento populacional, a crescente crise na produção de alimentos, o esgotamento dos recursos naturais não renováveis e a degradação irreversível do meio ambiente (TAYRA, 2002). No mesmo ano, foi realizada a Conferência de Estocolmo sobre Meio Ambiente, que estabeleceu como princípios a necessidade de preservar e controlar os recursos naturais por meio do planejamento e da gestão integrada desses recursos.

A crescente preocupação em escala mundial com relação à escassez, à deterioração e ao uso ineficiente da água doce, culminou com a realização da primeira Conferência das Nações Unidas específica sobre água em 1977, na cidade de Mar del Plata, na Argentina. Essa conferência recomendou a cada país a elaboração de uma declaração geral de políticas em relação ao uso, à ordenação e à conservação da água, como marco de planejamento e execução de medidas concretas para uma gestão eficiente dos recursos hídricos.

Importantes avanços relativos à questão ambiental se deram ao final da década de 80 quando o conceito de desenvolvimento sustentável torna-se mundialmente conhecido com a publicação, em 1987, do relatório “Nosso Futuro Comum” pela Comissão Mundial do Meio Ambiente e Desenvolvimento, conhecida como Comissão Brundtland. O relatório alertava para a necessidade da adoção de um modelo de desenvolvimento “ecologicamente prudente, economicamente viável e socialmente justo”, como forma de manter o progresso e garantir a sustentabilidade do planeta, sob pena de se esgotarem os recursos naturais.

Dando continuidade a essa discussão, foi realizada em janeiro de 1992, em Dublin, na Irlanda, a Conferência Internacional das Nações Unidas sobre Água e Meio Ambiente, que se constituiu em preparatória para a conferência de junho do

mesmo ano no Rio de Janeiro. Essa conferência apontou a existência de sérios problemas relacionados à disponibilidade de água para a humanidade e estabeleceu princípios para a gestão sustentável da água, entre os quais o reconhecimento do valor econômico da água (SETTI *et al.*, 2001).

Muitas das propostas advindas das conferências anteriores foram aperfeiçoadas e consolidadas na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, também conhecida como ECO-92, realizada em junho de 1992, no Rio de Janeiro. Nessa conferência, foram produzidos vários documentos, entre os quais se destaca a Agenda 21, que definiu compromissos entre a comunidade internacional, com vistas a preparar o mundo para os desafios do século XXI. Destaca-se que um dos 40 capítulos da Agenda, o de número 18, é dedicado à proteção da qualidade e do abastecimento dos recursos hídricos, dando grande ênfase à necessidade do planejamento participativo como forma de promover o desenvolvimento integrado e sustentável dos recursos hídricos. Uma das principais recomendações da Agenda 21 é a implementação da cobrança pelo uso da água, como forma de garantir a sustentabilidade hídrica do planeta.

Dez anos após a ECO-92, a ONU realizou a Conferência de Johannesburg, na África do Sul. O objetivo principal da conferência foi o de rever as metas propostas pela Agenda 21 e direcionar as realizações para as áreas que requeriam um esforço adicional para sua implementação. Entretanto, o evento tomou outro direcionamento, com discussões quase que exclusivamente de cunho social. Tinha-se a expectativa de que a conferência levaria à definição de um plano de ação global, capaz de conciliar as necessidades legítimas de desenvolvimento econômico e social da humanidade, com a obrigação de manter o planeta habitável para as gerações futuras. Porém, os resultados práticos da conferência foram muito pequenos, frustrando governantes e a sociedade.

A partir da década de 90, começam a prosperar eventos envolvendo como tema central a água, entre os quais se destacam os fóruns mundiais de água. Estes fóruns, realizados a cada três anos, reúnem representantes de organizações governamentais e não governamentais, de instituições financeiras, além de cientistas e especialistas para tratar de temas diversos ligados aos recursos hídricos.

O I Fórum realizou-se em 1997, em Marrakesh, no Marrocos. Dando prosseguimento às discussões ali iniciadas, foi realizado em 2000, em Haia, na Holanda, o II Fórum Mundial da Água, que reuniu 118 ministros de Estado e contou

com a participação de mais de 4.500 especialistas de todo o mundo. Nesse evento foi emitida a Declaração Ministerial de Haia sobre a Segurança da Água no Século XXI, a qual reflete a preocupação com a escassez hídrica e a qualidade das águas, fruto da ausência de planejamento e da gestão inadequada dos recursos hídricos.

O III Fórum Mundial da Água foi realizado no Japão, em março de 2003. Nesse fórum, discutiram-se as ações tomadas pelos diferentes países para implementar o manejo integrado dos recursos hídricos e as estratégias adotadas pela comunidade internacional para atender os objetivos da Declaração do Milênio, definidos em setembro de 2000, em Nova Iorque, nos Estados Unidos.

Em março de 2006, realizou-se o IV Fórum Mundial das Águas, na Cidade do México. O evento deu prioridade às experiências locais de gestão para enfrentar os desafios globais na busca pela manutenção da qualidade e quantidade de água no futuro.

O V Fórum Mundial das Águas teve lugar em Istambul, na Turquia, em março de 2009. O componente temático principal foi a definição de estratégias de adaptação da gestão da água face às mudanças globais, incluindo a variabilidade e as mudanças climáticas.

Todo esforço da ONU e de outras entidades internacionais, no que se refere à busca da sustentabilidade hídrica, têm induzido vários países a aprofundar a discussão sobre qual a forma mais adequada de gestão de seus recursos hídricos. Muitos países têm optado pelo aperfeiçoamento e posterior implementação de modelos de gerenciamento de recursos hídricos consagrados e que tenham produzido resultados positivos em outros países. Exemplo clássico é o aperfeiçoamento do modelo francês, base do sistema de gerenciamento dos recursos hídricos no Brasil, ora em fase de implementação. Para Cordeiro Netto e Coimbra (1995, p. 57), a variedade de modelos disponíveis é função das “características climáticas, socioeconômicas e ambientais dos países, e a influência por elas exercidas sobre as condições de disponibilidade e de qualidade dos recursos hídricos, superficiais e subterrâneos”.

2.3 EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA GESTÃO DAS ÁGUAS NO BRASIL ATÉ A CONSTITUIÇÃO FEDERAL DE 1988

O crescimento industrial e das cidades verificado, principalmente, a partir do final do século XIX, teve como conseqüência direta o aumento da demanda por água. O uso mais intenso dos recursos hídricos, associado ao compromisso de garantir o fornecimento aos múltiplos usuários, fez emergir a necessidade do estabelecimento de normas e instrumentos legais para o gerenciamento dos recursos hídricos.

Neste contexto, a produção de energia elétrica, a partir do aproveitamento de potenciais hidrelétricos, é um notório fator de incremento pelo interesse em sistemas legais e institucionais de controle do uso da água, como forma de propiciar maior segurança aos investidores, que eram, à época, na maioria privados. Mas foi somente com o advento da República que a sociedade brasileira iniciou seus primeiros passos para a conformação de um aparato legal e institucional destinado ao controle sobre o uso dos seus recursos naturais, entre os quais a água.

A primeira Constituição Republicana, promulgada em 24 de fevereiro de 1891, continha somente uma referência indireta ao uso dos recursos hídricos, quando tratava da navegação relacionada ao comércio. Esse texto reconhecia o direito à propriedade, sem especificar a dominialidade das águas, entendendo-se, portanto, que esta acompanhava a propriedade do solo.

Para Carrera-Fernandez e Garrido (2002) não houve, na época, a preocupação com a imposição de regulamentos para o uso e para as múltiplas finalidades a que se prestam os recursos hídricos, ficando relegadas ao Código Civil de 1916, disposições quanto à prevenção ou solução de conflitos gerados pelo uso desses recursos. O Código de 1916 fez a primeira menção, ainda que de maneira indireta, à possibilidade de cobrança pelo uso dos recursos hídricos, ao assegurar em seu art. 68, que o “uso comum dos bens públicos pode ser gratuito ou retribuído, conforme as leis da União, dos estados ou dos municípios a cuja administração pertencerem”.

Entretanto, como os serviços concedidos permaneciam precários, tanto os investidores como os usuários da água careciam de instrumentos jurídicos mais condizentes, capazes de assegurar bases mais sólidas ao desenvolvimento nacional. Assim, após longos anos de discussões sobre a matéria, em 10 de julho de

1934, foi sancionado o Decreto Federal nº 24.643, que ficou conhecido como Código de Águas. Este código, considerado extremamente inovador para a época e mundialmente respeitado como uma das mais completas normas legais sobre águas, já continha elementos dos atuais conceitos de outorga e cobrança pelo uso da água. O princípio da cobrança está caracterizado pelo uso retribuído, expresso no art. 36 do Código de Águas, ao definir que o “uso comum das águas pode ser gratuito ou retribuído, conforme as leis e regulamentos da circunscrição administrativa a que pertencerem”. A alusão a outorga se faz claramente no art. 43, ao definir que “as águas públicas não podem ser derivadas para as aplicações da agricultura, da indústria e da higiene, sem a existência de concessão administrativa”, e também no art. 63, quando estabelece que “as concessões ou autorizações para derivação que se destine à produção de energia hidrelétrica, serão outorgadas pela União”. Portanto, quem quisesse fazer uso do recurso hídrico deveria obter a concessão do poder público.

A despeito da característica de vanguarda, vários itens dispostos no Código de 1934 não foram aplicados, em razão de não terem sido objeto de legislação complementar. Cabe destacar que o mesmo não ocorreu com os itens relativos ao setor elétrico, para o qual o Código se constituiu em marco regulatório fundamental, proporcionando as bases para a notável expansão do aproveitamento do potencial hidrelétrico que ocorreu nas décadas seguintes (BARTH, 1999).

Do ponto de vista do crescimento econômico, o Código de Águas foi um dos instrumentos utilizados pelo Governo Federal para romper o estágio anterior da economia essencialmente agrícola, assumindo compromissos com a industrialização do país através da garantia de produção de energia elétrica. Iniciava-se a predominância do setor elétrico sobre os demais setores, no que se refere à gestão de recursos hídricos, e se consolidava a vocação pela produção de energia a partir de usinas hidrelétricas.

Neste contexto, surgiu, em 1939, o Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica (CNAEE), incorporado em 1968 ao Ministério de Minas e Energia (MME), criado pela Lei nº 3.782, de 22 de julho de 1968. A Divisão de Águas do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), transformou-se no Departamento Nacional de Águas e Energia (DNAE), alterado posteriormente para Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE), pelo Decreto-Lei nº 689, de 18 de julho de 1969, o qual também extinguiu o CNAEE. O DNAEE, órgão

gestor dos aproveitamentos hidrelétricos no país encarregado de planejar, coordenar e executar os estudos relacionados aos recursos hídricos, foi extinto quando da criação da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), pela Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996.

Do ponto de vista institucional, o período após a instituição do Código de Águas se caracterizou pela consagração do modelo burocrático de gestão de recursos hídricos, cujo principal objetivo era cumprir e fazer cumprir os dispositivos legais, com concentração do poder nas instituições públicas que aprovavam concessões e autorizações de uso da água, licenciamento de obras, ações de fiscalização, de interdição ou multa, entre outras. Além das dificuldades estruturais de operacionalização dos seus instrumentos, esse modelo era omissivo no tocante ao planejamento estratégico, e apresentava falhas na geração de recursos para o seu funcionamento.

Diante do processo de industrialização do país verificado a partir de 1970, as preocupações com os aspectos relacionados à conservação quantitativa e qualitativa dos recursos hídricos começaram, ainda que lentamente e não sem resistências, a figurar na agenda das instituições, cujas atribuições estavam direta ou indiretamente relacionadas a essa questão. Nesse período, foram iniciadas as primeiras experiências em gestão integrada por bacia hidrográfica, por iniciativa do Governo Federal. Nesse contexto, cita-se o acordo entre o MME e o Governo do Estado de São Paulo, celebrado em 1976, com o objetivo básico de melhorar as condições sanitárias dos rios Tietê e Cubatão, por intermédio da adequação, planejamento e execução de obras hidráulicas na Grande São Paulo e na Baixada Santista. Os resultados positivos advindos desse acordo contribuíram para confirmar a necessidade de integração das ações no campo dos recursos hídricos, e impulsionaram a criação, em nível nacional, do Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas (CEEIBH), com a finalidade de promover a utilização racional dos recursos hídricos das bacias hidrográficas dos rios federais, por meio da integração dos planos e estudos setoriais que se encontravam em desenvolvimento nas diferentes instituições. Destaca-se, nessa época, a edição de Portarias Interministeriais, que recomendaram a classificação e o enquadramento dos corpos de água brasileiros (BRASIL, 2006a).

Em 1983, foi realizado, em Brasília, o Seminário Internacional de Gestão de Recursos Hídricos, com a participação de especialistas da França, da Inglaterra e da

Alemanha, representando o início dos debates nacionais relativos a essa temática. A partir daí foram realizados vários encontros de órgãos gestores de recursos hídricos, com o objetivo de discutir e avaliar a situação dos recursos hídricos no país (BRASIL, 2006a). Em outubro de 1986, o MME criou um Grupo de Trabalho, cujo relatório recomendou a criação e instituição do SINGREH e dos Sistemas Estaduais de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Também recomendou a busca de subsídios financeiros para instituir a PNRH e a adaptação do CEEIBH e dos respectivos comitês executivos de bacias hidrográficas para o novo sistema proposto. O resultado de todo esse processo culminou na inclusão de dispositivo específico na Constituição Federal de 1988, referente à instituição do SINGREH como competência da União (SETTI *et al.*, 2001).

2.4 A NOVA ERA NA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL

A promulgação da Constituição Federal de 1988 representa um marco referencial na gestão integrada dos recursos hídricos no Brasil. A constituição vigente determinou em seu art. 21, inciso XIX, ser de competência da União “instituir sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e definir critérios de outorga de direitos de seu uso”. O texto constitucional aboliu também a figura da propriedade privada da água, que era prevista no Código de Águas, dividindo o domínio das águas entre a União, Estados e Distrito Federal.

Para Granziera (2001), o fato da constituição prever a instituição do SINGREH e atribuir à União a competência privativa de legislar sobre recursos hídricos, indica o caráter nacional da política de recursos hídricos. Na prática, entretanto, a questão da dominialidade das águas tem se constituído em um grande desafio para a implementação da gestão de recursos hídricos em bacias compartilhadas entre União e as Unidades da Federação.

O Projeto de Lei nº 2.249, que instituiria a PNRH e criaria o SINGREH, iniciou o processo de tramitação no Congresso Nacional em 1991. Esse projeto tramitou por mais de cinco anos, marcado por um processo de amplos debates, seminários e audiências públicas, tendo recebido dois substitutivos e diversas propostas de emendas.

Nesse ínterim, ocorreram importantes mudanças na esfera institucional no que se refere aos recursos hídricos. Ressalta-se a transferência, em 1995, da responsabilidade sobre a gestão dos recursos hídricos do MME para o Ministério do Meio Ambiente (MMA), e a criação, na estrutura do MMA, da Secretaria de Recursos Hídricos (SRH), atual Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano (SRHU), que tinha na época de sua criação, entre suas competências, a responsabilidade pela divulgação e discussão do Projeto de Lei nº 2.249, que se encontrava em tramitação no Congresso Nacional.

Finalmente, após cinco anos de intensos debates, e refletindo as recomendações resultantes da Conferência de Dublin, referendadas na ECO-92, por intermédio da Agenda 21, foi sancionada a Lei Federal nº 9.433, em 8 de janeiro de 1997. Essa lei, também conhecida como Lei das Águas, instituiu a PNRH e criou o SINGREH.

A Lei nº 9.433/97, pelo seu processo de construção e conteúdo, se constitui em uma das mais modernas e arrojadas propostas de gestão pública de nosso país, representando um marco na implementação do sistema de gestão integrado e participativo no Brasil. Essa lei teve por função precípua corrigir o rumo da gestão de recursos hídricos no Brasil, uma vez que o ordenamento jurídico anterior e os modelos de gerenciamento até então adotados, não foram capazes de incorporar meios para combater a escassez hídrica, a poluição dos rios e os conflitos de uso, tampouco promoveram a gestão descentralizada, participativa e sustentável dos recursos hídricos.

Apesar da edição da Lei das Águas ter se dado em 1997, muitos estados brasileiros já tinham suas leis de recursos hídricos. São Paulo foi o primeiro estado a discutir o tema, tendo promulgado a sua lei estadual de recursos hídricos em dezembro de 1991. Na seqüência, em 1992, foi a vez do estado do Ceará, seguido pelo Distrito Federal, em julho de 1993. No ano seguinte, Minas Gerais, Santa Catarina e Rio Grande do Sul sancionaram suas leis de recursos hídricos. Atualmente, todos os estados e o Distrito Federal já promulgaram suas leis de recursos hídricos.

Após a promulgação da Lei nº 9.433/97 os trabalhos da SRH passaram a ser orientados pelo estabelecido nesse instrumento legal. Em junho de 2003 as atribuições da SRH foram redefinidas pelo Decreto 4.755, competindo-lhe propor a formulação da PNRH, bem como acompanhar e monitorar sua implementação. Em

abril de 2007, suas atribuições foram novamente redefinidas, através do Decreto 6.101, incorporando a gestão de ambientes urbanos e de revitalização de bacias urbanas, passando a se chamar SRHU.

Em 17 de julho de 2000, foi promulgada a Lei nº 9.984, que dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas (ANA), uma autarquia sob regime especial, com autonomia administrativa e financeira, vinculada ao MMA, com competência para implementar a PNRH e coordenar o SINGREH. Cabe à ANA a implantação e aplicação da Lei nº 9.433/97, segundo os princípios, instrumentos e arranjo institucional previstos. Cabe destacar, que a partir da criação da ANA, o interesse pelos recursos hídricos vem aumentando consideravelmente, ao serem apresentados pela mídia reflexões e debates, não só de especialistas do setor, mas de toda a sociedade, numa indicação de que um grande passo está sendo dado no Brasil no sentido da implantação de um modelo sustentável de desenvolvimento, baseado no aproveitamento racional da água e na gestão descentralizada e participativa.

O novo modelo de gerenciamento adotado no Brasil representa um marco institucional importante, incorporando princípios e instrumentos de gestão inteiramente novos, embora já aceitos e praticados em outros países. Campos e Studart (2003) definem o modelo adotado pelo Brasil como sendo uma estrutura sistêmica, na forma de matriz institucional de gerenciamento, responsável pela execução de funções específicas e que adota como fundamentos o planejamento estratégico por bacia hidrográfica, a tomada de decisão por intermédio de deliberações multilaterais e descentralizadas, e o estabelecimento de instrumentos legais e financeiros.

2.4.1 Lei nº 9.433/97 - Lei das Águas

A Lei nº 9.433, sancionada em 08 de janeiro de 1997, também conhecida como Lei das Águas, instituiu a PNRH e criou o SINGREH.

Na seqüência, apresenta-se, de forma sucinta, os fundamentos, objetivos e os instrumentos de gestão definidos na lei para a PNRH. A estrutura do SINGREH e os órgãos relacionados são também descritos.

2.4.1.1 Fundamentos da PNRH

O art. 1 da Lei nº 9.433/97 apresenta os fundamentos da PNRH, descritos e comentados a seguir.

- *a água é um bem de domínio público*

Não existe mais a dominialidade privada prevista no Código de Águas. A água é de domínio da União e dos Estados, e deve ser encarada como propriedade da coletividade.

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

Visa a disciplinar o uso racional da água para minorar o quadro de escassez. Esse fundamento serve de base para a instituição da cobrança pelo uso da água bruta.

- *em situações de escassez o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais*

Define a prioridade dos usos, expressando a ordem de acesso à água nos casos de escassez. É uma regra formal de alocação de água em casos de estresse hídrico.

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

Preconiza o acesso à água em condições de igualdade para todos os setores usuários, respeitados os usos prioritários definidos no fundamento anterior. Refere-se à maximização dos benefícios oferecidos pelos corpos de água, sem permitir a hegemonia de um usuário sobre os demais.

- *a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da PNRH e atuação do SINGREH*

Dado o caráter dinâmico dos recursos hídricos e as inter-relações entre os usuários além das fronteiras entre municípios, estados e países, a adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento constitui-se na opção técnica mais adequada para a gestão dos recursos hídricos.

- *a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades*

Esse princípio expressa o princípio da subsidiaridade, segundo o qual tudo que pode ser decidido em níveis hierárquicos mais baixos não será resolvido por níveis mais altos. Refere-se ao “pensar globalmente e agir localmente”. Esse fundamento evidencia que a participação de todos no processo decisório confere maior legitimidade à PNRH e ao SINGREH.

2.4.1.2 Objetivos da PNRH

Os objetivos da PNRH, definidos no art. 2 da Lei nº 9.433/97, são assim expressos (BRASIL, 2004, p. 23-24):

- “I - assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;
- II - a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;
- III - a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.”

Para garantir o atendimento dos objetivos expressos na lei, foram definidos, na mesma lei, cinco instrumentos de gestão: os planos de recursos hídricos; o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água; a outorga de direitos de uso de recursos hídricos; a cobrança pelo uso de recursos hídricos; e o sistema de informações sobre recursos hídricos.

2.4.1.3 Instrumentos de gestão da PNRH

2.4.1.3.1 Planos de recursos hídricos

Os planos de recursos hídricos são “planos diretores que visam a fundamentar e orientar a implementação da PNRH e o gerenciamento dos recursos hídricos” (BRASIL, 2004, p. 25). São planos de longo prazo, com horizonte de planejamento compatível com o período de seus programas e projetos, elaborados por bacia hidrográfica (Planos de Bacia Hidrográfica), por estado (Planos Estaduais de Recursos Hídricos) e para o país (Plano Nacional de Recursos Hídricos). Em acordo com o art. 7 da Lei nº 9.433/97, devem ter o seguinte conteúdo mínimo (BRASIL, 2004, p. 25):

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

O plano de recursos hídricos de determinada bacia hidrográfica, apesar de contemplar diretrizes e normas gerais, não pode ser usado diretamente em outras bacias, uma vez que reflete as características regionais e locais próprias da bacia em questão. Outro fator importante diz respeito ao caráter dinâmico que os planos precisam ter. Revisões periódicas são fundamentais para que o plano seja de fato o reflexo da realidade da bacia (RIZZI, 2003).

É importante ressaltar que o plano de recursos hídricos é um pré-requisito para a implementação da cobrança, visto que é preciso que se defina inicialmente onde e como os recursos serão utilizados, para então proceder a arrecadação. Além disso, o plano deve ser, desde a sua fase de elaboração, amplamente discutido com a sociedade para que reflita seus anseios e tenha legitimidade. Planos sem consulta à sociedade correm o risco de não atingirem os resultados esperados, desperdiçando tempo e recursos.

2.4.1.3.2 Enquadramento dos corpos de água em classes

O enquadramento dos corpos de água em classes de uso preponderante tem o objetivo de assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas, e diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes. As classes são estabelecidas pela legislação ambiental (BRASIL, 2005b), podendo ser definida uma única classe de enquadramento para toda a bacia ou várias classes para os diferentes trechos.

Na prática, o enquadramento refere-se ao nível de qualidade a ser atingido ou mantido, função dos usos pretendidos e da disposição a pagar dos usuários pelas intervenções necessárias para atingir ou manter o nível pretendido.

2.4.1.3.3 Outorga de direito de uso dos recursos hídricos

A outorga de direito de uso dos recursos hídricos é o ato administrativo (Autorização) mediante o qual o poder público outorgante (União, Estado ou Distrito Federal) faculta ao outorgado (Requerente) o direito de uso de recurso hídrico, por prazo determinado, nos termos e nas condições expressas no respectivo ato administrativo (ANA, 2008).

A outorga de direito de uso não deve ser confundida com a concessão de serviço público, como é o caso do abastecimento de água ou fornecimento de energia elétrica, que possuem suas regras próprias. O poder outorgante de direito de uso da água é o Governo Federal ou Estadual, conforme o caso, enquanto o poder concedente de serviço público é o Governo Municipal no caso de abastecimento público, ou o Governo Federal no caso da produção de energia elétrica. A outorga dá ao usuário apenas o direito de uso da água, sem aliená-la. Para Kelman (1997a, 2000), a outorga constitui-se numa garantia de acesso à água, e sendo a água um bem escasso, esta garantia passa a ter valor econômico.

A outorga compatibiliza as demandas e as disponibilidades hídricas de cada bacia, constituindo-se em elemento central no planejamento do uso dos recursos hídricos das bacias. Ademais, a outorga passou a ser indispensável para obtenção de licenciamento ambiental de empreendimentos hídricos, na certificação de qualidade para empreendimentos industriais, e como garantia para obtenção de financiamento junto a instituições privadas e públicas para execução de obras hídricas.

Estão sujeitos à outorga os seguintes usos: captação; lançamento de efluentes; extração de água de aquífero subterrâneo; aproveitamento de potenciais hidrelétricos; e outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo hídrico. A outorga para lançamento de efluentes objetiva integrar a gestão da quantidade e da qualidade de recursos hídricos, sendo considerada uma abordagem pioneira e inovadora no contexto mundial.

Independem de outorga pelo poder público o uso de recursos hídricos para a satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais distribuídos no meio rural e os usos considerados insignificantes. A definição dos usos insignificantes está a cargo de cada comitê de bacia, o que representa uma flexibilização da lei para levar em conta diferenças regionais entre bacias.

2.4.1.3.4 Cobrança pelo uso dos recursos hídricos

A cobrança pelo uso dos recursos hídricos é o instrumento de gestão que visa a garantir a utilização eficiente da água, na medida que busca corrigir as distorções de uso e combater o desperdício, garantindo um padrão aceitável de preservação da água. Além de racionalizar o uso, a cobrança atua também como mecanismo de incentivo para a melhora dos níveis de qualidade dos efluentes lançados nos sistemas hídricos.

A cobrança objetiva também arrecadar recursos para dar suporte financeiro ao sistema de gestão de recursos hídricos e às ações definidas pelos planos de bacia hidrográfica. Além disso, a cobrança deve indicar aos usuários que a água é um bem escasso e que possui um valor econômico, para que seja utilizada de forma racional, e que o seu uso atenda aos princípios do desenvolvimento sustentável.

Dos cinco instrumentos de gestão, a cobrança é talvez aquele que provoque maior polêmica. Isto se deve à diversidade de objetivos e mecanismos existentes e, sobretudo, à dúvida sobre o destino e a transparência na aplicação dos recursos arrecadados, suscitando por vezes, a falsa idéia que se trata de mais um imposto. Maiores considerações sobre a cobrança pelo uso da água estão apresentadas no capítulo 3 dessa tese.

2.4.1.3.5 Sistema de informações sobre recursos hídricos

O sistema de informações sobre recursos hídricos é “um sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão” (BRASIL, 2004, p. 29). É o instrumento de gestão essencial para subsidiar o processo de tomada de decisões em sistemas hídricos e importante ferramenta para democratização da informação.

O sistema de informações tem por objetivo reunir, dar consistência, divulgar e atualizar permanentemente os dados e informações sobre a situação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos no Brasil, fornecendo os subsídios necessários para os estudos de gestão, em especial na elaboração dos planos de recursos hídricos, estudos de concessão de outorga e de implementação da cobrança.

Os princípios norteadores para o funcionamento do sistema de informações são: a descentralização da obtenção e produção de dados e informações, a coordenação unificada do sistema, e o acesso aos dados e informações garantido a toda a sociedade. Estes fundamentos possibilitam que todos os usuários sejam beneficiados, tornando a gestão de fato participativa e democrática.

2.4.1.4 Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH)

O SINGREH tem por objetivos basilares a coordenação da gestão integrada dos recursos hídricos no Brasil e a implementação da PNRH. Integram o SINGREH os seguintes órgãos: o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), a ANA, os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal (CERHs); os Comitês de Bacia Hidrográfica; as Agências de Água e os órgãos dos poderes públicos federal, estadual, do Distrito Federal e municipal cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos. A figura 2.1 apresenta a estrutura do SINGREH.

Para Carvalho (2004), a atuação do SINGREH deve se basear na pactuação e integração dos planejamentos nas esferas setoriais e do governo, visando a articulação dos interesses públicos, sociais e econômicos, para construção de políticas públicas que sejam capazes de promover o desenvolvimento sustentável conjuntamente com a preservação dos recursos hídricos.

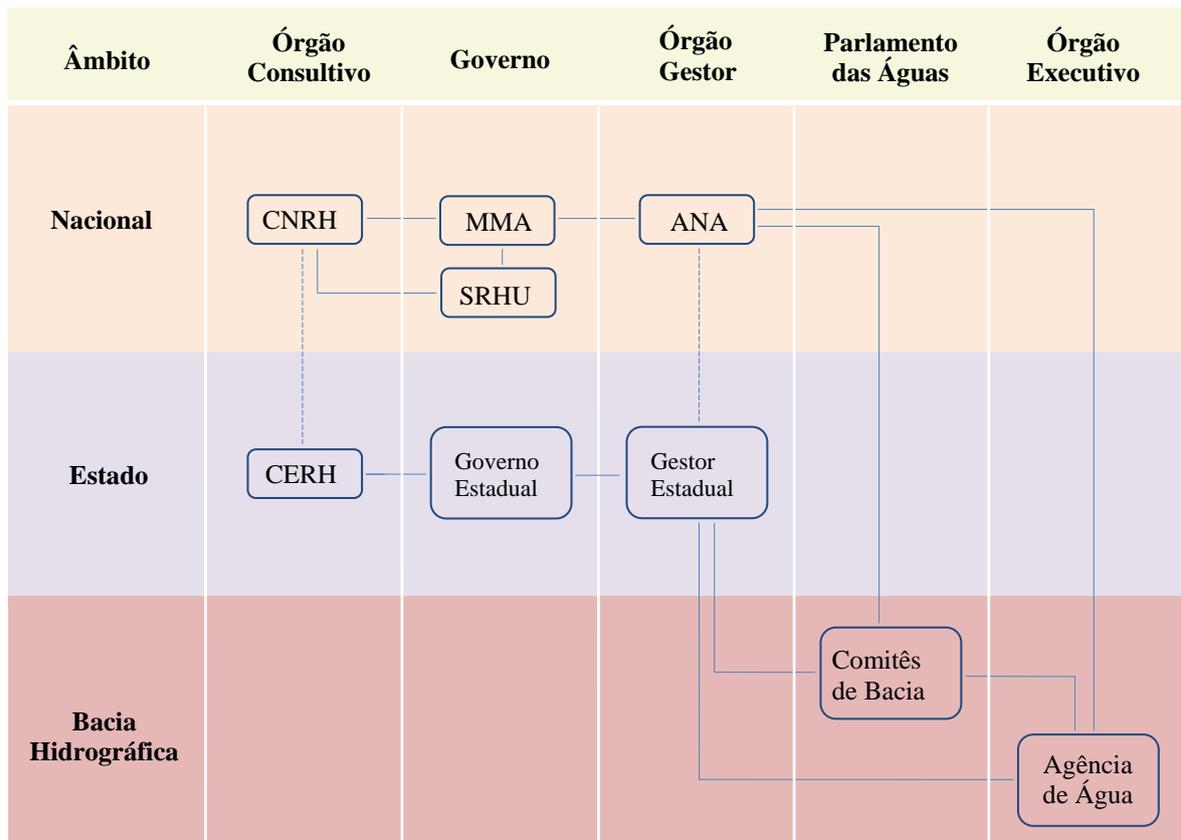


FIGURA 2.1 – ESTRUTURA DO SINGREH

2.4.1.4.1 Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH)

O CNRH é o órgão mais alto na hierarquia do SINGREH. Cabe a ele, entre outras atribuições, decidir sobre as grandes questões do setor de recursos hídricos, arbitrar em última instância administrativa os conflitos existentes entre conselhos estaduais, aprovar propostas de instituição de comitês de bacia, estabelecer critérios gerais para a outorga e cobrança, e deliberar sobre os assuntos de cobrança encaminhados pelos comitês.

Atualmente, o CNRH tem 57 conselheiros com mandato de três anos, sendo composto por representantes de ministérios e secretarias especiais da presidência da república; conselhos estaduais de recursos hídricos; usuários de recursos hídricos (irrigantes, indústrias, concessionárias e autorizadas de geração de energia hidrelétrica, pescadores e usuários da água para lazer e turismo, prestadoras de serviço público de abastecimento de água e esgotamento sanitário e hidroviários); e, por representantes de organizações civis de recursos hídricos (consórcios e associações intermunicipais de bacias hidrográficas, organizações técnicas e de

ensino e pesquisa, com interesse na área de recursos hídricos e organizações não-governamentais). Na estrutura atual do CNRH, o número de representantes do poder executivo federal não pode exceder à metade mais um do total de membros.

2.4.1.4.2 Agência Nacional de Águas (ANA)

Criada pela Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, a ANA é uma autarquia sob regime especial, com autonomia administrativa e financeira, vinculada ao MMA. As principais competências da ANA são:

- criar as condições técnicas para implementar a Lei das Águas;
- promover a gestão descentralizada e participativa, em sintonia com os órgãos e entidades que integram o SINGREH;
- implantar os instrumentos de gestão previstos na Lei 9.433/97, dentre eles, a outorga preventiva e de direito de uso de recursos hídricos, a cobrança pelo uso da água e a fiscalização desses usos;
- buscar soluções adequadas para dois graves problemas do país: as secas prolongadas (especialmente no Nordeste) e a poluição dos rios.

2.4.1.4.3 Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal (CERHs)

Os CERHs possuem atribuições semelhantes ao CNRH em nível estadual. A definição de suas atribuições, a forma de atuação e a composição são definidas pelas respectivas leis estaduais de recursos hídricos.

2.4.1.4.4 Comitês de Bacias Hidrográficas

Os comitês de bacias hidrográficas constituem-se no fórum de decisão dos assuntos relacionados à água, sendo, dessa forma, uma espécie de “parlamento das águas”. Os comitês possuem poder deliberativo e devem, entre outras atribuições:

- aprovar o plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica de sua área de atuação;

- arbitrar em primeira instância acerca de conflitos pelo uso da água;
- estabelecer mecanismos de cobrança e sugerir valores a serem cobrados.

Apesar das experiências anteriores de colegiados de bacia, os comitês propostos pela Lei das Águas têm poderes deliberativos e propõem uma estrutura totalmente nova na realidade institucional brasileira ao permitir a participação de outros atores da sociedade, como usuários e entidades civis, no processo de tomada de decisão.

Os comitês são compostos por representantes da União (no caso de comitês federais), dos estados, dos municípios, dos usuários e de entidades civis de recursos hídricos, cuja área de atuação se situe dentro da bacia.

O número de comitês de bacia instalados vem aumentando rapidamente nos últimos anos. Em meados de 2009, segundo informações da Rede Brasil de Organismos de Bacia (REBOB), encontravam-se instalados e em funcionamento 165 comitês, sendo 8 comitês de rios de domínio da União (REBOB, 2009).

2.4.1.4.5 Agências de Água

As agências de água funcionam como braço executivo e técnico dos comitês, cabendo a elas executar as decisões dos comitês. Destacam-se, entre suas atribuições, a elaboração dos estudos necessários para a gestão dos recursos hídricos em sua área de atuação (inclusive o plano da bacia) e a proposição dos mecanismos de cobrança, submetendo-os à aprovação pelo respectivo comitê. Efetuar a cobrança pelo uso da água, mediante delegação do poder outorgante, e acompanhar a aplicação dos recursos arrecadados, são também competências das agências.

2.4.1.5 Outros órgãos que atuam junto ao SINGREH

Além dos novos organismos criados pela Lei 9.433/97, outras instituições já existentes ou implementadas posteriormente também assumem importantes papéis neste novo quadro institucional, entre os quais destacam-se:

2.4.1.5.1 Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano (SRHU)

Entidade federal da estrutura do MMA, criada em 1995, para formular e acompanhar a implementação da PNRH, subsidiar a formulação do orçamento da União e atuar como Secretaria Executiva do CNRH. Em 2007 a Secretaria passou a incorporar novas competências referentes à gestão e política ambiental urbanas.

2.4.1.5.2 Gestor Estadual de Recursos Hídricos

O órgão gestor estadual de recursos hídricos, possui, em sua esfera de atuação, competências similares à ANA, com destaque para a emissão de outorga, implementação da cobrança e fiscalização do uso de recursos hídricos de domínio do estado.

2.4.1.5.3 Fundo Estadual de Recursos Hídricos

O Fundo Estadual é o órgão responsável pelo suporte financeiro do sistema de gestão das águas. Apesar de proposto em quase todas as leis de águas estaduais, este organismo não tem sido operacionalizado devido, principalmente, às dificuldades na implementação da cobrança pelo uso da água, que deverá se constituir na sua principal fonte de receitas (JOHNSSON *et al.*, 2003).

2.4.2 Lei nº 9.984/00 - Lei da ANA

Em 17 de julho de 2000, foi sancionada a Lei Federal nº 9.984, também conhecida por Lei da ANA. A ANA, como mencionado anteriormente, é uma autarquia sob regime especial, com autonomia administrativa e financeira, vinculada ao MMA, criada com a finalidade de implementar, em sua esfera de atribuições, a PNRH.

Entre suas atribuições destacam-se a responsabilidade pela implementação da outorga do direito de uso dos recursos hídricos e da cobrança pelo uso da água em rios de domínio da União, arrecadando, distribuindo e aplicando as receitas auferidas em conjunto com os comitês de bacia. No entanto, está previsto na lei que a ANA poderá delegar ou atribuir às agências de água, braço executivo dos comitês

de bacia, a execução de atividades de sua competência, de forma a minimizar a complexidade oriunda da diferenciação entre rios de domínio da União e de domínio estadual.

A Lei nº 9.984/00 introduziu dois conceitos importantes que dizem respeito à outorga pelo uso da água: a outorga preventiva e a declaração de reserva de disponibilidade hídrica. A outorga preventiva de empreendimentos hídricos se destina a reservar uma quantidade de água para o empreendedor que planeja a construção, no futuro, de um empreendimento hídrico na bacia. A declaração de reserva de disponibilidade hídrica, específica para aproveitamentos hidrelétricos, consiste no ato administrativo que garante a reserva de determinada quantidade de água, devendo ser solicitado pela ANEEL à ANA, anteriormente a instalação de empreendimentos hidrelétricos nas bacias hidrográficas. A reserva de disponibilidade hídrica será transformada automaticamente em outorga pelo uso de recursos hídricos, quando o empreendedor receber da ANEEL a concessão para uso do potencial de energia hidráulica.

No que se refere à cobrança pelo uso dos recursos hídricos e o setor elétrico, a Lei nº 9.984/00 introduziu uma mudança substancial. Esta inovação está expressa no art. 28, que trata da cobrança pelo uso da água para as usinas hidrelétricas, conforme reproduzido na seqüência (BRASIL, 2004, p. 51, grifo nosso):

“Art. 28. O art. 17 da Lei nº 9.648, de 27 de maio de 1998, passa a vigorar com a seguinte redação:

Art. 17. A compensação financeira pela utilização de recursos hídricos de que trata a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989, será de seis inteiros e setenta e cinco centésimos por cento sobre o valor da energia produzida a ser paga por titular da concessão ou autorização para exploração de potencial hidráulico aos estados, Distrito Federal e aos municípios em cujos territórios se localizarem instalações destinadas à produção de energia elétrica, ou que tenham áreas invadidas por águas dos respectivos reservatórios, e a órgãos da administração direta da União.

§ 1º Da compensação financeira de que trata o *caput*.

I – seis por cento do valor da energia produzida serão distribuídos entre os Estados, Municípios e órgãos da administração direta da União; nos termos do art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, com a redação dada por esta lei.

II – setenta e cinco centésimos por cento do valor da energia produzida serão destinados ao Ministério do Meio Ambiente, para aplicação na implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, nos termos do art. 22 da Lei nº 9.433, de janeiro de 1997, e do disposto nesta Lei.

§ 2º A parcela a que se refere o inciso II do § 1º constitui pagamento pelo uso de recursos hídricos e será aplicada nos termos do art. 22 da Lei nº 9.433, de 1997.”

Portanto, a cobrança pelo uso da água para o setor hidrelétrico está regulamentada em lei e vem sendo praticada. A base de cálculo dessa cobrança é a energia produzida e o valor cobrado corresponde ao percentual de 0,75% sobre o total da energia produzida. Este é o ponto central desta tese e será discutida em detalhes nos capítulos seguintes.

3 COBRANÇA PELO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS

As transformações demográficas e econômicas vivenciadas no século passado promoveram alterações significativas nos recursos ambientais do planeta, especialmente nos recursos hídricos. Em muitos países, o crescimento acelerado das cidades, do desmatamento, da industrialização e da agricultura, causou a escassez qualitativa e quantitativa desse recurso, gerando sérios conflitos de uso.

A evolução desse quadro de escassez promoveu a mudança do gerenciamento da oferta de um recurso tido como abundante e inesgotável para o gerenciamento da demanda de um recurso escasso. Novos paradigmas foram introduzidos, tentando unir visões de conservação e economia, culminando com a adoção, a partir da Conferência de Dublin em 1992, do conceito de “valor econômico da água”. Nesse contexto, no Brasil, a Lei nº 9.433/97 introduziu como um dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos a cobrança pelo uso da água.

Este capítulo é dedicado à apresentação e à discussão da cobrança pelo uso da água. Apresenta-se, inicialmente, a caracterização da cobrança, abordando os aspectos legais e os fatores relevantes da cobrança pelo uso da água, entre os quais os seus objetivos, as competências, as condicionantes e os usos relacionados. Na seqüência, discutem-se os componentes da estrutura dos principais mecanismos de cobrança, com destaque para as teorias econômicas e ambientais de formação dos preços unitários da água. Para finalizar, são abordadas as principais experiências de cobrança implementadas no Brasil até o presente, e feitas considerações acerca de algumas das mais importantes experiências de cobrança no âmbito internacional.

3.1 A COBRANÇA COMO INSTRUMENTO DE GESTÃO

A cobrança pelo uso da água como instrumento de gestão visa a garantir a utilização eficiente do recurso água e o combate ao desperdício, garantindo que o uso desse recurso atenda aos princípios do desenvolvimento sustentável. Além de racionalizar o uso, a cobrança atua como mecanismo de financiamento de programas e intervenções na bacia e como suporte financeiro ao sistema de gestão de recursos hídricos.

Conforme Carrera-Fernandez e Garrido (2002), a cobrança pelo uso da água é um dos instrumentos de gestão mais apropriados e eficazes para induzir o uso racional dos recursos hídricos e combater o uso perdulário da água, pois o desperdício que se praticava antes da sua implementação passa a ser contabilizado como prejuízo. Para os autores, a cobrança atua como forma de corrigir as externalidades negativas que os usuários impõem aos demais usuários do sistema ao utilizarem a água, seja como produto final, seja na produção de bens ou como diluente de poluentes. A cobrança passa a ser um mecanismo de correção das distorções entre o custo total associado a atividade econômica (custo social) e o custo advindo da produção de certo produto (custo privado), atuando como instrumento para internalização dos efeitos externos que cada usuário de um sistema hídrico impõe aos demais na sua decisão particular de utilizar a água.

É importante salientar que a implementação da cobrança, no contexto de gestão dos recursos hídricos, somente se justifica em bacias que apresentem escassez, problemas de qualidade ou conflitos de uso. Segundo Kelman (2000, p. 103) “a cobrança só deve ser implementada em bacias hidrográficas em que o conflito pelo uso ou a degradação ambiental já sejam problemas reais ou estejam prestes a eclodir”. Para Carrera-Fernandez e Garrido (2002, p. 103), a cobrança se justifica em situações em que “o balanço hídrico de uma bacia ou acumulação subterrânea se torne crítico, exigindo recursos para financiar ações, projetos e obras hidráulicas, bem como nos casos em que a poluição da água possa comprometer a sua qualidade”.

A cobrança pelo uso da água não existe de forma isolada e está vinculada aos demais instrumentos de gestão. Como a cobrança se aplica aos usos outorgados, é direta a sua inter-relação com a outorga. Da mesma forma, como a cobrança visa a arrecadar recursos para promover a recuperação ambiental da bacia, ela se relaciona com os demais instrumentos de maneira igualmente direta, uma vez que o padrão ambiental desejado para os corpos hídricos é expresso pelo enquadramento, as medidas de mitigação e/ou recuperação a serem realizadas com os recursos advindos da cobrança encontram-se explicitadas nos planos de bacia, e o sistema de informações fornece a base de dados para subsidiar a definição da cobrança.

Além disso, a Lei nº 9.433/97 imprime o caráter de negociação social ao instrumento da cobrança, pois o mesmo deve ser fruto de um amplo processo de

negociação nos comitês de bacia, afastando o conceito de um instrumento de caráter meramente arrecadador.

Contudo, quando se trata da implementação da cobrança, apesar de transcorridos mais de 10 anos da instituição deste instrumento, pouco se avançou. Além da dificuldade natural de implementação da cobrança, relacionada principalmente à falta de entendimento da necessidade de se cobrar pela água, associada a dúvidas quanto ao destino e à aplicação dos valores arrecadados, outras dificuldades de natureza institucional, técnica e administrativa têm dificultado ainda mais esta tarefa.

O sucesso da implementação da cobrança depende de vários fatores. Para Martinez Junior (2005), o ponto crucial está relacionado à aceitação da cobrança por parte dos usuários e da sociedade. Para o autor, as principais condicionantes para o êxito da cobrança no Brasil são:

- participação dos usuários e da sociedade na definição dos critérios e valores a serem cobrados, bem como na escolha dos programas a serem realizados com os recursos obtidos;
- implementação da cobrança de forma gradual, respeitando as particularidades das bacias;
- aplicação do princípio da equidade, quando da existência de cobrança federal e estadual;
- identificação dos impactos econômicos gerados pela cobrança sobre os produtos/insumos;
- garantia de não contingenciamento dos recursos arrecadados e da aplicação nas bacias onde foram originados.

3.2 ASPECTOS LEGAIS DA COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA NO BRASIL

O fundamento legal da cobrança pelo uso da água no Brasil remonta ao Código Civil de 1916, o qual estabeleceu que “a utilização dos bens públicos de uso comum pode ser gratuita ou retribuída, conforme as leis da União, dos estados e dos municípios a cuja administração pertencer”. No mesmo sentido, a cobrança pelo uso

dos recursos hídricos já estava prevista no Código de Águas de 1934, que em seu art. 3, dispunha que “o uso comum das águas pode ser gratuito ou retribuído, conforme as leis e regulamentos da circunscrição administrativa a que pertencem” (SILVA; BARRETO; NABINGER, 2005).

A cobrança também está explicitada no art. 21 da Lei nº 6.662/79, Lei de Irrigação, ao definir que “a utilização de águas públicas para fins de irrigação e atividades decorrentes, dependerá da remuneração a ser fixada de acordo com a sistemática estabelecida em regulamento”. Esta mesma lei, em seu art. 24, define que os usuários das águas eventuais deveriam pagar 50% dos valores estabelecidos para as águas permanentes (vazões mínimas), ficando claro que a lei já incorporava o princípio de que o custo da água cresce com a garantia no seu fornecimento (CAMPOS; STUDART, 2003).

Posteriormente, a Lei nº 6.938/81, que trata da Política Nacional do Meio Ambiente, impôs ao poluidor a obrigação de recuperar e ou indenizar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros, quando estes forem afetados por suas atividades (BRASIL, 1981).

A partir da década de 80, inicia-se uma nova visão da política de águas no Brasil, a qual sofre grande influência do processo em andamento na Europa, principalmente na França. Começam a prosperar novos conceitos para a política de águas, particularmente com relação à cobrança de águas brutas, entre os quais merecem destaque (BARTH; POMPEU, 1987):

- a água é um recurso limitado que desempenha papel importante no processo de desenvolvimento econômico e social, e impõe custos crescentes para sua obtenção, tornando-se um bem econômico de expressivo valor;
- a cobrança pelo uso da água é entendida como fundamental para a racionalidade de seu uso e conservação, e como instrumento de viabilização de recursos financeiros para seu gerenciamento;
- o uso da água para fins de diluição, transporte e assimilação de esgotos urbanos e industriais, por competir com outros usos, deve também ser objeto de cobrança.

O marco de todo o processo legal e institucional para os recursos hídricos no Brasil se dá, em 8 de janeiro de 1997, com a promulgação da Lei nº 9.433/97, a Lei das Águas. O art. 5 desta lei define a cobrança pelo uso dos recursos hídricos como um dos instrumentos de gestão da PNRH.

Apesar do aparato legal que abriga a cobrança, para alguns juristas a Lei nº 9.433/97, ao utilizar o termo genérico “cobrança pelo uso dos recursos hídricos”, deixou em aberto a questão da natureza jurídica da cobrança, abrindo espaço para discussões que tratam a cobrança como sendo simplesmente “mais um imposto ou taxa” a ser cobrado da sociedade. De acordo com Pereira (2002), essa mesma indefinição faz com que a cobrança do sistema francês (*redevances*), com mais de 40 anos de existência permaneça ainda em discussão, no que se tange à sua legalidade.

Segundo Pompeu (2000, p. 52), a cobrança prevista na lei não configura imposto uma vez que o “imposto se destina a cobrir despesas feitas no interesse comum, sem ter em conta as vantagens particulares obtidas pelos contribuintes”. Da mesma forma também não é taxa uma vez que “não se está diante do exercício de poder de polícia”. Para Cánepa, Pereira e Lanna (1999), a cobrança não pode ser considerada imposto pelo fato de se tratar de um pagamento pela utilização de um bem público para uso particular, enquanto imposto é entendido com um tributo exigido ao contribuinte pelo governo, independentemente da prestação de serviços específicos ou posse de um bem. Para Thomas (2002), a cobrança prevista na Lei nº 9.433/97 não pode ser considerada imposto, uma vez que os valores arrecadados devem ser aplicados prioritariamente na bacia onde forem arrecadados, conforme o plano de investimentos aprovado pelo comitê de bacia, enquanto que as receitas geradas na arrecadação de impostos são dirigidas normalmente para o caixa único do governo e aplicadas segundo as prioridades do próprio governo.

Finalmente, cabe registrar que de acordo com o ordenamento jurídico brasileiro atual, a água é considerada um bem público inalienável, de domínio da União ou dos estados, não podendo ser comercializada entre usuários.

3.3 ASPECTOS RELEVANTES DA COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA

3.3.1 Objetivos da cobrança

A cobrança pelo uso água apresenta uma diversidade de objetivos definidos no art. 19 da Lei nº 9.433/97, os quais são comentados na seqüência.

- *reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor*

Sendo a água um recurso natural finito se faz necessária a adoção de mecanismos que permitam a sua valoração, de forma a induzir a redução de consumo e a racionalização de seu uso.

- *incentivar a racionalização do uso da água*

A racionalização do uso da água baseia-se no pressuposto que “quanto mais um indivíduo tiver de pagar por um bem, mais racional será o seu uso” (ORTIZ, 1997 *apud* RIZZI, 2000).

- *obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos*

Consiste na instituição de um fundo financeiro que permita a realização de estudos e obras necessários para atingir as metas previstas nos respectivos planos de bacia.

Os objetivos da cobrança expressos na lei são de ordem econômica e financeira. Segundo Ribeiro e Lanna (2001), o objetivo financeiro está explícito quando se define como objeto da cobrança a obtenção de recursos financeiros para o financiamento de estudos, projetos, programas, obras e intervenções, contemplados nos planos de recursos hídricos. O objetivo econômico está contemplado quando é dado à água o reconhecimento de bem econômico e incentiva-se a racionalização de seu uso, com indicação de seu real valor aos usuários.

A Resolução nº 48 do CNRH explicita os objetivos da cobrança de forma mais detalhada (BRASIL, 2005a):

“I - reconhecer a água como bem público limitado, dotado de valor econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor;
 II - incentivar a racionalização do uso da água e a sua conservação, recuperação e manejo sustentável;
 III - obter recursos financeiros para o financiamento de estudos, projetos, programas, obras e intervenções, contemplados nos planos de recursos hídricos, promovendo benefícios diretos e indiretos à sociedade;
 IV - estimular o investimento em despoluição, reúso, proteção e conservação, bem como a utilização de tecnologias limpas e poupadoras dos recursos hídricos, de acordo com o enquadramento dos corpos de águas em classes de usos preponderantes;
 V - induzir e estimular a conservação, o manejo integrado, a proteção e a recuperação dos recursos hídricos, com ênfase para as áreas inundáveis e de recarga dos aquíferos, mananciais e matas ciliares, por meio de compensações e incentivos aos usuários.”

Resta claro, que esta resolução reforça os procedimentos de racionalização, conservação, recuperação e manejo sustentável das bacias hidrográficas, como forma de assegurar a sustentabilidade do recurso água.

3.3.2 Competências, condicionantes e usos sujeitos a cobrança

A responsabilidade para efetuar a cobrança está a cargo da entidade ou órgão gestor de recursos hídricos ou, por delegação destes, da agência de água da bacia ou entidade delegatária, de acordo com a área de atuação, conforme art. 44 da Lei nº 9.433/97. Para os rios de domínio da União, a Lei nº 9.984/00 define claramente, em seu art. 4, que essa atribuição cabe à ANA.

De acordo com a Constituição Federal de 1988, são considerados de domínio da União “os rios ou lagos que banhem mais de uma unidade federada, ou que sirvam de fronteira entre essas unidades, ou de fronteira entre o território do Brasil e o de um país vizinho ou dele provenham ou para ele se estendam”; e de domínio dos estados “as águas superficiais ou subterrâneas, que tenham sua nascente e foz dentro das unidades federadas”.

A Lei nº 9.433/97 estabelece em seu art. 20 que “serão cobrados os usos sujeitos a outorga”. Contudo, vale mencionar, que por decisão dos comitês, alguns usos, mesmo que outorgados, podem ser isentos da cobrança. Outro fato que se depreende do art. 20 é que a base de cálculo da cobrança é a vazão outorgada. Com isso, instituiu-se, no Brasil, uma abordagem que integra um instrumento econômico (cobrança pelo uso da água) a um instrumento de regulamentação ou

comando-e-controle (outorga). Para Kelman (2000) estando a cobrança associada à outorga, a tendência é de que cada usuário venha a solicitar a outorga correspondente à sua real necessidade. Segundo Martinez Junior e Braga (1995), a aplicação de instrumentos econômicos associados a instrumentos de regulamentação é utilizada em muitos países, pois aumenta a flexibilidade, a eficiência e a relação custo/eficácia da política ambiental.

A implementação da cobrança na bacia é limitada a prévia existência do cadastro dos usos outorgados na bacia. Porém, há também outros requisitos que são condicionantes para a implementação da cobrança, destacando-se:

- definição dos usos considerados insignificantes na bacia que são isentos de outorga e conseqüentemente da cobrança;
- programa de investimentos definido no plano de recursos hídricos e aprovado pelo conselho competente;
- proposta de cobrança tecnicamente fundamentada e aprovada pelo conselho competente;
- agência de água ou entidade delegatária implantada.

3.3.3 Critérios a serem considerados na definição da cobrança

O mecanismo de cobrança mais adequado para uma determinada bacia será função dos objetivos almejados para a bacia. A Lei nº 9.433/97 define no art.38 que compete aos comitês de bacia “estabelecer os mecanismos da cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados”. Fica evidente, que as principais decisões sobre a cobrança serão tomadas no âmbito da própria bacia, razão porque o exercício da cobrança é considerado como atividade descentralizada por excelência. Pressupõe-se um amplo processo de negociação, no qual os integrantes do comitê deverão discutir e definir qual o mecanismo de cobrança é mais viável, frente à situação ambiental, política e institucional da bacia. Normalmente, como há diversos grupos de interesse envolvidos nesta decisão, as discussões acerca do mecanismo a ser adotado podem tornar o processo bastante exaustivo e moroso.

Para Magalhães *et al.* (2003), um modelo de cobrança somente será bem recebido pela sociedade se tiver aceitabilidade pública e política; simplicidade conceitual e transparência; facilidade de implantação e operação; e, compatibilidade com os demais instrumentos de gestão. Para Costa (2005, *apud* FRANCISCO; ALMEIDA; MATTOS, 2007, p. 5) o grande desafio a ser vencido para aplicação da cobrança está no valor a ser cobrado, pois se o mesmo for “muito baixo é ineficiente e se muito alto traz dificuldades econômicas à região”.

Os mecanismos de cobrança que vêm sendo implementados no Brasil incidem sobre a captação de água bruta, a qual pode ser consuntiva (como no caso da irrigação) ou não consuntiva (como no caso da geração hidrelétrica); e sobre o lançamento de efluentes, que corresponde à carga orgânica lançada nos corpos hídricos.

Independentemente do modelo de cobrança adotado devem ser observados alguns critérios. O art. 21 da Lei nº 9.433/97 apresenta os critérios gerais a serem observados na fixação dos valores a serem cobrados para duas situações:

- nas derivações, captações e extrações de água;
- nos lançamentos de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos.

Percebe-se, porém, que a lei foi omissa quanto aos critérios para os demais usos sujeitos à outorga, como o aproveitamento dos potenciais hidrelétricos e outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade dos corpos hídricos. No que se refere à geração de energia elétrica, o art. 28, da Lei nº 9.984/00 resolveu a questão ao alterar o percentual da compensação financeira paga pelas usinas hidrelétricas de 6% para 6,75%, definindo que o percentual adicional de 0,75% corresponde à cobrança pelo uso da água.

A Resolução nº 48 do CNRH (BRASIL, 2005a) foi mais abrangente na definição dos critérios a serem observados para a fixação dos valores da cobrança pelo uso da água, estabelecendo critérios para:

- a derivação, captação e extração;
- o lançamento com o fim de diluição, assimilação, transporte ou disposição final de efluentes;

- os demais tipos de usos ou interferências que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água de um corpo hídrico.

O quadro 3.1 apresenta os critérios que devem ser observados, segundo esta resolução e a Lei nº 9.433/97.

3.3.4 Destino dos valores arrecadados com a cobrança

A Lei nº 9.433/97 prevê, em seu art. 22, que os valores arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos “serão aplicados prioritariamente na bacia hidrográfica em que foram gerados”. O mesmo artigo define que estes recursos devem “ser utilizados no financiamento de estudos, programas, projetos e obras incluídos nos planos de recursos hídricos e no pagamento de despesas de implantação e custeio administrativo dos órgãos e entidades integrantes do SINGREH”, sendo este último limitado a 7,5% do total arrecadado (BRASIL, 2004).

Contudo, a dúvida sobre o destino dos recursos arrecadados e o contingenciamento destes valores têm sido um dos grandes obstáculos à implementação da cobrança pelo uso da água. Embora a Lei nº 10.881/04 tenha dado segurança para que os recursos financeiros da cobrança definida nos comitês de bacia hidrográfica retornem para a bacia de origem, o mesmo não vem acontecendo com os recursos pagos pelo setor hidrelétrico, os quais têm sido sistematicamente contingenciados. Para Boson (2005, p. 2), esse contingenciamento “atrasa as urgentes ações para a implementação do SINGREH, bem como é um forte elemento desestimulador da implantação da cobrança para os demais usos de recursos hídricos em todo o País”. Nesse contexto, a autora afirma que a cobrança pelo uso dos recursos hídricos não pode vir para cobrir o *déficit* de investimento público em outras áreas, especialmente na área de saneamento, fato que pode gerar o descontentamento e descrédito da PNRH.

Lei	Critérios para fixação dos valores de cobrança
Lei nº 9.433/97	<p>Nas derivações, captações e extrações de água:</p> <p>a) o volume retirado e seu regime de variação.</p> <p>Nos lançamentos de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos:</p> <p>b) o volume lançado e seu regime de variação e</p> <p>c) as características físico-químicas, biológicas e de toxicidade do efluente.</p>
Resolução nº 48 CNRH	<p>Na derivação, captação e extração:</p> <p>a) natureza do corpo de água (superficial ou subterrâneo);</p> <p>b) classe em que estiver enquadrado o corpo de água, no ponto de uso ou da derivação;</p> <p>c) a disponibilidade hídrica;</p> <p>d) grau de regularização assegurado por obras hidráulicas;</p> <p>e) vazão reservada, captada, extraída ou derivada e seu regime de variação;</p> <p>f) vazão consumida (diferença entre a vazão captada e devolvida ao corpo hídrico);</p> <p>g) finalidade a que se destinam;</p> <p>h) sazonalidade;</p> <p>i) características e a vulnerabilidade dos aquíferos;</p> <p>j) características físicas, químicas e biológicas da água;</p> <p>k) localização do usuário na bacia;</p> <p>l) práticas de racionalização, conservação, recuperação e manejo do solo e da água;</p> <p>m) condições técnicas, econômicas, sociais e ambientais existentes;</p> <p>n) sustentabilidade econômica da cobrança por parte dos usuários;</p> <p>o) práticas de reúso hídrico.</p> <p>No lançamento com o fim de diluição, assimilação, transporte ou disposição final de efluentes:</p> <p>a) natureza do corpo de água;</p> <p>b) classe em que estiver enquadrado o corpo de água receptor no ponto de lançamento;</p> <p>c) a disponibilidade hídrica;</p> <p>d) grau de regularização assegurado por obras hidráulicas;</p> <p>e) carga de lançamento e seu regime de variação, ponderando-se os parâmetros biológicos, físico-químicos e de toxicidade dos efluentes;</p> <p>f) natureza da atividade;</p> <p>g) sazonalidade do corpo receptor;</p> <p>h) características e a vulnerabilidade das águas de superfície e dos aquíferos;</p> <p>i) características físicas, químicas e biológicas do corpo receptor;</p> <p>j) localização do usuário na bacia;</p> <p>k) práticas de racionalização, conservação, recuperação e manejo do solo e da água;</p> <p>l) grau de comprometimento que as características físicas e os constituintes químicos e biológicos dos efluentes podem causar ao corpo receptor;</p> <p>m) vazões consideradas indisponíveis em função da diluição dos constituintes químicos e biológicos e da equalização das características físicas dos efluentes;</p> <p>n) redução da emissão de efluentes em função de investimentos em despoluição;</p> <p>o) atendimento das metas de despoluição programadas nos planos de recursos hídricos pelos comitês de bacia;</p> <p>p) redução efetiva da contaminação hídrica;</p> <p>q) sustentabilidade econômica da cobrança por parte dos usuários.</p> <p>Nos demais tipos de usos ou interferências que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água de um corpo hídrico:</p> <p>a) natureza do corpo de água (superficial ou subterrâneo);</p> <p>b) classe em que estiver enquadrado o corpo de água, no ponto de uso ou da derivação;</p> <p>c) a disponibilidade hídrica;</p> <p>d) vazão reservada, captada, extraída ou derivada e seu regime de variação;</p> <p>e) alteração que o uso poderá causar em sinergia com a sazonalidade;</p> <p>f) características físicas, químicas e biológicas da água;</p> <p>g) características e a vulnerabilidade dos aquíferos;</p> <p>h) localização do usuário na bacia;</p> <p>i) grau de regularização assegurado por obras hidráulicas;</p> <p>j) sustentabilidade econômica da cobrança por parte dos usuários;</p> <p>k) finalidade do uso ou interferência.</p>

QUADRO 3.1 – CRITÉRIOS PARA FIXAÇÃO DOS VALORES DA COBRANÇA
 FONTE: ADAPTADO DE BRASIL (2004, 2005a)

Para estimular os setores usuários a aceitarem a cobrança, encontra-se em análise no Congresso Nacional o Projeto de Lei nº 1.616, que propõe algumas inovações, entre as quais merece destaque a proposta para redução da cobrança para usuários que promovam a melhoria da qualidade dos corpos hídricos ou do seu regime fluvial. Merece destaque que este mecanismo diferenciado de cobrança para os usuários cujo uso seja benéfico para a bacia, na forma de desconto na cobrança, encontra-se já em vigor na bacia do rio Paraíba do Sul e nas bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí.

3.3.5 Impacto econômico da cobrança sobre os setores usuários

A aceitabilidade da cobrança está diretamente relacionada ao valor a ser cobrado. Para que não haja resistências à instituição da cobrança é necessário que o valor não onere de forma significativa o consumidor final, nem impacte a lucratividade dos usuários pagadores.

Mota (2004) e Mota, Santos e Azevedo (2005) avaliaram os impactos econômicos da cobrança sobre o custo e a lucratividade dos setores agropecuário, industrial e hidrelétrico. De acordo com os dados e a metodologia utilizados pelos autores, o impacto da cobrança sobre os custos de produção do setor hidrelétrico resultou no nível mais alto, comparativamente aos outros setores analisados. Os impactos no custo total de geração de energia variam de 0,59% a 1,54%, e se elevam para 1,33% a 4,37% quando se consideram os custos totais declarados pelas empresas abatidos dos custos da compra de energia e da depreciação. O impacto sobre a rentabilidade do setor variou entre 0,63% e 1,29%, e entre 0,82% e 8,06% quando se consideram a depreciação e a energia comprada.

Forgiarini (2006) e Forgiarini, Silveira e Cruz (2008) analisaram, para a bacia do rio Santa Maria, o impacto econômico sobre alguns setores usuários, tendo concluído que a cobrança na bacia estudada somente é viável, desde que os impactos sejam inferiores a 1% sobre o custo de produção para a agricultura e pecuária; 1% e 2,5% sobre a tarifa de água e esgoto para o setor de abastecimento rural e abastecimento urbano; e 5% sobre o custo de produção para o setor industrial.

Resta esclarecer que ainda não existe uma definição sobre qual o impacto econômico máximo que a cobrança pode causar aos usuários. No caso da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, está definido pela Deliberação CEIVAP nº 65, o impacto econômico máximo de 0,5% do custo de produção, para os setores agropecuário, aqüicultura e mineração em leito de rio, sem, no entanto, especificar o impacto para os demais setores.

Contudo, é evidente que a fixação do impacto econômico máximo que a cobrança pode causar aos usuários, distancia a cobrança dos conceitos de valor econômico da água ao privilegiar o instrumento financeiro em vez do instrumento econômico.

3.4 ESTRUTURA DO MECANISMO DE COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA

O mecanismo de cobrança a ser adotado em cada bacia hidrográfica deve ser fruto de negociação no âmbito dos comitês de bacia e contemplar as particularidades de cada bacia e os anseios dos usuários, não perdendo de vista a simplicidade e a facilidade de entendimento e aplicação.

Apesar dos mecanismos de cobrança serem diferenciados para cada bacia, os mesmos apresentam, em geral, a seguinte estrutura básica:

$$\text{Cobrança} = \text{Base de Cálculo} \times \text{Preço Unitário} \times \text{Coeficientes} \quad (3.1)$$

Simplificando, pode-se dizer que o valor a ser cobrado pelo uso da água é o resultado da multiplicação da base de cálculo pelo preço unitário, ponderado pelo uso de coeficientes. Na expressão (3.1), a base de cálculo quantifica o volume de água utilizado; o preço unitário define o valor monetário da água; e os coeficientes permitem diferenciar a cobrança em função das características locais e regionais.

Na seqüência, estão detalhados os componentes da estrutura de cobrança apresentada pela equação (3.1). O mecanismo de cobrança vigente para o setor elétrico, totalmente diferenciado, é apresentado no capítulo 4.

3.4.1 Base de Cálculo

A base de cálculo é o componente que quantifica o uso da água. De forma geral, são considerados como uso quantitativo a captação e o consumo, e como uso qualitativo, a carga orgânica lançada. O uso de captação é definido como sendo o volume de água retirado do corpo hídrico. O uso de consumo refere-se à parcela do uso de captação que não é devolvida ao corpo hídrico. Finalmente, a carga orgânica corresponde à quantidade de poluentes lançados no corpo hídrico.

Para Thomas (2002), os usos da água podem ser caracterizados de forma direta ou indireta. Para caracterizá-los de forma direta, é utilizado como parâmetro a vazão, e para caracterizá-los de forma indireta, pode-se utilizar outros parâmetros como a carga poluente lançada, a área irrigada, a área impermeabilizada ou a energia produzida. Vale lembrar que, para o Brasil, à exceção do setor elétrico, a cobrança pelo uso da água tem como base a vazão outorgada. Para o setor elétrico, a base de cálculo da cobrança corresponde a uma percentagem da energia total produzida.

3.4.2 Coeficientes

Os coeficientes conferem aos mecanismos de cobrança a possibilidade de incorporação de objetivos específicos e particularidades locais e regionais. Algumas situações que podem estar representadas por coeficientes são:

- *tipo de usuário*

Procura diferenciar os usuários sujeitos à cobrança segundo sua capacidade de pagamento e de acordo com as prioridades legais, sociais e econômicas da região. Essa variável permite diferenciar os usuários em urbano, rural, industrial, agrícola, entre outros.

- *tipo de uso*

Tem por objetivo diferenciar a cobrança em função do tipo de uso da água (captação, consumo e diluição).

- *eficiência no uso*

Relaciona o usuário e a sua eficiência no uso da água, onerando mais os usuários que apresentem baixa eficiência.

- *sazonalidade*

Utilizado para definir preços diferenciados conforme as estações do ano, de acordo com a disponibilidade hídrica. Nas estações onde a disponibilidade de água é maior o coeficiente é menor, e vice-versa.

- *descontos*

Objetiva dar descontos aos usuários que utilizam os recursos hídricos de forma mais racional, tais como os usuários que utilizam técnicas de reúso da água ou aqueles usuários que investem em tecnologias que reduzem o consumo.

- *classe de enquadramento*

Este coeficiente representa a qualidade da água do corpo hídrico, sendo maior para rios de melhor qualidade, e menor em caso contrário.

- *disponibilidade hídrica*

Representa a situação da bacia quanto à disponibilidade e grau de regularização da oferta hídrica. Quanto maior a quantidade de água, menor será o valor do coeficiente, e vice-versa.

- *vulnerabilidade dos aquíferos*

Objetiva diferenciar as classes de vulnerabilidade natural dos aquíferos para induzir a captação em poços nas áreas menos sujeitas à contaminação.

- *local de lançamento*

Diferencia valores para os locais onde serão lançados os efluentes, caracterizando o impacto no meio.

- *eficiência na remoção de poluentes*

Tem por finalidade verificar a eficiência na remoção dos poluentes por meio de algum tratamento realizado na água.

- *progressividade*

A implementação gradual da cobrança tem por finalidade incrementar o entendimento e a aceitabilidade desse instrumento.

Apesar dos coeficientes serem amplamente utilizados, eles nem sempre são quantificados de forma precisa sendo, por vezes, determinados através de

negociações políticas. Portanto, para dar credibilidade ao processo, os coeficientes devem, sempre que possível, ser resultado de estudos técnicos específicos.

3.4.3 Preço Unitário

A determinação do valor da água é uma tarefa complexa, sendo necessário recorrer a metodologias econômicas e de valoração ambiental. Para Pereira (2000), as dificuldades de se valorar um bem ambiental, como a água, residem na complexidade que esta apresenta, gerada pelos seus múltiplos usos e por apresentar quantidade e qualidade variáveis no tempo e espaço, associado ao fato que, 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.

No que concerne à definição do preço para a água, existe uma grande variedade de metodologias econômicas e ambientais, não existindo, porém, consenso entre engenheiros e economistas sobre qual é a mais adequada. Nesta pesquisa, são apresentadas inicialmente as teorias econômicas usadas na definição do preço unitário, e na seqüência são apresentadas as metodologias de valoração ambiental.

As metodologias econômicas para avaliação do preço unitário diferem na sua implementação, na forma de cálculo e na informação em que são baseadas. Sob o ponto de vista do enquadramento teórico, para Carrera-Fernandez e Garrido (2002), os modelos de formação dos preços da água, podem ser classificados em dois grandes grupos: os modelos de otimização, que são derivados de um processo de otimização com postulados amplamente aceitos e fundamentados em algum ramo da teoria econômica; e os modelos *ad hoc*, que são aqueles que não se enquadram na categoria anterior, ou seja, não são fruto de processos de otimização estabelecidos pela teoria econômica.

No grupo dos modelos de otimização enquadram-se todas as metodologias que têm por objetivo incentivar a racionalização do uso da água e reconhecer a água como bem econômico, de modo a dar aos usuários a indicação de seu valor.

Os modelos de otimização buscam ou priorizam algum dos três princípios econômicos básicos: eficiência econômica, equidade ou eficiência distributiva e a recuperação de custos ou auto-sustentabilidade financeira.

Segundo Tsur e Dinar (1997, *apud* ARANHA, 2006), uma alocação eficiente dos recursos hídricos é aquela que maximiza o benefício líquido total que pode ser produzido considerando a quantidade disponível deste recurso a dado nível tecnológico existente. Uma alocação equitativa preocupa-se com uma distribuição justa entre os indivíduos e/ou setores da sociedade, e pode ou não ser compatível com os objetivos de uma alocação eficiente. Por fim, nos métodos baseados no princípio da recuperação dos custos, os preços são determinados considerando a quantidade necessária para recuperação de, no mínimo, os custos de manutenção e operação dos projetos.

Os modelos *ad hoc* são todos aqueles que não se enquadram em nenhum referencial teórico da economia. São modelos onde o preço considerado justo para todos os usuários é aquele que permite obter os recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos.

A análise sobre qual a melhor metodologia, se de otimização ou *ad hoc*, depende diretamente dos objetivos da cobrança e das condicionantes de sua implementação em cada bacia hidrográfica, não foi realizada nessa tese. Contudo, o que se depreende das experiências atuais, é que a teoria econômica (modelos de otimização) é usada apenas como base conceitual para uma estimativa inicial dos preços unitários e a definição final do preço é resultado de um processo político de negociação (modelos *ad hoc*). É justamente por essa razão que a maioria dos países, inclusive o Brasil, implementou a cobrança de forma gradativa, iniciando o processo com preços unitários considerados baixos.

3.4.3.1 Modelos *ad hoc* para determinação do preço unitário

Os modelos *ad hoc*, ou modelos com objetivo de financiamento, têm por objetivo definir um preço que dê cobertura aos custos de gestão e aos custos de investimento. Define-se custos de gestão como sendo os custos necessários para o bom funcionamento do sistema de gestão de recursos hídricos. Incluem-se nesses custos as despesas com administração (aluguel de sede, salário de funcionários,

etc.) e as despesas com a operação e a manutenção do sistema (emissão de outorgas, monitoramento, fiscalização, etc.). Já os custos de investimento, são definidos como os custos necessários para a realização das intervenções contidas nos planos da bacia. Incluem-se nesses custos as despesas relativas às intervenções estruturais (projeto e construção de estações de tratamento de água e esgoto, reservatórios, etc.) e não-estruturais (mobilização, capacitação, etc.).

Alguns economistas afirmam que a chave para a alocação eficiente da água, do ponto de vista da maximização do benefício econômico na bacia, é que todos os usuários paguem o mesmo preço (HOWE *et al.*, 1986). Para esses economistas, a aplicação de preços diferenciados entre os usuários leva a uma alocação não eficiente da água. Porém, apesar de amplamente utilizadas, as metodologias com objetivo de financiamento são criticadas por alguns economistas, como Motta (1998b, 1998c), por não representarem um critério de maximização dos benefícios econômicos.

Dentre os modelos *ad hoc* destacam-se os métodos do preço médio e do preço público.

3.4.3.1.1 Preço Médio

No método do preço médio, o preço unitário é calculado pela divisão do montante total dos custos da bacia entre os usuários, como no rateio de custos realizado em condomínios. A divisão dos custos é feita em função da base de cálculo adotada. Por exemplo, se a base de cálculo for a vazão consumida, divide-se o montante total dos custos pelo somatório das vazões consumidas, por todos os usuários da bacia. Com isso, tem-se o preço unitário do metro cúbico de água consumida. Para se saber qual parte dos custos da bacia caberá a cada usuário, basta multiplicar a sua vazão consumida por esse preço unitário. A cobrança pelo preço médio garante que seja arrecadado um montante idêntico ao custo, garantindo a sustentabilidade financeira dos empreendimentos.

Ressalta-se que na bacia do rio Paraíba do Sul e nas bacias Piracicaba, Capivari e Jundiá a determinação do preço unitário básico é feita a partir desse método.

3.4.3.1.2 Preço Público

O método do preço público é semelhante ao do preço médio, mas difere na forma como é feito o rateio. Enquanto no método do preço médio todos os usuários pagam o mesmo valor por unidade de água utilizada, no método do preço público os valores são diferenciados. A diferenciação é baseada na elasticidade-preço da demanda de cada usuário. A elasticidade-preço da demanda é um conceito econômico utilizado para indicar o grau de sensibilidade do uso de água de um indivíduo frente a alterações de preço, sendo influenciada basicamente por dois fatores: a disponibilidade de bens substitutos e o número de usos que o bem pode ter (FERGUSON, 1999). O usuário com maior possibilidade de substituição da água terá elasticidade maior. Assim, se o preço aumentar, ele pode substituir a água por outro bem, e diminuir a quantidade de água utilizada. Usuários com demanda menos elástica pagam mais e usuários com demanda mais elástica pagam menos (MOTTA, 1998a). Segundo Ribeiro, Lanna e Pereira (1999), estudos sobre elasticidade nos setores usuários de água indicam que o setor mais elástico é a agricultura, seguido pela indústria e pelo abastecimento doméstico.

3.4.3.2 Modelos de otimização para determinação do preço unitário

Os modelos de otimização para determinação do preço unitário têm por objetivo incentivar a racionalização do uso da água e reconhecer a água como bem econômico. Entende-se como racionalização do uso da água, a alocação ótima em termos de eficiência econômica, ou seja, a maximização dos benefícios econômicos para a bacia.

Dentre os modelos de otimização, estão apresentados na seqüência, os modelos mais utilizados para os casos de precificação da água: teoria da demanda e a disposição a pagar; política de preços ótimos ou Análise Custo Benefício (ACB); Análise Custo Efetividade (ACE); e os mercados de direitos de uso da água.

3.4.3.2.1 Teoria da demanda e a disposição a pagar

Os modelos baseados na teoria da demanda são regidos pela disposição a pagar (*willingness to pay*) e são oriundos da teoria do consumidor ou da teoria da

firma (função de custo), o que dependerá da finalidade que o usuário der ao recurso água. Se a água for utilizada como produto final, ou seja, como bem de consumo, então é a teoria do consumidor que estabelecerá os fundamentos para a sua valoração. Por outro lado, se a água for utilizada como insumo na produção de algum bem final, esta tarefa ficará a cargo da teoria da firma, com seus componentes de produção e custo, os quais fornecerão os elementos para a formação dos preços.

Devido à inexistência de mercados de água bruta, não se dispõem de dados que possibilitem ajustar diretamente as funções de demanda da água em cada modalidade de uso. Os métodos mais usados para obter estas funções são o método da valoração contingencial e o método do custo de oportunidade. A descrição sucinta destes e outros métodos estão apresentados no item 3.4.3.3.

3.4.3.2.2 Análise Custo Benefício (ACB) ou Preço Ótimo

O preço ótimo é aquele que induz à maximização da diferença entre os benefícios totais e os custos totais, e corresponde ao ponto onde os benefícios marginais se igualam aos custos marginais (FERGUSON, 1999). Benefícios marginais e custos marginais correspondem, respectivamente, à variação no benefício e custo totais, atribuíveis ao acréscimo de uma unidade vendida ou produzida.

Na metodologia dos preços ótimos ou *second best* a variação percentual de preço é inversamente proporcional à elasticidade-preço da demanda. Ou seja, quanto menor for a elasticidade-preço, maior será o preço. Portanto, quando se cobram preços diferenciados para os diferentes usos, a distorção no consumo e na produção, em relação aos seus níveis ótimos, é minimizada.

Para aplicar a metodologia do preço ótimo a uma bacia hidrográfica é necessário determinar as curvas de benefício marginal e de custo marginal social da água naquela bacia. A definição da curva de custo marginal social é feita através da soma dos custos da gestão, investimento e custos externos. Contudo, a definição dos custos externos, bem como dos benefícios marginais, não são triviais. O item 3.4.3.3 apresenta alguns métodos de valoração ambiental que permitem a definição destas curvas.

A aplicação da metodologia ACB é a única que gera eficiência econômica em termos de cobrança pelo uso da água com objetivo de racionalização. Para Tavares e Lanna (1998a), os pontos fortes da ACB residem na capacidade de organizar de forma sistemática os aspectos positivos e negativos de um projeto, a popularidade no meio técnico, e a capacidade de priorizar alternativas em contextos de escassez de recursos. No entanto, face às dificuldades na determinação das curvas de benefícios e custos externos, fica claro que o cálculo do preço ótimo não é tarefa simples, limitando o uso desta metodologia.

Além da dificuldade na determinação das curvas de benefício e de custos externos, Cánepa, Pereira e Lanna (1999) citam outras dificuldades: controvérsias sobre a definição da taxa social de desconto e sobre a valoração de vidas humanas, influência da distribuição de renda na disposição a pagar dos indivíduos, e a não sustentabilidade do ponto ótimo a longo prazo.

3.4.3.2.3 Análise Custo Efetividade (ACE)

As objeções de ordem prática e conceitual da ACB deram origem a ACE. Segundo Ribeiro e Lanna (2001), na metodologia ACE não se busca o nível ótimo de utilização do recurso, mas o alcance de uma meta definida ao menor custo para a sociedade. Ao passo que na metodologia do preço ótimo a quantidade ótima de água utilizada na bacia é definida pelo ponto da máxima diferença entre os benefícios e os custos, na metodologia ACE a quantidade ótima de água é aquela definida pela sociedade.

A ACE tem sua fundamentação na teoria neoclássica do bem estar social, e o nome custo-efetividade deriva do fato que a aplicação da metodologia fornece o custo mínimo para atingir a quantidade ótima pactuada.

A ACE é usada para comparar os custos de projetos com base no alcance de determinados objetivos a um custo mínimo, permitindo identificar entre as várias alternativas analisadas, aquela que maximiza o benefício para a sociedade (por exemplo, a redução de determinado dano ambiental) a um determinado custo. Apesar da alternativa escolhida não ser obrigatoriamente aquela que resultará no uso mais eficiente dos recursos, ela permite explicitar aos financiadores do projeto quais os resultados que serão obtidos com os recursos empregados.

3.4.3.2.4 Mercados de Água

Os mercados de água baseiam-se na livre negociação dos direitos de uso da água entre usuários, sendo considerados, em termos econômicos, a forma mais eficiente de alocação de água entre os múltiplos usuários de recursos hídricos.

O mercado de direitos de uso da água baseia-se na descentralização da decisão, que fica totalmente a cargo dos usuários, sem a interferência do estado. Na condição de livre negociação, sempre que a demanda ultrapassar o limite de alocação de água, os usuários, para se adequar, podem reduzir o seu uso ou adquirir água de outros, propiciando a otimização econômica do uso da água sem ocasionar o aumento da quantidade de água alocada. Os usuários que possuem baixos custos para redução do uso de água serão induzidos a minimizar seu uso e vender o excedente a outros usuários que possuem altos custos, como forma de aumentar seus rendimentos. Nessa situação a água estará sempre sendo utilizada pelo usuário que mais a valoriza.

Segundo Donoso *et al.* (2004), a possibilidade de auferir ganhos nos intercâmbios de água entre usuários, ou entre setores de usuários, é uma das principais características do mercado de águas. Para Dinar e Subramanian (1997), a possibilidade de transferência de quantidades de água entre diferentes setores de usuários, sem a necessidade de procurar ou explorar novos mananciais, torna a alocação de água eficiente.

Porém, o mercado de direitos de uso de águas somente será operacional se algumas condições forem satisfeitas. Para Simpson (1994, *apud* SOARES JUNIOR; CORDEIRO NETTO; NOGUEIRA, 2003), as condições que precisam ser atendidas são basicamente duas. A primeira diz respeito ao valor da água. Os mercados de água são mais promissores em locais com comprovada escassez de água, em função da valorização que os usuários dão a água nestas condições. A segunda condição é a existência de legislação adequada e infraestrutura que dêem suporte ao mercado, para garantir o seu funcionamento. Adicionalmente, para que se realize uma alocação ótima de água no mercado, é preciso que exista um grande número de participantes comprando e vendendo, com diferentes custos e benefícios, sem formação de monopólios. Além das condicionantes citadas, há se de ter em conta, que o mercado de águas somente se justifica quando se busca a eficiência hídrica e

também a redução dos volumes de água usados nas diferentes atividades econômicas, particularmente no caso da irrigação.

Em função das condicionantes citadas, poucos países propuseram a adoção de mercados de água como instrumento de gestão de recursos hídricos. Entre eles estão alguns estados americanos, o Chile, a Austrália e a Espanha. Um resumo da experiência do Chile e do estado do Texas está apresentada nos itens 3.5.5 e 3.5.6, respectivamente.

Com relação ao Brasil, como o mercado de águas pressupõe que a água possa ser um bem privado, a sua criação foi limitada pela Constituição Federal de 1988, através da definição de que a água é um bem público, cuja dominialidade é inalienável e pertencente à União e aos estados.

No entanto, Motta (1998a), sugere que poderia ser adotado no Brasil um mercado controlado pelo Estado. Neste mercado, a água continuaria a ser um bem público, mas o seu uso poderia ser transacionado sob controle do Estado. O autor cita, como exemplo, a utilização do mercado como instrumento de racionamento, que poderia ser aplicado em regiões com regimes hidrológicos bastante variáveis, como o Nordeste Brasileiro. Na situação de racionamento o poder concedente reduziria a quantidade de água outorgada para os usuários da bacia, e estes teriam que adequar seus usos a esta nova quantidade de água outorgada. Essa adequação poderia se efetivar de duas formas: pela livre negociação entre os usuários ou pela realização de leilões administrados pelo poder outorgante. No primeiro caso, alguns usuários cederiam suas outorgas, durante o período de racionamento, para outros usuários que estivessem dispostos a pagar para garantir seu fornecimento de água. No segundo caso, o poder outorgante alocaria a água entre os usuários conforme a sua disposição a pagar, declarada em leilão, para não serem racionados. Assim, os usuários com menor disposição a pagar seriam racionados primeiro e receberiam uma compensação financeira dos usuários com maior disposição a pagar para não serem racionados.

3.4.3.3 Valoração ambiental

A valoração monetária de bens ambientais vem sendo amplamente empregada nos países desenvolvidos como ferramenta de análise de projetos. Contudo, a dificuldade de incorporar aos projetos os custos e benefícios ambientais

com a mesma precisão dos custos e benefícios econômicos tem gerado muitas críticas. É evidente que os resultados da avaliação são sujeitos a um elevado grau de subjetividade, pois ao contrário dos bens de mercado, no sentido econômico da oferta e procura, o cálculo baseia-se no estabelecimento de um mercado hipotético utilizando variáveis acessórias, como a disposição a pagar pelo benefício, a despesa realizada para poder usufruir do benefício, entre outras.

Em diversos países, a aplicação prática dos conceitos que servem de base para a valoração ambiental já integra, de forma efetiva, o processo de tomada de decisão. Para Tavares, Ribeiro e Lanna (1998b, 1999), a recomendação de uso da valoração ambiental pela Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e pelos organismos internacionais de financiamento impulsionaram o desenvolvimento e uso de metodologias para definição do preço unitário de bens ambientais.

A valoração ambiental engloba métodos que são normalmente subdivididos em duas abordagens distintas. A primeira fundamenta-se nas relações físicas entre as causas e os efeitos da degradação ambiental, ou de sua melhora, dentre as quais se destacam os métodos: dose-resposta; custo de recuperação ou preservação; e, o custo de mitigação de efeitos. A segunda abordagem estima a curva de demanda para um dado bem ou serviço ambiental, ou para um dado nível de qualidade ambiental a ser atingido ou mantido. Nesta abordagem, segundo Thomas (2002), estão os principais métodos utilizados para estimar curvas de benefícios e custos externos que fundamentam as experiências de cobrança pelo uso da água em prática no Brasil, com destaque para os métodos: valoração contingencial; custo de viagem; valor hedônico; e custo de oportunidade.

3.4.3.3.1 Dose resposta

Este método busca a relação entre as variáveis ambientais e o nível do produto no mercado, tanto em termos de qualidade e quantidade, com a finalidade de valorar o atributo ambiental indiretamente, por meio de seus efeitos na produção ou na produtividade de atividades econômicas. Segundo Aranha (2006), a grande dificuldade do método reside na dificuldade de obtenção das informações necessárias e adequar uma relação teoricamente correta entre insumos e produto (dose-resposta).

Importante ressaltar que o uso deste método deve sempre considerar os custos e benefícios existentes na condição ambiental original, comparativamente à condição ambiental alterada.

3.4.3.3.2 Custo de recuperação ou preservação

Essa abordagem considera que o custo de uma medida de recuperação ou preservação ambiental, tomada em função da existência de um fator de coerção (legal ou político-administrativo), corresponde ao somatório dos custos de ações e intervenções necessárias para a recuperação ou preservação do bem ambiental, segundo os padrões de qualidade estabelecidos pela legislação.

3.4.3.3.3 Custo de mitigação de efeitos

O método do custo de mitigação de efeitos baseia-se na determinação dos gastos efetuados no sentido de evitar ou minimizar os efeitos da degradação ambiental, de acordo com padrões estabelecidos. Para cada padrão ambiental, devem ser examinados os custos de diferentes tecnologias e os métodos de controle ambiental disponíveis para atingir estes padrões.

3.4.3.3.4 Valoração contingencial

O método da valoração contingencial consiste, na sua forma mais comum, na realização de entrevistas com os indivíduos afetados pela disponibilidade do recurso ambiental que se deseja avaliar. Nessas entrevistas, os indivíduos são questionados sobre a sua disposição a pagar para conservar ou melhorar a disponibilidade daquele recurso, ou sobre o valor mínimo que estariam dispostos a aceitar como compensação pela perda ou degradação de um dado recurso ambiental.

O método da valoração contingencial é considerado um método de preferência expressa, pois procura determinar a curva de demanda através das preferências individuais de cada indivíduo. O termo contingencial é utilizado porque os indivíduos devem revelar suas preferências frente a um mercado construído a partir de uma série de contingências.

Para Carrera-Fernandez e Garrido (2002), o método apresenta como desvantagens os custos relacionados com a elaboração de questionários, com o treinamento de pesquisadores e com o processamento e análise dos dados obtidos, além da dificuldade que os usuários têm, mesmo no caso de questionários bem elaborados e aplicados, de revelar precisamente qual a sua real disposição a pagar pelo uso da água. Alguns usuários podem imaginar que declarando um valor menor poderiam obter algum benefício extra. Além disso, as disposições a pagar dos indivíduos isolados podem não representar a curva de demanda conjunta do mercado. Isso ocorre porque num mercado real há uma série de fatores que influenciam as disposições a pagar dos indivíduos, dificilmente captados pelo método. Apesar das desvantagens apontadas, segundo Tavares, Ribeiro e Lanna (1998b, 1999), a valoração contingencial tem sido o método mais utilizado para determinação do preço unitário da água.

3.4.3.3.5 Custo de viagem

Este método consiste em assumir que os gastos realizados pelos indivíduos para se deslocar até determinado local de recreação (lago, parque, sítio arqueológico) refletem, de certa forma, o valor recreacional daquele local. No entanto, é simplista considerar que os gastos totais efetuados sejam os únicos indicadores da disposição a pagar e, portanto, do valor recreacional do local (TAVARES; RIBEIRO; LANNA, 1998b, 1999). É preciso investigar outros fatores, tais como: a forma como foram feitos os gastos, a distância de deslocamento, o número de visitas feitas por ano, o tempo gasto nessas visitas e, se possível, a motivação para realização da viagem.

3.4.3.3.6 Valor hedônico

O método do valor hedônico tem como base a influência nos preços de mercado gerados pela alteração da disponibilidade do recurso ambiental, considerando que os valores de determinado bem são obtidos com base nas informações dos preços de mercado de bens substitutos próximos.

O método parte do princípio que após a exclusão das variáveis não ambientais, a diferença de preço remanescente é explicada pelas condições ambientais.

Diferentemente da valoração contingencial, onde a preferência é expressa diretamente, nos métodos do valor hedônico e do custo de viagem ela é revelada indiretamente através da análise de outras variáveis, sendo por isso classificados como métodos de preferência revelada.

3.4.3.3.7 Custo de oportunidade

O conceito de custo de oportunidade corresponde ao valor de um recurso em seu melhor uso alternativo. Corresponde a um processo indireto de valoração monetária do uso da água.

O método tem como base a hipótese da interrupção do fornecimento de água para os usuários e a busca de uma solução alternativa para suprir essa falta. A máxima disposição a pagar corresponde a um valor entre aquele que o usuário já paga e o preço de reserva de cada setor usuário, sendo o preço de reserva dado pelo custo da solução alternativa mais barata.

Para Jardim (2003, p. 62), o custo de oportunidade corresponde ao “valor máximo que os usuários estariam dispostos a pagar e ficar indiferentes entre continuarem a utilizar esse recurso ou buscarem uma solução alternativa menos onerosa”.

3.5 EXPERIÊNCIA INTERNACIONAL EM COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA

Este item apresenta, de forma sucinta, as principais experiências internacionais de cobrança pelo uso da água, com vistas a dar um panorama geral da situação atual, com destaque para as experiências da França, Alemanha, Inglaterra e País de Gales, Holanda, Chile e Estados Unidos (estado do Texas).

As experiências da França, Alemanha, Inglaterra e Holanda apresentam similaridade com a cobrança definida pela Lei nº 9.433/97, ou seja, nestes países a cobrança incide basicamente sobre o volume captado, volume consumido e sobre o volume lançado nos corpos hídricos. Enquanto que, as experiências do Chile e do

estado americano do Texas, se caracterizam por adotarem o modelo econômico de mercados de água.

3.5.1 França

A França é considerada precursora na adoção da gestão participativa e integrada por bacia hidrográfica e na aplicação da cobrança pelo uso da água. A política de gestão de recursos hídricos francesa foi instituída pela Lei das Águas, de 1964. De acordo com esta Lei, a França foi dividida em seis grandes bacias hidrográficas, cada uma contando com seu respectivo comitê e agência de água.

A aplicação da cobrança pelo uso da água (*redevances*) na França se deu de forma gradativa e totalmente descentralizada, com independência de cada comitê para estabelecer critérios e valores, ficando a cargo das agências de água a responsabilidade por efetuar a cobrança.

A cobrança pelo uso da água é aplicada em todo o país, existindo basicamente dois tipos de cobrança (SANTOS, 2002): a cobrança pelo uso da água (captação e consumo) e a cobrança devido à poluição (diluição de efluentes).

Os critérios para o estabelecimento dos valores a serem pagos para os usos captação e consumo variam segundo as agências de água, mas de modo geral levam em consideração o volume de água (medido ou estimado), o ponto de captação, o tipo de manancial utilizado (superficial ou subterrâneo) e a época do ano.

A cobrança relacionada à poluição é calculada anualmente, com base na quantidade diária de efluentes, referente ao mês de maior produção de resíduos. Quando há o tratamento dos efluentes, cabe uma bonificação, calculada em função da quantidade de poluição que deixa de ser realizada.

Para Martinez Junior (2005), o binômio “cobrança e auxílios financeiros” constitui o pilar do sistema de gestão de recursos hídricos francês. Dentro desta concepção, a aplicação da cobrança está associada à concessão de ajudas financeiras não reembolsáveis, ou empréstimos a juros reduzidos, para que os usuários reduzam os rejeitos produzidos, através da modificação dos processos produtivos, pelo tratamento de seus efluentes, ou pela diminuição do consumo de água.

A experiência da cobrança na França tem amplo nível de aceitação social e política, a despeito de alguns questionamentos, tornando o modelo francês um modelo exemplar para vários países, inclusive para o Brasil.

Entre as críticas ao modelo francês de cobrança destacam-se os privilégios dados ao setor agrícola e problemas ligados às agências de água. Com relação à agricultura, o principal questionamento se refere à discreta aceitação do sistema de cobrança, traduzidos em pagamentos quase simbólicos realizados por este setor. Os argumentos contra as agências de água são geralmente econômicos e políticos. As agências são criticadas por não utilizarem, na prática, o princípio poluidor-pagador; por subvencionarem investimentos sem considerar suas eficácias econômicas; por contribuírem para a elevação do preço da água; e pela falta de transparência em suas ações (PEREIRA, 2002).

3.5.2 Alemanha

A cobrança pelo uso da água é largamente empregada na Alemanha, tanto na esfera federal quanto na estadual e municipal. Ela é efetuada sobre a captação de água bruta e sobre o lançamento de efluentes e possui diferentes valores entre as unidades administrativas.

A cobrança pela captação, iniciada em 1985, é praticada em diversas regiões da Alemanha e é baseada no volume, no tipo de manancial e no uso final do recurso. Os critérios adotados são praticamente uniformes em todas as regiões e não levam em consideração a sazonalidade nem as especificidades locais. Geralmente valores mais altos são aplicados sobre a água subterrânea. A cobrança é feita em função da vazão outorgada, o que tende a induzir uma melhor alocação, uma vez que os usuários tenderão a solicitar outorga somente para as quantidades de água que realmente necessitam. Parte dos valores arrecadados com a cobrança pela captação é utilizada para compensar os agricultores pelas restrições de uso das zonas de proteção, e para subvencionar usuários que economizam água, incentivando o uso de tecnologias mais avançadas e adequadas ambientalmente.

A cobrança pelo lançamento de efluentes é aplicada através da “taxa de esgotos”. Esta taxa, regulada por lei federal em vigor desde 1976, é cobrada pelos estados e se destina exclusivamente a financiar medidas de melhoria da qualidade

das águas. São cobrados todos os usos que lançam águas residuais, tratadas ou não, nos corpos hídricos. A taxa é fixada em função da carga tóxica do efluente, e não se observam as especificidades locais, como capacidade de assimilação do corpo receptor e problemas de escassez local. Esta cobrança funciona junto com o sistema de licenciamento, que por sua vez estabelece o padrão de emissão que deverá ser observado pelo usuário. O atendimento aos padrões ambientais é considerado como parâmetro de desconto na cobrança sobre lançamento de efluentes, ao mesmo tempo que o não atendimento das metas estabelecidas eleva sobremaneira os valores da cobrança (SOUZA, 2005).

3.5.3 Inglaterra e País de Gales

O sistema de gerenciamento de recursos hídricos da Inglaterra e País de Gales se caracteriza por um arranjo institucional fortemente baseado em entidades regulatórias nacionais, que instituíram duas formas de cobrança: sobre o lançamento de efluentes, desde 1991; e sobre a captação de águas superficiais e subterrâneas, desde 1993.

Ambas as cobranças têm por objetivo cobrir os custos administrativos, de gestão e de monitoramento do sistema de permissões de lançamentos. São compostas por uma parcela fixa, cobrada no momento da emissão da outorga, e outra variável em função do uso, cobrada anualmente. Os critérios de cobrança são definidos de forma única para todo o país.

A metodologia de cobrança para captação e consumo leva em conta o tipo de uso, a época do ano, o tipo de fonte e fatores de perda. Além disso, o preço unitário básico é fixado regionalmente em função da escassez do recurso.

A cobrança pelo lançamento de efluentes se aplica a lançamentos em águas interiores, costeiras e subterrâneas, e varia fortemente conforme a estação do ano.

O mecanismo de cobrança inglês, baseado apenas em custos administrativos e de gestão, apesar de ter implícito algumas penalidades, não estimula a eficiência econômica, por subestimar o valor da água.

3.5.4 Holanda

Na Holanda a cobrança pelo uso dos recursos hídricos é regulada pela Lei das Águas Superficiais de 1970, e incide sobre a captação de águas subterrâneas e sobre o lançamento de efluentes. Estas cobranças visam a arrecadar recursos e induzir o tratamento de efluentes domésticos e industriais, bem como proteger os recursos hídricos subterrâneos ameaçados pela intrusão salina e pela poluição.

A cobrança sobre a captação apenas de mananciais subterrâneos pretende reduzir as extrações excessivas e a proteção destes mananciais para abastecimento público, por serem geralmente de melhor qualidade se comparados aos mananciais de águas superficiais. A ausência da cobrança para as captações superficiais pode ser justificada pela abundância destes recursos e pela posição geográfica do país, com extensas faixas de terras junto ao mar.

O valor da cobrança pelo lançamento de efluentes é fixado pela instituição responsável pelo gerenciamento do corpo hídrico. O governo nacional cobra pelas descargas feitas em águas sob seu domínio; e os organismos de bacia, governos provinciais ou locais cobram pelas descargas nos demais corpos hídricos, ou nas redes de coleta sob seu controle.

Os recursos arrecadados são usados para cobrir os custos dos sistemas de tratamento dos efluentes das áreas sob sua responsabilidade, sendo que os valores unitários da cobrança são fixados ano a ano, em função dos custos calculados.

O sistema holandês de cobrança tem grande eficiência por estar atrelado a um objetivo ambiental, mas tem sido alvo de críticas pelas altas taxas cobradas.

3.5.5 Chile

A experiência chilena em cobrança pelo uso da água, via mercados de água, vem desde o início do século XX. Entretanto, o marco fundamental para implantação dos mercados de água se deu com o Código de Águas de 1981. Por este código, a água é um bem nacional de uso público, cujo direito de uso é outorgado a particulares, que passam a ter direito sobre a água, usando e dispondo da água da forma que desejarem (DOUROJEANNI; JOURAVLEV, 2002). O grande propósito desse código foi aumentar a autonomia do setor privado na exploração de fontes e

mananciais, reduzindo a importância do estado na gestão dos recursos hídricos. A partir dessa época, os direitos sobre a água passam a ser completamente separados dos direitos do solo e livremente comercializados.

O direito de uso da água é fornecido gratuitamente pela Diretoria Geral da Água aos usuários que a solicitarem, sendo expressos em volumes por unidade de tempo (JOURAVLEV, 2001). Na prática, porém, muitos desses direitos são expressos como cotas do sistema de canais para irrigação ou abastecimento existentes. Os direitos de uso podem ser consuntivos, quando não há devolução de água, e não consuntivos, quando o usuário se obriga a restituir as águas utilizadas, segundo exigências especificadas. Com relação à escassez, os direitos de uso são classificados em permanentes e eventuais, e com relação ao tempo de uso são ditos de uso contínuo, descontínuo e alternado.

Para Donoso *et al.* (2004) a existência do mercado de águas no Chile tem estimulado as negociações inter e intra-setoriais, particularmente nas regiões onde a água é mais escassa, além de ter reduzido os conflitos entre usuários e a necessidade de novos investimentos em infraestrutura hídrica, bem como a busca por novas fontes de água. Apesar das vantagens apontadas, existem poucos registros de negociações. Isto pode ser explicado por fatores geográficos e de ordem legal e administrativa.

No que se refere a geografia do país, esta não favorece a construção de grandes reservatórios e sistemas de distribuição de água. Como não existem grandes reservas de água, os sistemas de irrigação ficam limitados. Idem para o caso dos sistemas de distribuição de água, que estão dimensionados para transportar uma quantidade fixa de vazão, ficando a transferência de títulos do mercado entre usuários limitada para aqueles que compartilham do mesmo canal ou do mesmo sistema de canais.

Com relação aos fatores legais e administrativos, a não uniformidade dos títulos e o sistema de registro e de atualização dos direitos mal coordenado e ineficiente, são apontados como entraves para o aumento do número de títulos. Acredita-se que existem aproximadamente 300.000 usuários de água no Chile (FAINE, 1996, *apud* LEE; JOURAVLEV, 1998), no entanto, menos da metade têm o título legal. Porém, por conta da longa tradição da propriedade dos direitos de água no país, respeitam-se e comercializam-se, inclusive, os títulos desprovidos de documentação legal.

Outras restrições ao funcionamento adequado do mercado no Chile são apontadas por Soares Junior, Cordeiro Netto e Nogueira (2003), entre as quais merecem destaque: a não-aceitação, por parte dos agricultores, do conceito da exploração em separado dos direitos de água e terra, conforme dita o Código de 1981; a aleatoriedade hidrológica da ocorrência de água no território chileno; e o desenvolvimento tecnológico, que ao invés de aumentar a disponibilidade de títulos para negociação, tem provocado a expansão de áreas irrigadas.

Apesar das críticas aos mercados de água, no Chile os resultados são considerados satisfatórios. A produção e a produtividade agrícola vêm aumentando significativamente desde 1981. Da mesma forma, o montante de recursos investidos pelo setor privado em sistemas de irrigação e distribuição de água tem desonerado o estado e contribuído para o crescimento da economia.

3.5.6 Texas

A experiência do estado do Texas, nos Estados Unidos, em mercados de água data de 1913, apoiado no seu Código de Águas, o qual estabelece que nenhuma apropriação de água, para qualquer propósito (doméstico, agrícola ou industrial), se dará sem o devido pagamento.

Os títulos ou licenças de uso das cotas de água, na maioria para os recursos hídricos superficiais, são concedidos pela agência governamental *Texas Natural Resource Conservation Commission* (TNRCC). Os termos legais da licença devem obrigatoriamente especificar o volume de água retirado, de onde e como este volume há de ser derivado ou retirado, e para qual propósito a água é destinada. As principais atribuições da TNRCC referem-se à quantificação da água disponível para os direitos comercializáveis; a avaliação do pedido de uso; e a fiscalização do cumprimento das especificações definidas em cada título.

Os títulos são de propriedade do governo do Texas e os usuários possuem apenas o direito de utilizar a quantidade de água neles especificada. Dessa forma, o direito de uso pode ser vendido, alugado ou simplesmente transferido entre atuais portadores e potenciais usuários. Tais negociações podem estar ou não atreladas à propriedade da terra. No entanto, nenhuma transação pode ser efetuada sem aprovação prévia da TNRCC. As negociações não são aprovadas pela agência se,

por exemplo, for constatado que haverá impactos negativos sobre uma das partes interessadas ou sobre terceiros, alheios ao processo.

3.6 EXPERIÊNCIA BRASILEIRA EM COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA

3.6.1 Cobrança pelo uso da água no Ceará

De forma pioneira, a cobrança pelo uso da água bruta vem sendo realizada, desde novembro de 1996, no estado do Ceará, conforme o Decreto nº 24.264, decorrente da lei estadual de recursos hídricos, Lei nº 11.996, de 24 de julho de 1992. O órgão responsável pela cobrança dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos de domínio do estado e pela administração dos recursos oriundos da cobrança é a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH).

Os valores cobrados dos usuários industriais e das concessionárias de serviços de água potável vêm se estabelecendo mais com base em negociações interinstitucionais do que em estudos técnicos, sendo definidos como percentuais do valor da água tratada fornecida pela Companhia de Águas e Esgotos do Estado do Ceará (CAGECE). Para os outros usos, os valores cobrados são fruto de negociação dos usuários com a COGERH ou definidos pelos comitês. Os usuários de sistemas de água pressurizada ou conduzida em canais têm as tarifas fixadas através de Portarias da Secretaria de Recursos Hídricos.

Os valores cobrados atualmente, conforme o Decreto nº 29.373, de 08 de agosto de 2008, estão especificados no Quadro 3.2.

Segundo Garjulli, Rodrigues e Oliveira (2004) as tarifas cobradas são baixas e insuficientes para criar um padrão de comportamento de uso mais eficiente, mas são suficientes para manter o custeio da COGERH e o desenvolvimento das atividades inerentes a gestão, tais como: monitoramentos quantitativo e qualitativo da água; controle e macromedição; suporte técnico e institucional dos comitês; manutenção do sistema de informações sobre oferta e demanda; e obras de recuperação dos sistemas hídricos e hidráulicos.

A experiência de cobrança no Ceará está repleta de elementos inovadores mas, sob certos aspectos, conflitantes com a concepção básica da política de recursos hídricos. Cobrar pelo uso da água bruta representa, indiscutivelmente, uma

inovação. Porém, alguns estudiosos questionam o que na realidade está se cobrando: se é pelo uso da água, como prevê a legislação brasileira, ou pelos serviços prestados pela COGERH. Existe consenso que o modelo cearense é um modelo de gestão de recursos hídricos em ambiente semi-árido. O que se discute é se este modelo atende os preceitos da Lei nº 9.433/97.

CATEGORIA DE USO		VALOR (R\$ /1000 m ³)
Abastecimento público	Região Metropolitana de Fortaleza ou captações em estruturas hídricas com adução da COGERH	86,54
	Nas demais regiões do estado sem adução da COGERH	32,77
Indústria	Captação em estruturas hídricas com adução da COGERH	1.294,67
	Captação em estruturas hídricas sem adução da COGERH	431,56
Piscicultura	Tanques escavados	15,60
	Tanques rede	31,20
Irrigação	1.441 m ³ / mês a 5.999 m ³ / mês	3,00
	6.000 m ³ / mês a 11.999 m ³ / mês	6,72
	12.000 m ³ / mês a 18.999 m ³ / mês	7,80
	19.000 m ³ / mês a 46.999 m ³ / mês	8,40
	acima de 47.000 m ³ / mês	9,60
Carcinicultura		31,20
Água mineral e água potável		1.036,65
Demais usos		86,54

QUADRO 3.2 – VALORES COBRADOS PELO USO DA ÁGUA NO CEARÁ
FONTE: COGERH(2008)

Constata-se, na prática, que o usuário tem a compreensão que está pagando pela garantia de ter água em quantidade e qualidade conforme sua necessidade, o que lhe é viabilizado pelos serviços de operação e manutenção realizados pela COGERH, dado que no semi-árido não existem rios perenes. Outro aspecto contraditório que aflora da experiência cearense refere-se à participação dos comitês na definição das tarifas e nos mecanismos de cobrança. No Ceará, as tarifas são anteriores aos comitês e continuam na grande maioria das situações sendo definidas sem a participação dos mesmos. Estes fatos evidenciam o caráter de pagamento por serviço prestado por um órgão público, muito mais do que um instrumento que busca o uso racional e a gestão participativa dos recursos hídricos.

3.6.1.1 Mercado de água na região do Cariri

No sul do estado Ceará, na região do Cariri, tem-se a única experiência de mercado de águas no Brasil. Nesta região foi estabelecido, desde 1854, um processo totalmente peculiar de alocação de águas, entre alguns produtores de cana-de-açúcar. A experiência do Cariri se refere a uma área restrita abastecida por uma vazão bem definida e mensurável.

O grupo de agricultores envolvidos na negociação é relativamente pequeno, os quais acordaram regras simples e transparentes, fáceis de administrar e verificar. Os envolvidos dividiram entre si a quantidade de água disponível, reservando uma parte para escoamento no rio a jusante. Acordaram também que, em caso de redução das vazões nas fontes, os direitos seriam perdidos de jusante para montante. Entre as regras estabelecidas ficou ainda a possibilidade de vender a titularidade do direito de uso da água em caráter permanente ou temporário.

Em Dinar e Subramanian (1997) são confrontados os preços de água pagos no Cariri, Estados Unidos e Austrália. Em 1992, os usuários do estado do Colorado nos Estados Unidos pagavam US\$ 1,18/m³, os usuários australianos pagavam US\$ 0,11/m³ e no Cariri se pagava US\$ 0,14/m³. Para os autores, o valor pago no Cariri é muito alto quando comparado a regiões economicamente mais desenvolvidas. Para Campos (1999), este fato não tem afetado a existência desse mercado, uma vez que o mesmo tem evoluído pacificamente, sem grandes conflitos até os dias atuais, com relato de apenas um caso de demanda judicial.

O processo do Cariri por envolver negociação entre usuários e estar baseado em regras pactuadas é considerado um exemplo de mercado de águas. Porém, situações de venda de água através de carros pipa, comuns em alguns estados nordestinos, não são considerados mercados. Nestes casos, trata-se da venda pura e simples de um bem, sem obedecer às regras de mercado. Nestes casos não se observa a eficiência econômica e não se busca a racionalização de uso, tampouco se observa a eficiência ambiental, uma vez que a água vendida é normalmente extraída de poços, os quais são explorados excessivamente. Finalmente, não há equidade social, pois a camada de baixa renda é normalmente a mais prejudicada, sendo obrigada a pagar altos valores pela água.

3.6.2 Cobrança pelo uso da água na bacia do rio Paraíba do Sul

A bacia do rio Paraíba do Sul (figura 3.1) situa-se na região sudeste do Brasil e ocupa aproximadamente 55.500 km², compreendendo os estados de São Paulo (13.900 km², 25%), Rio de Janeiro (20.900 km², 38%) e Minas Gerais (20.700 km², 37%). A bacia abrange 180 municípios, com uma população total de 5,6 milhões segundo a contagem do IBGE de 2000, com 89% da população vivendo nas áreas urbanas. Além de fortemente urbanizada, a bacia caracteriza-se por ser um grande pólo industrial.

A bacia situa-se na região da Mata Atlântica, com 11% da sua área total ocupada pelos remanescentes da floresta. A pecuária é a atividade econômica que ocupa maior extensão de área na bacia. Cerca de 70% das terras estão cobertas por campos ou pastagens e 10% estão ocupadas pela agricultura. O grande potencial hídrico da bacia é prioritariamente utilizado para a geração de energia elétrica, abastecimento público, uso industrial e irrigação.

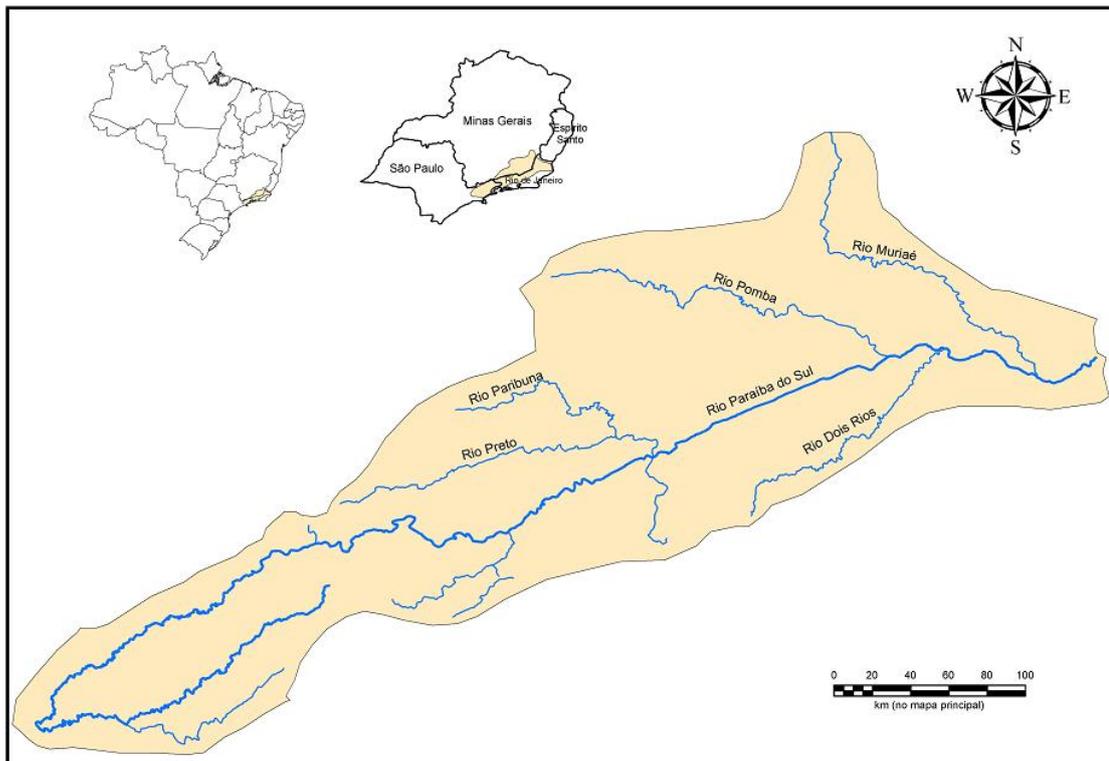


FIGURA 3.1 – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL

Para coordenar as atividades na bacia foi criado pelo Decreto Federal nº 1842, de 22 de março de 1996, o Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP). O comitê é constituído por representantes dos poderes públicos, dos usuários e de organizações sociais com atuação na área de recursos hídricos da bacia. O CEIVAP é o parlamento onde ocorrem os debates e tomadas as decisões descentralizadas sobre as questões relacionadas aos usos múltiplos das águas da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, inclusive a decisão pela cobrança pelo uso da água na bacia.

Para o exercício das funções de Secretaria Executiva do CEIVAP foi criada, em 20 de junho de 2002, a Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (AGEVAP). A partir de 2004, com a edição da Lei nº 10.881/04, que dispõe sobre contratos de gestão entre a ANA e entidades delegatárias, a AGEVAP pôde assumir as funções de Agência de Água da bacia do Paraíba do Sul, através do estabelecimento de um contrato de gestão com a ANA (CEIVAP, 2008).

A discussão sobre mecanismos e valores de cobrança pelo uso da água no âmbito do CEIVAP iniciou-se formalmente em 16 de março de 2001, com a aprovação da Deliberação CEIVAP nº 3. Em 6 de dezembro de 2001, o CEIVAP aprovou a Deliberação CEIVAP nº 8, que estabeleceu os mecanismos e valores de cobrança para os setores de saneamento e indústria e, em 4 de novembro de 2002, foram aprovados, por meio da Deliberação CEIVAP nº 15, os mecanismos e valores de cobrança para os setores agropecuário, aquicultura e geração de energia elétrica em Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs). Em março de 2003, dois anos após o início das discussões, a cobrança iniciou-se efetivamente com o vencimento do primeiro documento de arrecadação, marcando o início efetivo da cobrança em bacia de rio federal no Brasil.

A metodologia definida pelo CEIVAP para a cobrança na bacia teve por pressuposto mais importante a simplicidade conceitual e operacional, baseada em parâmetros facilmente quantificáveis e que fossem aceitos pelos usuários pagadores. Constituem-se pagadores todos os principais usuários de rios federais da bacia, quais sejam: indústrias; setor de abastecimento público e esgotamento sanitário; setor agropecuário; aquicultura; PCHs; atividades mineradoras com características industriais. Além dos usos considerados insignificantes pelo CEIVAP, foram também excluídos do universo de usuários pagadores, os setores de lazer,

turismo e navegação, devido à sua pequena expressão na bacia do rio Paraíba do Sul (JOHNSON *et al.*, 2003).

A equação da cobrança aplicada à bacia do rio Paraíba do Sul, conforme a Deliberação CEIVAP nº 65, em vigor desde janeiro de 2007 (CEIVAP, 2006a), excetuando-se os usuários de águas transpostas, da agropecuária e aqüicultura, e do setor elétrico, é expressa conforme a equação (3.2). Genericamente, esta equação é dividida em três parcelas, onde a primeira se refere à cobrança pelo volume de água captado no manancial (equação 3.3), a segunda se refere à cobrança pelo volume de água consumido (equação 3.4), e por último, a parcela que se refere à cobrança devida ao lançamento de efluentes no corpo receptor (equação 3.5).

$$Valor_{Total} = (Valor_{cap} + Valor_{cons} + Valor_{DBO}) \times K_{Gestão} \quad (3.2)$$

onde:

$Valor_{Total}$: pagamento anual pelo uso da água, em R\$/ano;

$Valor_{cap}$: pagamento anual pela captação de água, em R\$/ano;

$Valor_{cons}$: pagamento anual pelo consumo de água em R\$/ano;

$Valor_{DBO}$: pagamento anual pelo lançamento de carga orgânica, em R\$/ano;

$K_{Gestão}$: coeficiente que leva em conta o efetivo retorno à bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul dos recursos arrecadados pela cobrança do uso da água nos rios de domínio da União.

O valor do coeficiente $K_{Gestão}$ será normalmente igual a 1 (um). Será igual a 0 (zero) quando na Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO), para o ano subsequente, não estiverem incluídas as despesas relativas à aplicação das receitas da cobrança pelo uso de recursos hídricos ou houver o descumprimento, pela ANA, do Contrato de Gestão celebrado entre a ANA e a AGEVAP.

Nos casos onde a equação (3.2) não se aplica diretamente, os valores a serem cobrados são obtidos da seguinte forma: (i) no caso dos usuários de águas transpostas o valor da cobrança é dado pelo produto do volume de água transposto pelo Preço Público Unitário correspondente à transposição; ii) para os usuários do setor elétrico o valor a ser cobrado é calculado de acordo com o disposto pela legislação federal; e, iii) para os usuários do setor de agropecuária e aqüicultura, o

valor da cobrança é dado pelo produto da vazão total captada e consumida ponderada por um coeficiente que leva em conta as boas práticas de uso e conservação da água na propriedade rural onde se dá o uso de recursos hídricos. Maiores detalhes podem ser extraídos da Deliberação CEIVAP nº 65 (CEIVAP, 2006a).

A cobrança pela captação de água é dada pela equação (3.3):

$$Valor_{cap} = Q_{capout} \times PPU_{cap} \times K_{capclasse} \quad (3.3)$$

onde:

$Valor_{cap}$: pagamento anual pela captação de água, em R\$/ano;

Q_{capout} : volume anual de água captado, segundo valores da outorga ou verificados pelo organismo outorgante, em m³/ano;

PPU_{cap} : Preço Público Unitário para captação superficial, em R\$/m³;

$K_{capclasse}$: coeficiente que leva em conta a classe de enquadramento do corpo de água no qual se faz a captação, sendo igual a 1; 0,9; 0,9 e 0,7 para as classes 1, 2, 3 e 4, respectivamente.

A cobrança pelo consumo de água é dada pela equação (3.4):

$$Valor_{cons} = (Q_{capT} - Q_{lanT}) \times PPU_{cons} \times (Q_{cap} / Q_{capT}) \quad (3.4)$$

onde:

$Valor_{cons}$: pagamento anual pelo consumo de água, em R\$/ano;

Q_{capT} : volume anual total de água captado, corresponde ao Q_{capmed} ou igual ao Q_{capout} se não existir medição, em corpos de domínio da União, mais o volume de água captado diretamente em redes de concessionárias dos sistemas de distribuição de água, em m³/ano;

Q_{capmed} : volume anual de água captado, em corpo de água de domínio da União, segundo dados de medição, em m³/ano;

Q_{capout} : volume anual de água captado, segundo valores da outorga ou verificados pelo organismo outorgante, em m³/ano;

- Q_{lanT} : volume anual total de água lançado, em corpos de água de domínio dos estados, da União, em redes públicas de coleta de esgotos ou em sistemas de disposição em solo, em m³/ano;
- PPU_{cons} : Preço Público Unitário para o consumo de água, em R\$/m³;
- Q_{cap} : volume anual total de água captado, corresponde ao Q_{capmed} ou igual ao Q_{capout} se não existir medição, por dominialidade, em m³/ano.

A cobrança pelo lançamento de carga orgânica segue a equação (3.5):

$$Valor_{DBO} = CO_{DBO} \times PPU_{DBO} \quad (3.5)$$

onde:

- $Valor_{DBO}$: pagamento anual pelo lançamento de carga orgânica, em R\$/ano;
- CO_{DBO} : carga anual de Demanda Bioquímica por Oxigênio após 5 dias a 20°C ($DBO_{5,20}$) efetivamente lançada, em kg/ano;
- PPU_{DBO} : Preço Público Unitário para diluição de carga orgânica, em R\$/kg.

Os valores dos PPUs fixados pelo CEIVAP, em vigor desde janeiro de 2007, são iguais a R\$ 0,01/m³, R\$ 0,02/m³ e R\$ 0,07/kg, para captação de água bruta, consumo de água bruta e lançamento de carga orgânica, respectivamente. Estes valores estão sendo aplicados de forma progressiva, com cobrança de 88% do valor em 2007, 94% em 2008 e cobrança integral a partir de 2009. Mais detalhes podem ser consultados na Deliberação CEIVAP nº 65 (CEIVAP, 2006a).

No período 2003 a 2008 foram arrecadados na bacia aproximadamente R\$ 40 milhões, não considerados os recursos arrecadados pela cobrança do setor elétrico. O setor que mais contribuiu foi o de saneamento (68,95%), seguido do setor industrial (30,54%), irrigação (0,16%), e outros usos (0,35%). Os valores arrecadados são investidos conforme o plano de investimentos da bacia (CEIVAP, 2008). Apesar dos significativos valores arrecadados, a inadimplência é considerada alta na bacia, em função de questões legais que ainda precisam ser resolvidas, como o problema do contingenciamento dos valores pagos pelo setor elétrico,

questões de dominialidade, falta de uniformidade das questões legais na bacia, entre outros.

Finalmente, vale mencionar que os usuários da bacia que fazem investimentos e adotam ações que resultem na melhoria da qualidade de água, da quantidade de água e do regime fluvial, podem pleitear reduções no valor da cobrança, conforme estipulado na Deliberação CEIVAP nº 70 (CEIVAP, 2006b). Esta deliberação define os mecanismos de pagamento diferenciado para usuários que contribuem para a sustentabilidade hídrica da bacia.

3.6.3 Cobrança pelo uso da água nas bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí

As bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí, ou simplesmente bacias PCJ (figura 3.2), estão localizadas entre as regiões que apresentam mais alto desenvolvimento econômico e renda *per capita* do Brasil, abrangendo uma área de 15.304 km², sendo 92,6% de sua extensão localizada no estado de São Paulo e 7,4% no estado de Minas Gerais, com 11.443 km² correspondentes à bacia do rio Piracicaba, 1.621 km² à bacia do rio Capivari e 1.114 km² à bacia do rio Jundiáí.

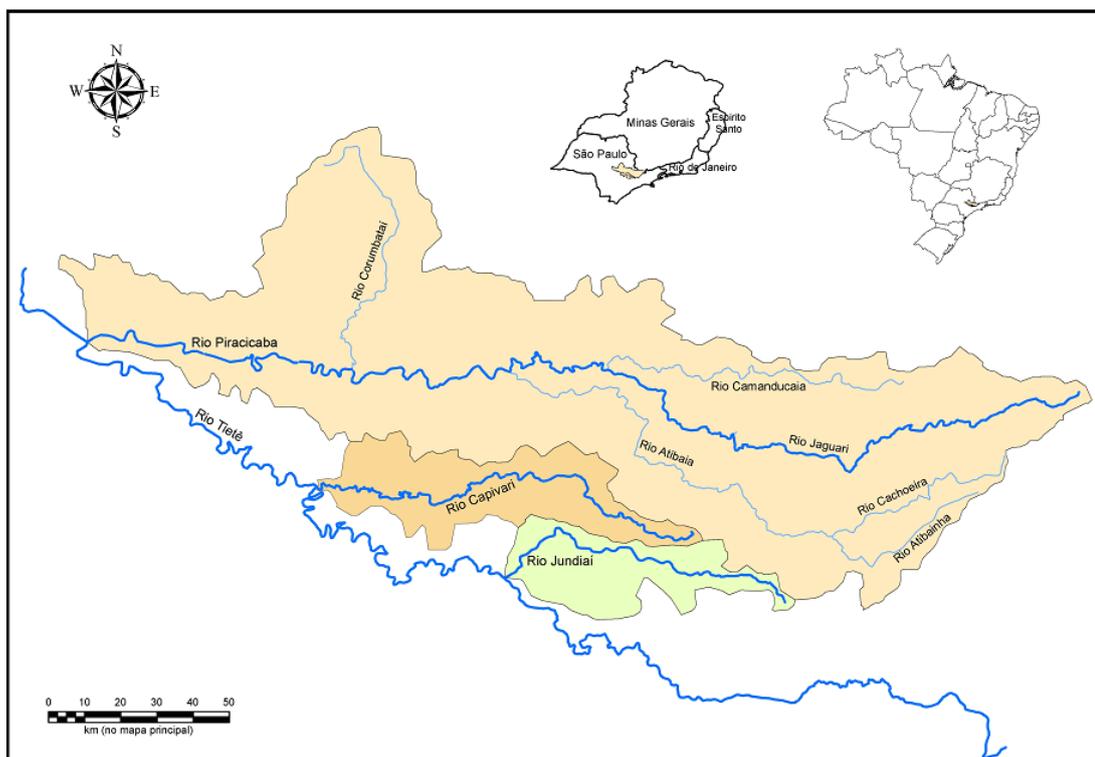


FIGURA 3.2 – BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIÁÍ

As bacias PCJ abrangem as áreas territoriais de 58 municípios no estado de São Paulo e quatro em Minas Gerais. Com uma população de 4,5 milhões de habitantes em 2000, as bacias PCJ tem um percentual da população nas áreas urbanizadas de 93,7%, considerada uma das mais altas do Brasil (ANA, 2007; BACIAS PCJ, 2008).

A localização estratégica das bacias PCJ junto a vários eixos de ligação entre a Região Metropolitana de São Paulo, o interior do estado de São Paulo e o triângulo mineiro, transformou a região destas bacias em uma das áreas mais desenvolvidas da economia paulista, destacando-se pela diversificação da base produtiva e pela presença de plantas industriais de alta tecnologia.

O uso do solo nas bacias PCJ é representado em grande parte pela cultura de cana-de-açúcar (33,61%) e por pastagens (39,06%). O reflorestamento também é uma atividade significativa em algumas sub-bacias. A vegetação original encontra-se apenas em alguns remanescentes, como nas margens dos cursos de água e em unidades de conservação, representando apenas 8% da área das bacias.

No ano de 1989, por iniciativa de alguns prefeitos de municípios localizados nas bacias dos rios PCJ, foi criado o Consórcio Intermunicipal das Bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, conhecido por Consórcio PCJ, para promover a articulação regional com vistas a implantar programas de gestão, despoluição e proteção das águas nestas bacias. Este consórcio implementou, no início da década de 90, uma experiência pioneira que se assemelhava conceitualmente à cobrança. Tratava-se do pagamento voluntário de R\$ 0,01/m³ de água captada por alguns usuários, para investimentos na recuperação das bacias PCJ. Foi um importante exercício de solidariedade regional e relevante experiência para a posterior implantação da cobrança pelo uso das águas nestas bacias PCJ (ANA, 2007).

A Lei nº 7663/91 criou o Comitê Estadual das Bacias PCJ, o qual foi instalado em novembro de 1993. O Comitê Federal das Bacias PCJ foi criado por Decreto Presidencial, em maio de 2002, e instalado em março de 2003. Ambos são compostos por representantes dos poderes públicos, usuários de recursos hídricos e organizações civis. Estes dois comitês atuam de forma integrada. No lugar de atuar com plenários separados de 51 e 50 membros, respectivamente, os comitês estadual e federal atuam com um plenário integrado composto por 72 membros, com um núcleo comum de 29 membros que pertencem aos dois plenários, simultaneamente, facilitando a tomada de decisões. Ademais, os Comitês PCJ

contam como uma única diretoria e as reuniões são conjuntas, assim como as suas deliberações.

Em agosto de 2004, para iniciar o processo de cobrança pelo uso da água, os Comitês PCJ firmaram convênio de integração com a ANA e com os estados de São Paulo e Minas Gerais. Após um ano de discussões, em 31 de outubro de 2005, foram aprovados os mecanismos e valores para a cobrança. Oficialmente, a implantação da cobrança pelo uso das águas dos rios de domínio da União na bacia hidrográfica do rio Piracicaba, foi aprovada em 28 de novembro de 2005 pelo CNRH e iniciou-se, de fato, em janeiro de 2006. Esta cobrança não envolve os usos da água dos rios de domínio dos estados, e as fontes subterrâneas da região, cujas cobranças dependem de regulamentação específica. Na mesma data, o CNRH aprovou também a indicação do Consórcio PCJ para executar a função de Agência de Água das Bacias PCJ. O consórcio tem esta função, segundo a Resolução nº 77/2007 do CNRH, até 2011. Além de administrar o dinheiro da cobrança, o Consórcio PCJ analisa e fiscaliza os projetos custeados com os recursos arrecadados.

A equação da cobrança para os usuários das bacias PCJ, conforme a Deliberação Conjunta dos Comitês PCJ nº 25/05 aprovada pela Resolução nº 52/05 do CNRH, e as alterações dadas pela Deliberação Conjunta dos Comitês PCJ nº 078/07, aprovada pela Resolução nº 78/2007 do CNRH, excetuando-se os usuários de águas transpostas, usuários do setor rural e usuários do setor elétrico, é dada pela equação (3.6). Genericamente, a equação tem a mesma estrutura da cobrança adotada na bacia do Paraíba do Sul, sendo dividida em três parcelas, onde a primeira se refere à cobrança pelo volume de água captado no manancial (equação 3.7), a segunda se refere à cobrança pelo volume de água consumido (equação 3.8), e por último, a parcela que se refere à cobrança devida ao lançamento de efluentes no corpo receptor (equação 3.9).

$$Valor_{Total} = (Valor_{cap} + Valor_{cons} + Valor_{CO}) \times K_{Gestão} \quad (3.6)$$

onde:

$Valor_{Total}$: pagamento anual pelo uso da água, em R\$/ano;

$Valor_{cap}$: pagamento anual pela captação de água, em R\$/ano;

$Valor_{cons}$: pagamento anual pelo consumo de água, em R\$/ano;

$Valor_{CO}$: pagamento anual pelo lançamento de carga orgânica, em R\$/ano;

$K_{Gestão}$: coeficiente que leva em conta o efetivo retorno às bacias PCJ dos recursos arrecadados pela cobrança do uso da água nos rios de domínio da União.

O valor do coeficiente $K_{Gestão}$ será normalmente igual a 1 (um). Será igual a 0 (zero) quando na Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO), para o ano subsequente, não estiverem incluídas as despesas relativas à aplicação das receitas da cobrança pelo uso de recursos hídricos ou houver o descumprimento, pela ANA, do Contrato de Gestão celebrado entre a ANA e a entidade delegatária de funções de Agência de Água das Bacias PCJ.

Nos casos onde a equação (3.6) não se aplica diretamente, os valores a serem cobrados são obtidos da seguinte forma: (i) no caso dos usuários de águas transpostas o valor da cobrança é dado pelo produto do volume de água transposto pelo Preço Público Unitário correspondente à transposição; ii) para os usuários do setor elétrico o valor a ser cobrado é calculado de acordo com o disposto pela legislação federal e atos normativos das autoridades competentes; e, iii) para os usuários do setor rural o valor a ser cobrado é dado pelo produto da vazão total captada e consumida ponderada por um coeficiente que leva em conta as boas práticas de uso e conservação da água no imóvel rural onde se dá o uso de recursos hídricos. Maiores detalhes podem ser extraídos da Deliberação Conjunta dos Comitês PCJ nº 078/07 (BACIAS PCJ, 2007).

A cobrança pela captação de água segue a equação (3.7):

$$Valor_{cap} = (K_{out} \times Q_{capout} + K_{med} \times Q_{capmed}) \times PPU_{cap} \times K_{capclasse} \quad (3.7)$$

onde:

$Valor_{cap}$: pagamento anual pela captação de água, em R\$/ano;

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

- Q_{capout} : volume anual de água captado, em corpo de água de domínio da União, segundo valores da outorga, ou verificados pela ANA se não houver outorga, em m³/ano;
- K_{med} : peso atribuído ao volume anual de captação medido;
- Q_{capmed} : volume anual de água captado, em corpo de água de domínio da União segundo dados de medição, em m³/ano;
- PPU_{cap} : Preço Público Unitário para captação superficial, em R\$/m³;
- $K_{capclass}$: coeficiente que leva em conta a classe de enquadramento do corpo de água no qual se faz a captação, sendo igual a 1; 0,9; 0,9 e 0,7 para as classes 1, 2, 3 e 4, respectivamente.

A cobrança pelo consumo de água, exceto para irrigação, segue a equação (3.8).

$$Valor_{cons} = (Q_{capT} - Q_{lanT}) \times PPU_{cons} \times (Q_{cap} / Q_{capT}) \quad (3.8)$$

onde:

- $Valor_{cons}$: pagamento anual pelo consumo de água, em R\$/ano;
- Q_{cap} : volume anual de água captado igual ao Q_{capmed} , ou igual ao Q_{capout} se não existir medição, em corpos de água de domínio da União, em m³/ano;
- Q_{capT} : volume anual total de água captado igual ao Q_{capmed} , ou igual ao Q_{capout} se não existir medição, em corpos de água de domínio da União, dos estados e mais aqueles captados diretamente em redes de concessionárias dos sistemas de distribuição de água, em m³/ano;
- Q_{lanT} : volume anual total de água lançado em corpos de água de domínio dos estados, da União ou em redes públicas de coleta de esgotos, em m³/ano;
- PPU_{cons} : Preço Público Unitário para o consumo de água, em R\$/m³.

O valor a ser cobrado pelo consumo de água na irrigação é dado diretamente pelo produto da vazão consumida pelo Preço Público Unitário para o

consumo de água. Maiores detalhes estão apresentados na Deliberação Conjunta dos Comitês PCJ nº 078/07 (BACIAS PCJ, 2007).

A cobrança pelo lançamento de carga orgânica segue a equação (3.9):

$$Valor_{CO} = CO_{DBO} \times PPU_{DBO} \times K_{lanclasse} \times K_{PR} \quad (3.9)$$

onde:

$Valor_{CO}$: pagamento anual pelo lançamento de carga de $DBO_{5,20}$, em R\$/ano;

CO_{DBO} : carga anual de $DBO_{5,20}$ efetivamente lançada, em kg/ano;

PPU_{DBO} : Preço Público Unitário para diluição de carga de $DBO_{5,20}$, em R\$/kg;

$K_{lanclasse}$: coeficiente que leva em conta a classe de enquadramento do corpo de água receptor, sendo seu valor igual a 1 (um), podendo ser revisto assim que concluído o Plano das Bacias PCJ 2008/2020;

K_{PR} : coeficiente que leva em consideração a percentagem de remoção (PR) de carga orgânica na Estação de Tratamento de Efluentes Líquidos (industriais e domésticos), a ser apurada por meio de amostragem representativa dos efluentes bruto e tratado (final) efetuada pelo usuário. Será igual a 1 (um) para $PR = 80\%$; igual a $(31 - 0,2 \times PR) / 15$ para $80\% < PR < 95\%$; e igual a $(16 - 0,16 \times PR)$ para $PR \geq 95\%$.

Os valores dos PPU's em vigor desde janeiro de 2006, fixados na Deliberação Conjunta dos comitês PCJ nº 25/05, são iguais a R\$ 0,01/m³, R\$ 0,02/m³, R\$ 0,10/kg e R\$ 0,15/m³, para captação de água bruta, consumo de água bruta, lançamento de carga orgânica e água transposta para outra bacia (transposição do Sistema Cantareira), respectivamente. Estes valores foram aplicados de forma progressiva, com cobrança de 60% do valor em 2006, 75% em 2007 e cobrança integral a partir de 2008. Mais detalhes podem ser consultados na Deliberação Conjunta dos Comitês PCJ nº 078/07 (BACIAS PCJ, 2007).

No período 2006 a 2008 foram arrecadados nas bacias PCJ aproximadamente R\$ 39 milhões, não considerados os recursos arrecadados pela

cobrança do setor elétrico. Percebe-se que a arrecadação nas bacias PCJ em 3 anos é da mesma ordem de grandeza do valor arrecadado na bacia do Paraíba do Sul em 6 anos. Uma das razões para este fato está relacionada à adimplência de 99% dos pagamentos dos consumidores nas bacias PCJ. O setor que mais contribuiu na arrecadação foi o de saneamento (84,98%), seguido do setor industrial (13,74%), irrigação (0,09%) e outros usos (1,19%).

Os recursos financeiros arrecadados com a cobrança pelo uso dos recursos hídricos nas bacias PCJ são aplicados de acordo com os programas de investimentos constantes do Plano das Bacias PCJ e das regras de hierarquização de empreendimentos aprovados pelos Comitês PCJ. Pagamentos diferenciados podem ser pleiteados quando os usuários fizerem investimentos em ações de melhoria da qualidade, da quantidade de água e do regime fluvial, e quando adotarem boas práticas de uso e conservação da água que resultem na melhoria ambiental da bacia.

3.6.4 Cobrança pelo uso da água no estado de São Paulo

Embora a implementação do gerenciamento de recursos hídricos no Brasil tenha se iniciado com as discussões em torno da lei paulista de recursos hídricos, Lei Estadual nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991, alterada posteriormente pelas Leis nº 9.034/94, nº 10.843/01 e nº 12.183/05, na qual a implantação da cobrança pelo uso da água parecia iminente, os rumos da regulamentação e da implementação desse instrumento, no estado, foram sendo gradativamente alterados ao longo dos anos. Somente em janeiro de 2007 entrou em vigor a cobrança pelo uso dos recursos hídricos nos rios de domínio do estado de São Paulo, inicialmente nas bacias PCJ e Paraíba do Sul, de acordo com o disposto nos Decretos nº 51.449/06 e nº 51.450/06, respectivamente.

O estado de São Paulo chegou a estudar a possibilidade de iniciar a cobrança pelo uso da água em rios estaduais, antes mesmo da aprovação da legislação federal. Porém, a existência em seu território de várias bacias hidrográficas de domínio da União, constituía um fator complicador, embora não considerado como empecilho, segundo estudos jurídicos realizados à época (POMPEU, 2000). No entanto, sequer a aprovação da PNRH e tampouco o

subseqüente avanço na sua implementação foram capazes de apressar o processo de regulamentação da cobrança no estado, apesar da existência, à época, de vários estudos e definições delineando como seria o sistema paulista de cobrança pelo uso da água (CONEJO, 2000; BARTH, 2000).

Apesar do entendimento conceitual sobre a cobrança ser idêntico em todas as leis estaduais de recursos hídricos brasileiras, vale mencionar que no estado de São Paulo a definição dos usuários sujeitos à cobrança pelo uso da água é mais abrangente do que na lei federal, pois a lei paulista define em seu art. 5 que estão “sujeitos à cobrança todos aqueles que utilizam os recursos hídricos”. Porém, essa mesma lei isenta de cobrança a utilização de recursos hídricos destinada às necessidades domésticas de propriedades e de pequenos núcleos populacionais distribuídos no meio rural, que independem da outorga de direito de uso, e os usuários finais residenciais, desde que seja comprovado o estado de baixa renda do consumidor.

Ademais, os recursos arrecadados com a cobrança são destinados ao Fundo de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (FEHIDRO), braço econômico e financeiro dos comitês de bacia e sua aplicação se dará conforme o art. 24 do Decreto nº 50.667/06, estando “vinculada à implementação de programas definidos no Plano Estadual de Recursos Hídricos, por meio de ações, estudos, projetos, serviços e obras, de interesse público, da iniciativa pública ou privada, definidos nos Planos de Bacias Hidrográficas e programas anuais de investimentos”.

O mecanismo de cobrança paulista adota uma concepção bem próxima do modelo francês, pois se fundamenta na quantidade de água captada/consumida e nas características dos efluentes produzidos. Além disso, o modelo paulista considera as peculiaridades físicas e ambientais locais, bem como os interesses estratégicos da bacia por meio de coeficientes multiplicadores, aos moldes do modelo francês. Maiores detalhes podem ser consultados no Decreto nº 50.667/06 que regulamenta os dispositivos da lei de cobrança e nos Decretos nº 51.449/06 e nº 51.450/06, que tratam da cobrança estadual nas bacias PCJ e Paraíba do Sul, respectivamente.

3.6.5 Cobrança pelo uso da água no estado do Rio de Janeiro

A cobrança pelo uso da água bruta nos rios de domínio do estado do Rio de Janeiro está prevista na Lei Estadual nº 3.239/99 e foi regulamentada pela Lei nº 4.247/03. A operacionalização da cobrança pelo uso dos recursos hídricos de domínio estadual, além da água subterrânea subjacente ao seu território, bem como a responsabilidade pela arrecadação e administração destes recursos, que são recolhidos ao Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FUNDRHI), são competência do Instituto Estadual do Ambiente (INEA). Os recursos arrecadados são aplicados de acordo com o estabelecido pelos respectivos comitês de bacia hidrográfica.

A Lei nº 4.247/03 define que os critérios para aplicação da cobrança e os valores a serem cobrados são iguais aos fixados pelo CEIVAP, condicionando a sua implantação à efetiva existência dos comitês de bacia estaduais e dos respectivos planos de bacia hidrográfica.

A cobrança incide sobre o volume de água captada no manancial, sobre o volume captado que não retorna ao corpo hídrico, e sobre o lançamento de efluentes no corpo receptor. Os usos considerados insignificantes são aqueles que utilizam vazões de até 0,4 l/s com seus efluentes correspondentes.

Segundo a legislação em vigor, do montante arrecadado com a cobrança nos rios de domínio estadual, 90% devem ser aplicados na região hidrográfica que gerou os recursos, em ações e projetos constantes do plano de investimentos aprovado pelo respectivo comitê de bacia, e os outros 10% devem ser aplicados no órgão gestor de recursos hídricos do estado. Por sua vez, os recursos oriundos da cobrança do setor elétrico são divididos em 50% para o custeio do INEA e 50% devolvidos para as regiões onde estão instaladas as usinas. Adicionalmente, em virtude da transposição das águas do rio Paraíba do Sul para o rio Guandu, para abastecimento da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, há a obrigatoriedade da aplicação na bacia do rio Paraíba do Sul de 15% do total arrecadado na bacia do rio Guandu.

3.6.6 Cobrança pelo uso da água no estado do Paraná

A cobrança pelo uso da água bruta nos rios de domínio do estado do Paraná está prevista na Lei Estadual nº Lei 12.726/99 e foi regulamentada pelo Decreto nº 5.361/02 (PARANÁ, 2002).

Apesar do grande avanço verificado em termos técnicos e da existência de aparato legal, a cobrança no estado ainda não foi implementada. Este atraso deve-se, em parte, às novas diretrizes governamentais com relação à gestão dos recursos hídricos adotadas a partir de 2003. Segundo essa nova orientação, o Estado passou a assumir as funções inerentes às agências de água. Tal orientação foi decorrente, basicamente, do entendimento, por parte do governo estadual, que a água, por ser um bem público, é um bem ambiental indelegável, e que o estado não poderia se omitir da incumbência da adequada gestão desses recursos.

A cobrança no estado do Paraná deverá iniciar pela bacia do Alto Iguaçu e Afluentes do Ribeira, na Região Metropolitana de Curitiba, economicamente a mais importante do estado. Na seqüência, será a vez das bacias do rio Tibagi, rio Jordão e Paraná III. Serão cobrados pelos volumes de captação, consumo e de lançamento para diluição de efluentes.

Segundo a Superintendência de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (SUDERHSA), órgão gestor de recursos hídricos do estado, a previsão de arrecadação na bacia do Alto Iguaçu e Afluentes do Ribeira deve atingir R\$ 25 milhões anuais, dos quais 92,5% devem ser destinados à bacia para obras de preservação e recuperação dos mananciais.

Vale destacar que além dos usos considerados insignificantes, o uso de água pelo setor agropecuário está isento de cobrança no estado do Paraná. Este fato, que tem gerado várias discussões em torno da lei paranaense, deverá ser revertido no curto prazo, através de projeto de lei encaminhado para aprovação na Assembléia Legislativa do Estado (MACHADO, 2008).

4 A COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA PARA O SETOR HIDRELÉTRICO BRASILEIRO

Com a promulgação da Lei nº 9.433/97 inicia-se uma nova fase para o gerenciamento dos recursos hídricos no Brasil, fundamentada nos pressupostos da gestão descentralizada e participativa e baseada em instrumentos de gestão, entre os quais a cobrança pelo uso dos recursos hídricos.

A cobrança pelo uso da água para o setor hidrelétrico foi instituída com a promulgação da Lei nº 9.984/00, que alterou o percentual da compensação financeira, pago pelas usinas hidrelétricas, decorrente da Lei nº 7.990/89, de 6% para 6,75%. O percentual adicional de 0,75% é definido como “pagamento pelo uso dos recursos hídricos”.

Este capítulo apresenta um breve histórico do desenvolvimento do setor elétrico brasileiro, com enfoque na geração hidrelétrica e sua interface com a gestão de recursos hídricos, seguido de uma análise da compensação financeira. Na seqüência é apresentada a metodologia de cobrança pelo uso da água vigente para o setor hidrelétrico.

4.1 HISTÓRICO DO SETOR HIDRELÉTRICO BRASILEIRO

A tradição brasileira no uso dos recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica vem desde o início do século XX, quando se iniciou o ciclo da industrialização no país. A transformação de uma economia predominantemente agrícola em economia industrial exigiu esforços do governo no sentido de atrair a iniciativa privada, principalmente a estrangeira, que além de capital era detentora da tecnologia de geração, para explorar os aproveitamentos hidrelétricos no Brasil. Existem, no entanto, relatos da existência de muitas usinas de pequena potência destinadas a usos privados em moinhos, serrarias e tecelagens, construídas anteriormente. Para Müller A. C. (1995), a era da hidreletricidade brasileira se inicia de fato em 1883, com a inauguração da Usina Ribeirão do Inferno, na então província de Minas Gerais. Outro marco para o setor foi a inauguração, em 1889, também em Minas Gerais, da usina de Marmelos, considerada a primeira usina hidrelétrica pertencente ao serviço público do Brasil.

Porém, até 1930, a ação governamental com relação aos serviços de energia elétrica era bastante pontual e desordenada. A estruturação da produção e da distribuição da energia no país ocorreu progressivamente no âmbito da iniciativa privada, e após a edição do Código de Águas, em 1934, passou por um longo período onde a presença do Estado foi determinante. O Código de Águas, além de incorporar as quedas de água ao patrimônio da União, definindo que o uso para a geração elétrica deveria ser submetido à concessão por parte do governo federal, definiu que as tarifas das empresas seriam estabelecidas com base no preço de custo, causando descontentamento aos investidores privados. Entretanto, ressalta-se que as diretrizes dadas pelo Código de Águas serviram de base para a consolidação do setor elétrico brasileiro.

Em 1962, foi criada a Centrais Elétricas Brasileiras (ELETROBRÁS), para coordenar as atividades de planejamento, financiamento e execução da política de energia elétrica no país. A sua concepção teve origem na crise política gerada na década de 50, quando as empresas estrangeiras deixaram de fazer novos investimentos no setor elétrico como reação ao controle estatal sobre as tarifas após a edição do Código de 1934. A criação da ELETROBRÁS, de diversas empresas estaduais nas décadas de 50 e 60, e do MME, em 1968, foram determinantes para a consolidação da centralização do planejamento do setor pelo governo federal, bem como para consolidar o relevante papel que o setor elétrico passaria a ter no contexto dos recursos hídricos nas décadas que se seguiram.

As condições topográficas e hidrológicas favoráveis, aliadas à relativa escassez de combustíveis fósseis, favoreceram a exploração do potencial hidrelétrico brasileiro. Datam de 1963 os primeiros estudos abrangentes de inventário do potencial hidrelétrico, realizados pela Canambra (BRASIL, 2007b). Esses estudos foram decisivos para o estabelecimento de uma visão integrada para o setor elétrico, destacando-se os benefícios da interligação elétrica dos sistemas isolados, e do planejamento e operação centralizados. Esses estudos, pelo seu nível de aprofundamento, constituíram um marco na história do setor elétrico nacional, impulsionando de maneira decisiva a opção pelas grandes barragens, que passaram a integrar os planos de expansão da produção de energia elétrica formulados pelo setor (Planos 90, 95, 2000, 2010 e 2015, publicados em 1974, 1979, 1982, 1988 e 1994, respectivamente) (BRASIL, 2007b).

Nas décadas que se seguiram foram construídas no país centenas de empreendimentos hidrelétricos de grande e médio porte. Principalmente, na década de 70, quando o “milagre brasileiro” demandava um rápido aumento da oferta de energia no país, aliado à grande crise do petróleo, o setor hidrelétrico passou a ter prioridade absoluta no uso das águas. São dessa época grandes obras, entre as quais as duas maiores usinas hidrelétricas do país: Itaipu e Tucuruí. É dentro desse cenário que o setor de geração hidrelétrica passa a ocupar o papel de grande usuário de água no Brasil.

Na década de 90, face à impossibilidade do Estado em assumir os significativos investimentos necessários à expansão do setor elétrico, inicia-se a ampliação da participação da iniciativa privada no setor. Foi o período marcado pelo processo de privatização de várias concessionárias de energia e pela expansão modesta do parque gerador nacional. O crescimento limitado da geração, durante vários anos, foi uma das causas do racionamento vivenciado em 2001-2002 por grande parte do sistema elétrico interligado.

Nesta mesma década, o setor elétrico passou por uma grande reformulação. No que concerne aos recursos hídricos, a transferência da responsabilidade da gestão das águas do MME para o MMA em 1995, a criação da ANEEL em 1996, a edição da Lei das Águas em 1997, a criação do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) em 1998, da ANA em 2000, da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) em 2004, deram início a uma nova fase para o setor elétrico brasileiro.

A ANEEL, criada em 26 de dezembro de 1996 pela Lei nº 9.427, é uma autarquia em regime especial, vinculada ao MME, e tem como atribuições: regular e fiscalizar a geração, a transmissão, a distribuição e a comercialização da energia elétrica; mediar os conflitos de interesses entre os agentes do setor elétrico e entre estes e os consumidores; conceder, permitir e autorizar instalações e serviços de energia; garantir tarifas justas; zelar pela qualidade do serviço; exigir investimentos; estimular a competição entre os operadores; e assegurar a universalização dos serviços (ANEEL, 2009).

O ONS foi criado com a finalidade de operar o Sistema Interligado Nacional (SIN) e administrar a rede básica de transmissão de energia no país, assegurando aos usuários do SIN a continuidade, a qualidade e a economicidade do suprimento de energia elétrica. O SIN é um sistema hidrotérmico de grande porte, com forte

predominância de usinas hidrelétricas e com múltiplos proprietários, com tamanho e características que permitem considerá-lo único em âmbito mundial.

A EPE, criada em 15 de março de 2004, pela Lei nº 10.847, é responsável por realizar os estudos e pesquisas para subsidiar a formulação, o planejamento e a implementação de ações do MME, no âmbito da política energética nacional.

4.2 SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO

Ao final do ano de 2008, o sistema elétrico brasileiro contava com 1.995 empreendimentos de geração em operação, totalizando 102.621 MW de potência instalada. Dessa capacidade instalada 75,5% eram de origem hidráulica (ANEEL, 2009), conforme detalhado na tabela 4.1. Entretanto, nesse mesmo ano, do total de energia elétrica produzida, mais de 88% eram de origem hidrelétrica (ONS, 2008).

TABELA 4.1 – POTÊNCIA INSTALADA NO BRASIL
POR TIPO DE USINA

TIPO	POTÊNCIA INSTALADA (KW)	%
Hidrelétrica	77.519.975	75,54
Eólica	338.350	0,33
Solar fotovoltaica	20	0,00
Termoelétrica	22.756.012	22,17
Termonuclear	2.007.000	1,96
TOTAL	102.621.357	100%

FONTE: ANEEL (2009)

Está prevista para os próximos anos uma adição de 37.077 MW na capacidade de geração do país, proveniente dos 149 empreendimentos atualmente em construção e mais 438 outorgados (ANEEL, 2009). Destaca-se, no entanto, o vasto potencial hidráulico ainda a ser explorado. Do potencial hidráulico inventariado, da ordem de 260 mil MW, pouco mais de 30% estão explorados. Contudo, a exploração desse potencial exige elevados investimentos, inclusive no sistema de transmissão de energia, dado que mais de 70% desse potencial está localizado nas bacias do rio Amazonas e dos rios Tocantins/Araguaia, em áreas de difícil acesso, isoladas e distantes dos centros de carga. De acordo com o Plano

Nacional de Energia 2030 (PNE2030) (BRASIL, 2007a), elaborado pelo MME e EPE, que tem como objetivo o planejamento de longo prazo do setor energético do país, orientando tendências e balizando as alternativas de expansão desse segmento nas próximas décadas, o potencial ainda a aproveitar, excluído o potencial considerado estimado, é de aproximadamente 126 mil MW. Esse total se reduz para 116 mil MW, se forem desconsiderados os aproveitamentos que apresentam interferência direta com parques e florestas nacionais; se reduz para 87 mil MW se forem desconsiderados aqueles que interferem diretamente com terras indígenas; e se reduz, para aproximadamente 77 mil MW, se forem somadas as duas interferências. O potencial estimado, também chamado de remanescente não individualizado, é o potencial avaliado a partir de cálculos teóricos, sem a identificação, mesmo que imprecisa, do possível barramento.

Outra informação relevante, segundo o PNE2030, diz respeito à bacia do rio Paraná. Esta bacia apresenta um índice de aproveitamento (definido como a relação entre o potencial aproveitado e o potencial total) de 72%. Excluído o potencial estimado, esse índice é ainda mais elevado, chegando próximo a 80%. Esses índices, calculados para a bacia do São Francisco, embora um pouco menores, são também expressivos, de 62% e 65%, respectivamente. Em ambos os casos, apesar dos altos índices de aproveitamento, estes índices são ainda inferiores aos que se observam em países como França (100%) e Alemanha (83%).

Grande parte do sistema elétrico brasileiro, cerca de 98% em termos de geração e carga, encontra-se eletricamente interligado, permitindo o uso otimizado dos recursos energéticos pelo aproveitamento das diversidades hidrológicas e de mercado existentes entre as bacias e sub-bacias hidrográficas, sistemas e subsistemas elétricos e regiões geográficas. O sistema é dividido em quatro subsistemas elétricos: Sudeste/Centro-Oeste, Sul, Nordeste e Norte. Esse grande sistema, predominantemente hidrelétrico, constitui o SIN, cuja operação coordenada é centralizada no ONS (figura 4.1). O restante da carga é constituído por um grande número de sistemas isolados, em geral de pequeno porte, localizados na região Norte. Nesse contexto, os maiores sistemas isolados são os de Manaus e do Acre-Rondônia. De acordo com o Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica 2006/2015 (PDEEE2006/2015) (BRASIL, 2006b), esses sistemas, e mais o do Amapá, deverão ser integrados ao SIN no horizonte decenal. Com relação às interligações regionais, vale dizer que a transmissão é de extrema relevância no

caso do sistema elétrico brasileiro, pelo fato do mesmo ser baseado na hidreletricidade. Essa característica, reforçada pela continentalidade do país, atribui ao sistema de transmissão o papel de um “gerador virtual”, incomum na maioria dos sistemas elétricos existentes no mundo. De fato, a transmissão aumenta a disponibilidade das usinas hidrelétricas que operam integradas em relação à operação isolada. Kelman (2002, *apud* BRASIL, 2007a) demonstra que esse ganho, considerando a configuração em operação em 2002, é de pelo menos 12%, o equivalente a 4.000 MWmed.

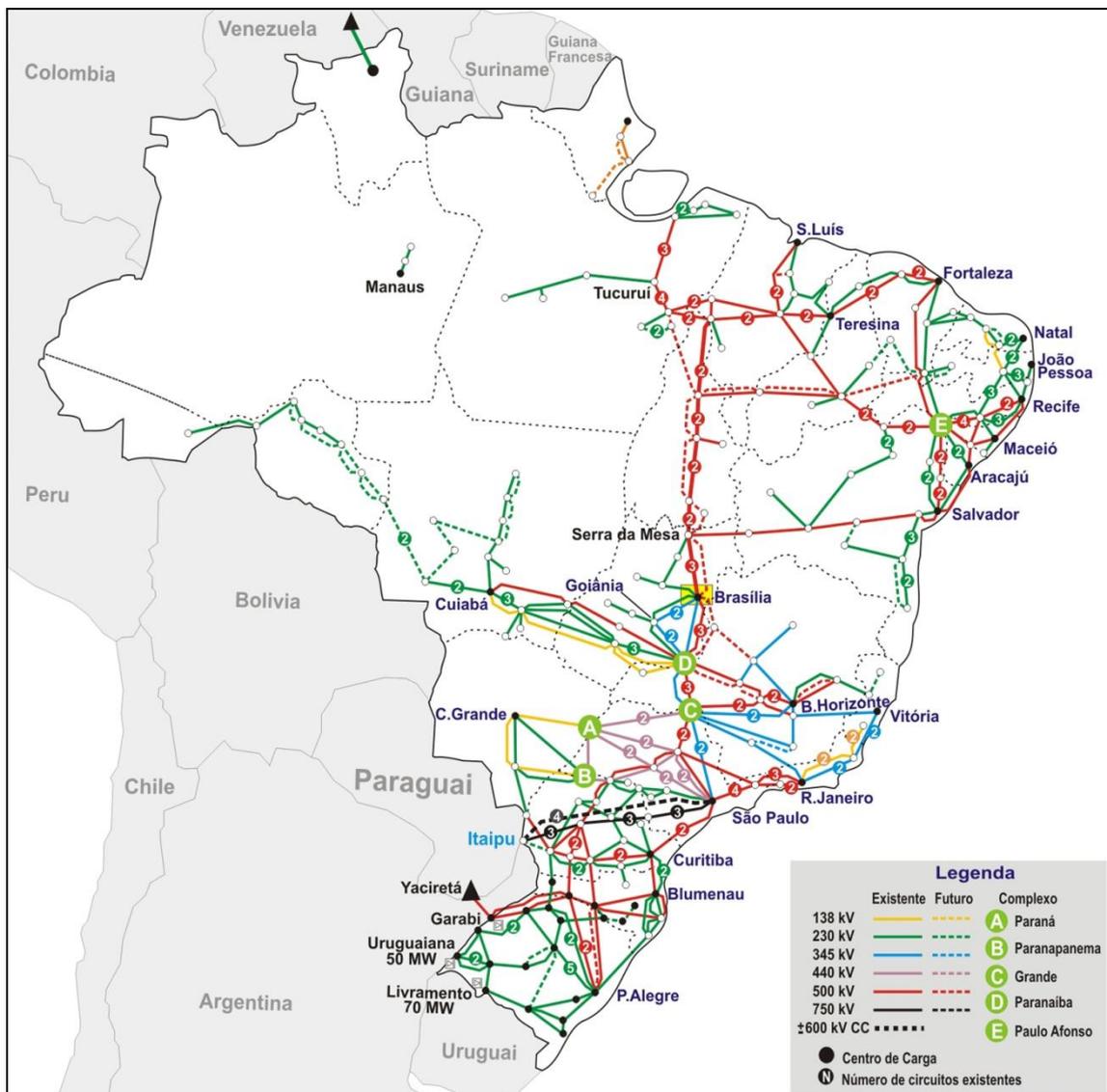


FIGURA 4.1 – SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL (SIN)
 FONTE: ONS (2009)

As diretrizes gerais para o setor elétrico dadas pelo PDEEE2006/2015 apontam, para o ano de 2015, uma expansão de 39.057 MW na capacidade instalada do SIN, dos quais 30.045 MW em usinas hidrelétricas. Salienta-se que, neste montante, estão incluídas as entradas em operação de grandes projetos estruturantes, como os aproveitamentos de Jirau (3.300 MW) e Santo Antônio (3.150 MW) no rio Madeira, e de Belo Monte (5.500 MW) no rio Xingu. Os investimentos estimados para essa expansão da geração são da ordem R\$ 60 bilhões.

Com relação à expansão da transmissão, a estimativa para o período decenal é que sejam agregadas mais 41.127 km de linhas, passando para 123.219 km no final de 2015. A projeção de investimento é da ordem de R\$ 26,7 bilhões em linhas de transmissão e de R\$ 12,7 bilhões em subestações e transformadores.

De acordo com as recomendações do PNE2030, a fonte hidrelétrica continuará sendo a opção prioritária entre 2015 e 2030, em termos quantitativos, para o suprimento dos requisitos de energia elétrica do país. As previsões indicam, para 2030, que a capacidade hidrelétrica instalada no país seja de 168 GW, o que representa um acréscimo superior a 100% da capacidade instalada atual.

Cumpram ressaltar que o setor hidrelétrico incorporou, ao longo do tempo, um enorme conjunto de restrições de ordem operacional, fruto de uma política de integração com os interesses de outros usuários de recursos hídricos, tais como: a proteção a populações ribeirinhas contra inundações, mediante a alocação de volumes de espera nos reservatórios; o estabelecimento da descarga mínima com o objetivo de atender à navegação fluvial, a restrições ambientais (sobrevivência de espécies naturais) ou a demandas sanitárias; e o estabelecimento de níveis mínimos destinados a captações de água e atividades recreativas (CAMPOS, 2001).

Merece também destaque que o desenvolvimento expressivo e vertiginoso do setor hidrelétrico durante quase um século, resultou no acúmulo enorme de conhecimento acerca dos rios brasileiros. Todo esse conhecimento, expresso em inúmeros estudos e projetos, foi fundamental para os avanços na exploração dos recursos hídricos brasileiros e na estruturação, expansão e manutenção da rede hidrometeorológica nacional. Muitos técnicos foram formados nesse período, os quais têm atuado de forma decisiva na estruturação do atual sistema de gestão de recursos hídricos do Brasil, na elaboração da Lei 9.433/97 e das leis subseqüentes, estando sempre presentes nas discussões e participando efetivamente da implementação da PNRH.

Por fim, vale mencionar os grandes investimentos em ciência, pesquisa, desenvolvimento e inovação realizados com os recursos oriundos da compensação financeira, pagos pelas empresas geradoras de energia elétrica. São financiados estudos e projetos na área de recursos hídricos, de modo a assegurar a disponibilidade e a qualidade da água nas bacias hidrográficas, à atual e às futuras gerações.

4.3 INTERFACE DO SETOR ELÉTRICO COM A PNRH

Nas últimas décadas é notório o aumento da preocupação, em nível mundial, com a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, sendo consenso a necessidade da utilização de princípios, normas e padrões de gestão que permitam o permanente equilíbrio entre a oferta e a demanda. No Brasil, o grande passo para o planejamento e gestão dos recursos hídricos se deu com a sanção da Lei nº 9.433/97, que definiu as diretrizes para a utilização racional da água, levando em conta sua disponibilidade, os múltiplos usuários e os diferentes usos. Dentre as principais medidas preconizadas e que apresentam desdobramentos e interferências nos vários setores usuários, destaca-se a cobrança pelo uso da água.

Sendo o setor elétrico um dos principais usuários dos recursos hídricos nacionais, haja vista a predominância da geração hidrelétrica no parque instalado e projetado de geração de energia no país, torna-se necessário caracterizar de forma adequada sua interferência nos recursos hídricos naturalmente disponíveis e a compatibilização das deliberações do CNRH com as do setor hidrelétrico (SILVA; MELLO, 1998).

Nesse contexto, a Lei nº 9.984/00, que criou a ANA, estabeleceu alguns dispositivos a fim de promover a necessária harmonização. O primeiro deles diz respeito à definição de que compete à ANA a análise e emissão da outorga de direito de uso da água em corpos de água de domínio da União. Assim, no caso de licitação para a concessão ou autorização do uso de potencial de energia hidráulica, a ANEEL deverá promover junto a ANA, ou junto à respectiva entidade gestora, dependendo do domínio do corpo hídrico, a prévia obtenção da declaração de reserva de disponibilidade hídrica. Essa declaração será transformada

automaticamente em outorga de direito de uso da água, pelo respectivo órgão outorgante, quando o empreendedor receber da ANEEL a concessão ou autorização de uso do potencial de energia elétrica.

O segundo dispositivo, de grande interesse na elaboração deste trabalho, consiste na cobrança pelo uso da água para as usinas hidrelétricas, uma vez que essa lei modificou o percentual da compensação financeira que vinha sendo pago pelo setor elétrico, em decorrência da Lei nº 7.990/89, de 6% para 6,75% do valor da energia produzida. A parcela adicional de 0,75% constitui pagamento pelo uso de recursos hídricos, sendo destinada ao MMA para aplicação na implementação da PNRH e do SINGREH.

4.4 COMPENSAÇÃO FINANCEIRA E A COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA VIGENTE PARA O SETOR HIDRELÉTRICO

4.4.1 Considerações gerais sobre a compensação financeira e a cobrança pelo uso da água

A atual cobrança pelo uso da água aplicada aos empreendimentos hidrelétricos está diretamente relacionada à compensação financeira. A compensação financeira ou participação nos resultados da exploração de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica e de outros recursos minerais no respectivo território, plataforma continental, mar territorial ou zona econômica exclusiva, é assegurada aos estados, ao Distrito Federal, aos municípios e aos órgãos da administração direta da União, pela Constituição Federal de 1988.

A compensação financeira pela “utilização dos recursos hídricos”, conhecida por CFURH, instituída pela Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989, representa o pagamento pela exploração dos recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica. Para Kelman (1997b) a compensação financeira visa a tornar atraente a instalação de reservatórios e usinas hidrelétricas, na ótica dos governos locais, pois tem caráter de indenização, exercendo um importante papel político, uma vez que o custo ambiental e social associado à construção de uma hidrelétrica é sempre de abrangência local, em contraposição ao correspondente benefício, que tem abrangência regional. Para o mesmo autor, o pagamento da compensação

financeira se justifica por conta do uso cessante da área ocupada pelo reservatório/usina.

A Lei nº 7.990/89, art. 2, fixou o valor da compensação financeira em 6% do valor da energia produzida, a ser paga pelos concessionários de energia elétrica aos estados, ao Distrito Federal e aos municípios, em cujos territórios se localizarem instalações destinadas à produção de energia elétrica, ou que tenham áreas invadidas por águas dos respectivos reservatórios. Entretanto, a lei estabeleceu duas situações de isenção:

- a) aos autoprodutores, até o montante correspondente ao seu consumo próprio e desde que as unidades geradoras e consumidoras estejam instaladas no mesmo município; e
- b) às hidrelétricas com capacidade nominal igual ou inferior a 10 MW.

A isenção expressa no item (b) foi posteriormente estendida às usinas com potência igual ou inferior a 30 MW, destinadas a produção independente ou autoprodução, desde que mantidas as características de Pequena Central Hidrelétrica (PCH) e que iniciaram a operação após a publicação da Lei nº 9.648, de 27 de maio de 1998. Conforme a Resolução ANEEL nº 652, de 09 de dezembro de 2003, PCHs são os empreendimentos com potência entre 1 MW e 30 MW, com área total de reservatório igual ou inferior a 3 km².

A Lei nº 7.990/89 estabelece ainda que o rateio das compensações financeiras arrecadadas para aproveitamentos que atingem mais de um estado ou município, será proporcional à área inundada pelo reservatório, e no caso de aproveitamentos beneficiados por reservatórios de montante, o acréscimo de energia propiciado será considerado como geração associada aos reservatórios reguladores, competindo à ANEEL efetuar a avaliação correspondente para determinar a proporção da compensação financeira devida aos estados, Distrito Federal e municípios afetados por esses reservatórios. Através dos “coeficientes de repasse do ganho de energia” são definidos quanto dos recursos ficarão no próprio reservatório e quanto será distribuído para os reservatórios de montante. A cada entrada de uma nova usina é realizada uma revisão dos coeficientes de repasse do ganho de energia de todas as usinas que operam na bacia (SUGAI, 2007; SILVEIRA; TEIXEIRA, 2007).

Em síntese, o valor repassado a cada município, a título de compensação financeira, é proporcional à área de seu território diretamente atingida pelo reservatório da usina hidrelétrica e ao ganho de energia que esse mesmo reservatório está propiciando às demais usinas. Adicionalmente, também são beneficiados por essa compensação, os municípios nos quais estejam localizadas instalações utilizadas no processo de energia (casas de força, estações de bombeamento, etc.), mesmo que estes municípios não sejam diretamente atingidos pelas águas dos reservatórios.

Os recursos arrecadados correspondentes ao percentual de 6% da energia produzida são destinados aos municípios atingidos pelas barragens (45%); aos estados onde se localizam as represas (45%); e à União (10%), sendo estes últimos divididos entre o MMA (3%), MME (3%), e o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) (4%), administrado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). Destaca-se que é proibida a aplicação desses recursos no abatimento de dívidas (a não ser que o credor seja a União e suas entidades) e no pagamento do quadro permanente de pessoal. A partir da edição da Lei nº 10.195, de 14 de fevereiro de 2001, passou a ser permitido o uso desses recursos para a capitalização dos fundos de previdência (ANEEL, 2005a; SUGAI, 2008).

Vale comentar que no caso da Itaipu Binacional os valores pagos são chamados de *royalties*, conforme estabelecido no Tratado de Itaipu, assinado entre Brasil e Paraguai, em 26 de abril de 1973, como compensação aos governos brasileiro e paraguaio pela utilização do potencial hidráulico do rio Paraná para a produção de energia elétrica. Os beneficiários e a distribuição dos valores pagos equivalem às diretrizes da compensação financeira (ANEEL, 2005a).

4.4.2 Modelo de cobrança pelo uso da água vigente para o setor hidrelétrico

A cobrança pelo uso da água, conforme definido pela Lei nº 9.433/97, passou a vigorar para o setor elétrico a partir da publicação da Lei nº 9.984/00. Esta lei definiu que a compensação financeira pela utilização de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica paga pelos concessionários de energia elétrica passa de 6% para 6,75% do valor da energia produzida, sendo que os recursos correspondentes à parcela do 0,75% “constitui pagamento pelo uso de recursos

hídricos e será aplicada nos termos do art. 22 da Lei nº 9.433/97”. As receitas geradas pelo 0,75% da compensação financeira são destinadas ao MMA e repassadas à ANA para aplicação na implementação da PNRH e do SINGREH. É importante citar que a parcela referente ao MMA, dentro dos 6% da compensação financeira, é destinada à implementação da PNRH e do SINGREH e na gestão da rede hidrometeorológica nacional. A figura 4.2 detalha a distribuição dos valores arrecadados com a compensação financeira.

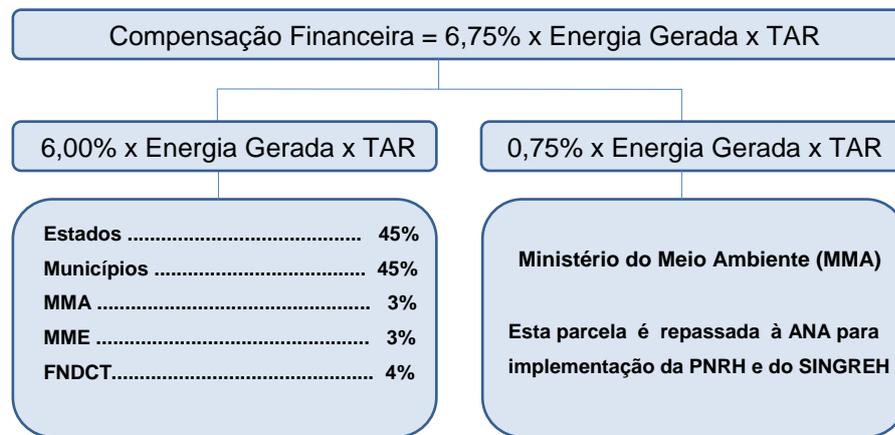


FIGURA 4.2 – DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES DA COMPENSAÇÃO FINANCEIRA

O valor da compensação financeira, considerando a edição das Leis nº 7.990/89, nº 9.433/97 e nº 9.984/00, para cada usina hidrelétrica, é calculada pela equação (4.1):

$$CF_i = 6,75\% \times EG_i \times TAR \quad (4.1)$$

onde:

CF_i : é a compensação financeira a ser paga para o mês i , em R\$;

EG_i : é a energia gerada pela usina no mês i , em MWh;

TAR : é a tarifa atualizada de referência, em R\$/MWh.

A fixação da TAR é feita com base nos preços de venda da energia destinada ao suprimento das concessionárias de serviço público de distribuição de energia elétrica, excluindo-se os encargos setoriais vinculados à atividade de geração, tributos e empréstimos compulsórios, bem como os custos incorridos na transmissão de energia elétrica. Para efeito desse cálculo considera-se o valor total

despendido anualmente na compra de energia dividido pela quantidade de energia adquirida em doze meses. Para 2009, a TAR está fixada em R\$ 62,33/MWh.

Quanto ao recolhimento, cada concessionária realiza o cálculo da compensação financeira devida, informando à ANEEL, até o dia 20 do mês subsequente ao da geração, os montantes de energia gerada e os valores a serem recolhidos, individualizados por central geradora. A ANEEL fiscaliza a conformidade dos cálculos e dos valores recolhidos.

Os *royalties* recolhidos pela Itaipu Binacional, da mesma forma que a compensação financeira, são calculados em função da energia gerada mensalmente. Contudo, não se utiliza a TAR, e sim um valor em dólares, definido e fixado no Tratado de Itaipu. Atualmente, esse valor corresponde a US\$ 650/GWh, sendo destinado metade ao Brasil e a outra metade ao Paraguai. Aplica-se também um fator de atualização, atualmente fixado em 4. Cumpre esclarecer que no caso dos *royalties* não há o recolhimento dos 0,75% referentes ao pagamento pelo uso dos recursos hídricos.

A título de ilustração, são apresentados alguns números do montante arrecadado com a compensação financeira e *royalties*. No ano de 2008, o valor arrecadado pelas usinas geradoras pagadoras (total de 154 usinas) foi de R\$ 1.647.333.534,89, sendo R\$ 1.252.892.524,22 da compensação financeira e R\$ 394.441.010,67 dos *royalties* (ANEEL, 2009). Desse total, cerca de R\$ 139 milhões correspondem à parcela gerada pelo 0,75%, e que devem ser transferidos para a ANA, para aplicação na implementação da PNRH e do SINGREH. Contudo, o que vem ocorrendo na prática é o contingenciamento sistemático de aproximadamente 70% dos valores arrecadados, ou seja, apesar da regulamentação esses recursos não estão sendo recebidos pela ANA, deixando de ser investidos na melhoria dos recursos hídricos (SUGAI, 2008).

Em termos do estado do Paraná, a maior pagadora é a Companhia Paranaense de Energia (COPEL), que em 2008, pagou a título de compensação financeira R\$ 77.371.556,69. Por outro lado, o estado recebeu, nesse mesmo ano, R\$ 59.561.471,10 da compensação financeira e R\$ 150.188.277,71 dos *royalties*. Todos os valores dos recursos arrecadados por bacia, por usina, por município, por estado ou por concessionária estão disponíveis no *site* da ANEEL (www.aneel.gov.br).

Ressalta-se que, apesar dos recursos advindos com a cobrança pelo uso da água para o setor elétrico terem se constituído ao longo dos últimos anos como importante fonte de financiamento do SINGREH e da ANA, a concepção e a operacionalização desse instrumento diferem do previsto na Lei nº 9.433/97, principalmente nos aspectos que envolvem a forma de cálculo, a arrecadação e a distribuição dos recursos. Resta claro a necessidade de revisão do procedimento de cobrança em vigor, como forma de contribuir na manutenção da credibilidade do SINGREH e na continuidade da implementação da PNRH. Neste contexto, Ross *et al.* (2003, p. 19), afirmam que o setor elétrico precisa ser mais contemplado nos modelos de cobrança, através da “criação de uma nova categoria de vazões indisponibilizadas por trechos (além da captação, consumo, diluição e transposição), sempre tendo em mente que um modelo que requer dados complexos geralmente não é aplicável”.

4.4.3 Críticas ao modelo de cobrança pelo uso da água vigente para o setor hidrelétrico

O mecanismo de cobrança pelo uso dos recursos hídricos em vigor para o setor elétrico, apesar de apresentar pontos positivos, como a simplicidade da base de cálculo, o que possibilitou a sua aplicação em curto prazo, não se integra perfeitamente às diretrizes do SINGREH ao desconsiderar alguns fundamentos da PNRH.

O primeiro aspecto que merece ser destacado diz respeito a inobservância do art. 21 da Lei nº 9.433/97, o qual trata da fixação dos valores a serem cobrados. Segundo a lei, devem ser considerados, para definição do valor a ser cobrado, o volume de água utilizado e seu regime de variação, enquanto que a cobrança nos moldes vigentes para o setor elétrico tem como referência apenas a quantidade de energia gerada. Isto pode ser relevante em determinadas situações, uma vez que usinas distintas podem gerar a mesma quantidade de energia utilizando vazões diferentes e provocando alterações diferenciadas no regime do curso de água, conforme ilustrado na figura 4.3.

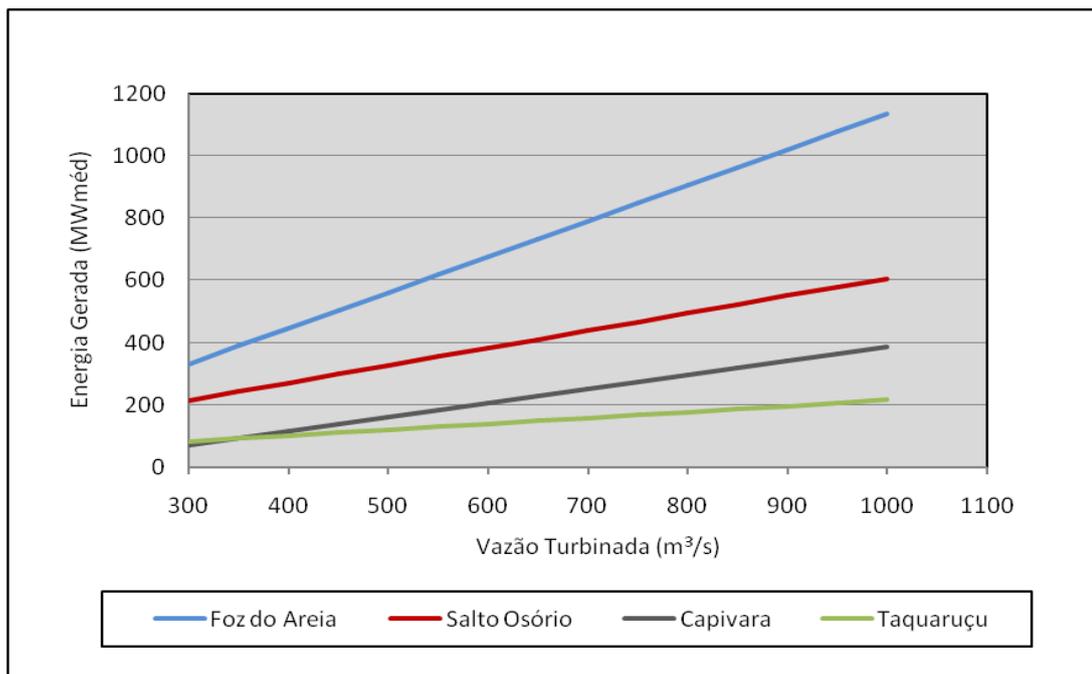


FIGURA 4.3 – ENERGIA GERADA *VERSUS* VAZÃO TURBINADA

Adicionalmente, tem-se a arrecadação e o destino dos recursos financeiros advindos da cobrança. Atualmente, não há garantias que os recursos sejam aplicados prioritariamente na bacia em que foram arrecadados, com o agravante que esses recursos vêm sendo sistematicamente contingenciados.

Outro aspecto que merece atenção diz respeito aos objetivos da cobrança previstos no art. 19 da Lei nº 9.433/97, que definem a água como bem econômico e visam à racionalização do uso. O mecanismo em vigor para o setor elétrico não é capaz de dar ao usuário a noção do real valor da água e tampouco induzir seu uso racional, pois tem como referência a energia gerada, que não caracteriza adequadamente o uso da água e seu regime de variação.

Cabe destacar ainda, que as formas de isenção previstas na Lei nº 9.433/97, são totalmente distintas das isenções definidas para o setor elétrico. Este último considera, como critérios para o não pagamento da cobrança, aspectos relacionados ao porte do empreendimento (usinas com potência igual ou inferior a 30 MW) e à quantidade de energia gerada (autoprodutores para consumo próprio), enquanto que, as isenções previstas na Lei das Águas dizem respeito aos usos insignificantes definidos pelos comitês de bacia, que correspondem às acumulações, captações, derivações ou lançamentos de pouca expressão.

Outro ponto a ser destacado está relacionado à forma de implementação da cobrança para o setor hidrelétrico. Enquanto a legislação de recursos hídricos estabelece que cabe aos comitês de bacia, como elementos indutores do processo participativo, estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados, bem como sugerir eventuais alterações de rumo, a cobrança para o setor elétrico foi implementada de maneira unilateral, sob força da Lei nº 9.984/00, não permitindo aos comitês qualquer manifestação.

Além disso, a lei ao estabelecer que as principais decisões sobre a cobrança devem ser tomadas no âmbito da bacia hidrográfica, fica evidente que a cobrança deve ser implementada somente em regiões hidrográficas onde se verificam conflitos pelo uso da água, ou que apresentam situação de degradação de sua qualidade ambiental, não se fazendo necessária a sua utilização em todas as bacias hidrográficas do país. Esse critério também não foi considerado, uma vez que a cobrança pelo uso da água para o setor hidrelétrico foi implementada em todo território nacional.

Por fim, destaca-se a isonomia de tratamento aos usuários. Como forma de garantir a manutenção da credibilidade da PNRH e do SINGREH, não é desejável, que o setor hidrelétrico continue sendo cobrado segundo uma metodologia totalmente diferente dos demais usuários.

5 METODOLOGIA PROPOSTA PARA A COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA PARA O SETOR HIDRELÉTRICO BRASILEIRO

A principal motivação para realização desta pesquisa reside na necessidade de revisão do mecanismo de cobrança pelo uso da água para o setor elétrico, face às críticas que vem sendo apontadas ao modelo vigente.

A metodologia proposta leva em consideração o aspecto técnico mais criticado no mecanismo atual de cobrança, que diz respeito à quantificação dos impactos provocados pelas usinas hidrelétricas aos demais usuários da bacia hidrográfica. Os impactos gerados pelas usinas podem ser de ordem hidrológica, econômica, ambiental, política ou social. Porém, devido à complexidade do assunto, esta tese concentra-se apenas na análise do impacto hidrológico. Entende-se por impacto hidrológico a indisponibilização de vazões causada pela usina hidrelétrica aos demais usuários da bacia hidrográfica. A quantificação das vazões indisponibilizadas é realizada, nesta pesquisa, através das técnicas da curva de permanência e dos *déficits* de água.

Este capítulo apresenta o detalhamento da metodologia proposta e a descrição da base conceitual necessária para o entendimento da mesma. Inicialmente, são feitas considerações acerca dos aproveitamentos hidrelétricos; descritos os principais impactos gerados nas bacias hidrográficas quando da implantação de reservatórios; e apresentados os principais conceitos envolvidos na formulação da metodologia, com ênfase nos métodos da curva de permanência e dos *déficits* de água, que constituem a essência da metodologia proposta. Conclui-se o capítulo com o detalhamento da metodologia proposta à luz dos conceitos apresentados.

Salienta-se que, apesar da metodologia proposta ter por objetivo fornecer subsídios para o aprimoramento do mecanismo de cobrança do setor elétrico em acordo com a legislação vigente, a implementação desta ou de outras formas de cálculo exigem obrigatoriamente a revisão da Lei nº 9.984/00, que instituiu a cobrança como uma porcentagem da compensação financeira. Serão necessárias negociações políticas de modo a viabilizar as mudanças legais pertinentes, constituindo-se esta pesquisa, e os demais estudos realizados sobre o tema, base para balizar tais negociações.

5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS APROVEITAMENTOS HIDRELÉTRICOS

5.1.1 Usinas hidrelétricas e a energia gerada

Uma usina hidrelétrica pode ser definida como um conjunto de obras e equipamentos, cuja finalidade é a geração de energia elétrica, através do aproveitamento do potencial hidráulico existente no rio. Em geral, as usinas hidrelétricas compõem-se de uma barragem, reservatório, sistemas de captação e adução de água, casa de força e um sistema de restituição de água ao leito natural do rio. A figura 5.1 apresenta o corte esquemático de um aproveitamento hidrelétrico, com identificação dos seus elementos.

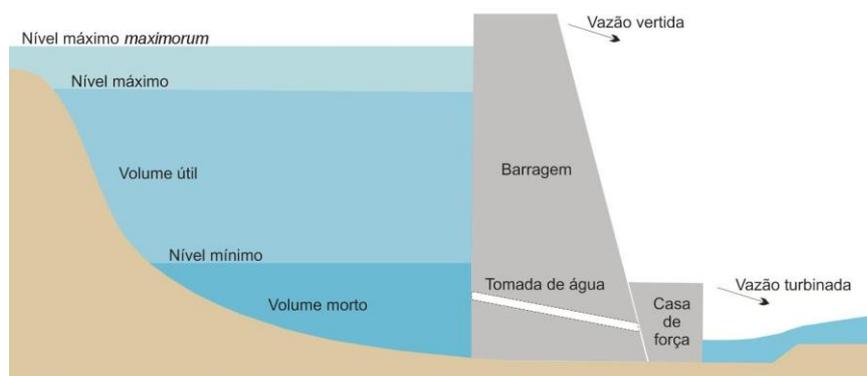


FIGURA 5.1 – CORTE ESQUEMÁTICO DE UMA USINA HIDRELÉTRICA

Em situações de operação normal, o nível do reservatório varia entre os níveis de água denominados mínimo e o máximo, sendo definido como volume útil o volume armazenado nesta faixa. O volume de água abaixo do nível de água mínimo constitui o volume morto do reservatório. Excepcionalmente, o nível de operação de um reservatório atinge níveis acima do nível de água máximo, podendo chegar até o nível definido como máximo *maximorum*. Esta faixa compreendida entre os níveis máximo e máximo *maximorum* está relacionada à segurança da barragem durante o evento de cheias. Apesar da maioria dos reservatórios do setor elétrico não terem sido projetados para controle de cheias, em alguns é alocado anualmente um volume de espera para controle de cheias, em função das características e restrições existentes na bacia, definidas no Inventário de Restrições Operativas Hidráulicas, mantido e atualizado pelo ONS e pelos agentes concessionários.

Nas usinas hidrelétricas, a geração de energia se dá pela transformação da energia potencial e cinética das águas em energia mecânica e posteriormente em energia elétrica. A quantidade de energia que pode ser gerada em uma usina hidrelétrica é função da vazão, queda líquida, rendimento do conjunto turbina-gerador e da potência das máquinas, como mostra a equação (5.1):

$$E = \sum_{t=0}^T \min(P; \gamma \times Q_t \times H_L \times \eta) \times \Delta t \quad (5.1)$$

onde:

E : energia gerada no intervalo de tempo T , em Wh;

P : potência máxima disponível, em W;

γ : peso específico da água, em N/m³;

Q_t : vazão turbinada, em m³/s;

H_L : queda líquida, dada pela queda bruta subtraída das perdas, em m;

η : rendimento do conjunto turbina-gerador, adimensional;

Δt : intervalo de discretização do tempo, em horas.

Pela expressão (5.1), fica evidente que nas usinas hidrelétricas a energia disponível é dependente das vazões afluentes (dependentes da regularização local ou propiciada pelos reservatórios de montante) e do arranjo do aproveitamento (queda e tipo de equipamentos).

Em termos de energia gerada dois conceitos são importantes para o setor elétrico: a energia firme e a energia assegurada. A energia firme de uma usina hidrelétrica corresponde à máxima produção contínua de energia que pode ser obtida, supondo a repetição da seqüência mais seca registrada no histórico de vazões do rio onde ela está instalada. Enquanto que, a energia firme do sistema interligado (SIN), é definida como sendo a energia média gerada pelo conjunto de usinas que compõem o sistema, considerando a capacidade total dos reservatórios e o intercâmbio entre as usinas, durante o período crítico do sistema. O período crítico do SIN, de junho de 1949 a novembro de 1956, representa o maior período de tempo em que os reservatórios, partindo cheios e sem reenchimentos totais, são deplecionados ao máximo, estando o sistema submetido à sua energia firme (ANEEL, 2005b; ONS, 2002).

A energia assegurada do sistema, a um determinado risco de não atendimento da carga, corresponde à máxima produção de energia que pode ser mantida continuamente pelas usinas hidrelétricas ao longo dos anos com uma probabilidade igual a confiabilidade do sistema, simulando-se o sistema sobre cada uma das milhares de seqüências de vazões geradas estatisticamente. Na regulamentação atual o risco adotado é de 5%. Desse modo, a determinação da energia assegurada independe da geração real de cada usina e está associada às condições, a longo prazo, de quanto cada usina pode fornecer ao sistema, assumindo um critério específico de risco de não atendimento do mercado e considerando a variabilidade hidrológica à qual a usina está submetida. Nos cálculos das energias asseguradas, são desconsiderados os períodos em que a usina permanece sem produzir energia por motivo de manutenções programadas e paradas de emergência. Por fim, a energia assegurada de cada usina hidrelétrica, é dada pela fração, a ela alocada, da energia assegurada do sistema (ANEEL, 2005b; ONS, 2002).

5.1.2 Classificação das usinas hidrelétricas

As usinas hidrelétricas são normalmente classificadas em duas categorias, no que se refere à produção de energia: as usinas com reservatório de acumulação e as usinas a fio d'água. As usinas com reservatório de acumulação armazenam parte das vazões afluentes nos períodos de vazões altas, utilizando estes volumes para regularizar as vazões nos períodos de secas. As usinas a fio d'água são os aproveitamentos que não dispõem de volume útil significativo e operam geralmente com pequenas variações de nível, e cuja geração, função apenas da vazão afluente, pode variar bastante ao longo do tempo.

Outra classificação dos aproveitamentos é função do arranjo das estruturas do aproveitamento, podendo ser de dois tipos: de desvio e de represamento (SANTOS *et al.*, 2003). Nas usinas de represamento a casa de força está localizada no pé da barragem, concentrando-se as estruturas num único local, como é o caso da usina Foz do Areia, localizada no rio Iguaçu (figura 5.2). Nos aproveitamentos de desvio, a água é conduzida por meio de canais e ou túneis até a casa de força, e a restituição se dá em um ponto a jusante no rio, mantendo desta forma uma espécie

de alça do rio onde as vazões ficam reduzidas. Nestes casos, algumas vezes é instalada uma PCH para gerar energia com esta vazão residual. Um caso particular das usinas de desvio se dá quando a casa de força está situada em outra bacia. É o caso da usina Capivari-Cachoeira, onde as vazões do rio Capivari, na bacia do rio Ribeira, são levadas através de um túnel de adução até a casa de força da usina e depois são restituídas no rio Cachoeira, na bacia Litorânea (figura 5.3).



FIGURA 5.2 - USINA HIDRELÉTRICA DE FOZ DO AREIA
FONTE: COPEL (2009)

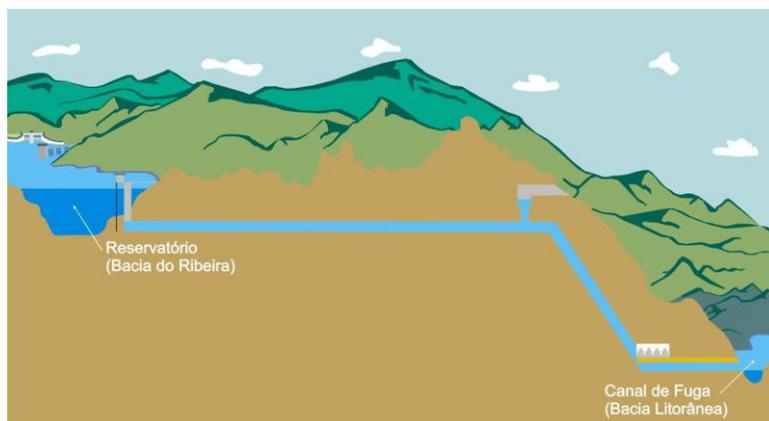


FIGURA 5.3 - USINA HIDRELÉTRICA DE CAPIVARI-CACHOEIRA
FONTE: Adaptado de COPEL (2007)

5.2 IMPACTOS GERADOS NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS PELA IMPLANTAÇÃO DE RESERVATÓRIOS

A implantação de reservatórios em bacias hidrográficas modifica a distribuição espacial e temporal das vazões, bem como pode provocar alterações na

quantidade e qualidade das águas. Assim, a vazão em um ponto qualquer a jusante do reservatório, normalmente não é mais aquela que ocorreria caso a bacia contribuinte permanecesse em suas condições naturais. Para Fill (1990, 1998), os efeitos causados pela construção de reservatórios em bacias hidrográficas podem ser enquadrados em três categorias:

- 1) *alterações no regime fluvial ou regularização de vazões*, representadas pela diferença entre a vazão afluyente e defluyente, fruto da liberação ou retenção de água pelo reservatório;
- 2) *alterações no balanço hídrico*, originadas pela formação do lago e inundação de terras, com destaque para os fenômenos da evaporação e evapotranspiração;
- 3) *alterações nas características hidráulicas do leito dos rios*, produzidas pelo aumento da profundidade e pela eventual eliminação das planícies de inundação.

A esta classificação é importante acrescentar uma quarta categoria, que envolve a qualidade de água:

- 4) *alterações na qualidade das águas armazenadas nos reservatórios*, função do aporte de sedimentos e nutrientes, podendo conduzir a eutrofização do reservatório, gerando gases e outras condições indesejáveis, entre as quais as florações das águas.

5.2.1 Alteração no regime fluvial ou regularização de vazões

Os reservatórios são normalmente projetados para acumular água nos períodos de maior disponibilidade hídrica e liberar esse volume em períodos de menor disponibilidade, provocando efeitos de regularização nos cursos de água onde estão implantados. O efeito regulador dos reservatórios é usualmente benéfico para a bacia, uma vez que o enchimento dos reservatórios se dá em períodos sem *stress* hídrico, e nesses casos, se a água não estivesse sendo armazenada, estaria sendo “jogada fora”. Por outro lado, a depleção do reservatório, que normalmente

ocorre em épocas de estiagens, pode viabilizar atividades e usuários a jusante, que deixariam de ser atendidos na situação natural. O reservatório atua, portanto, como atenuador das flutuações aleatórias das vazões, causadas pela variação das precipitações na bacia, mediante a liberação variável da água armazenada, controlando cheias e propiciando a elevação das vazões a jusante. Com relação a situação particular do período de enchimento dos reservatórios, onde as restrições de vazão impostas ao curso de água podem trazer impactos diferenciados, Silva (2006) recomenda a análise caso a caso.

As vazões observadas em um determinado curso de água são, na maior parte do tempo, bastante superiores à vazão máxima outorgável para aquele rio. A vazão máxima outorgável é definida, normalmente, como sendo uma porcentagem da vazão de referência, que por sua vez pode ser a vazão com 95% de permanência ($Q_{95\%}$), a vazão mínima de 7 dias de duração e 10 anos de recorrência ($Q_{7,10}$) ou outra, conforme decisão dos comitês ou órgãos gestores. Portanto, o excesso de água, dado pela diferença entre a vazão observada no rio e a vazão máxima outorgável, “não existe” para os usuários, uma vez que este volume de água não foi outorgado. Em outras palavras, de acordo com Moczydlower (2006, p. 44), “grande parte da água armazenada e liberada pelas usinas não seria utilizada por nenhum outro usuário, simplesmente por não ter sido outorgada”.

No caso do controle de cheias, apesar da maioria dos reservatórios das usinas hidrelétricas não terem sido projetados com volume de espera, o ONS em articulação com a ANA podem, quando necessário, definir e impor regras operativas aos concessionários que garantam a alocação de determinado volume nos reservatórios com o intuito de amortecer as ondas de cheia.

5.2.2 Alterações no balanço hídrico

Uma importante alteração no balanço hídrico da bacia produzida pelo reservatório é fruto do comportamento diferenciado entre a evaporação de superfícies líquidas e a evapotranspiração de bacias hidrográficas. Essa diferença consiste fundamentalmente no fato que a evaporação independe da quantidade de água disponível no solo, enquanto que a evapotranspiração é fortemente dependente deste fator. De fato, a área do reservatório, que anteriormente

apresentava perda de água por evaporação do solo e transpiração das plantas, processo conhecido como evapotranspiração de bacia hidrográfica, passa a apresentar uma evaporação de superfície líquida que, dependendo do tamanho do reservatório, das condições climáticas regionais e da cobertura vegetal, pode representar uma alteração significativa. A diferença entre a evaporação da superfície do reservatório e a evapotranspiração real na bacia antes da implantação do reservatório é conhecida por evaporação líquida e representa a perda (ou ganho) de água em função da existência do reservatório.

Para o cálculo da evaporação de reservatório e da evapotranspiração real em bacias hidrográficas, necessários para a determinação da evaporação líquida, existem diversos métodos e fórmulas empíricas, ficando o uso, em muitos casos, condicionado à natureza dos dados disponíveis. Esses métodos são normalmente classificados nos seguintes grupos: balanço de massa, balanço de energia, transferência de massa, métodos combinados, fórmulas empíricas e medidas diretas. Detalhes dos métodos podem ser obtidos em Müller I.I. (1995).

Para uniformizar os dados de evaporação líquida usados no planejamento da expansão e operação do SIN, foram realizados durante a década de 90 uma série de estudos, que definiram uma metodologia padrão para o cálculo da evaporação líquida, a partir de dados disponíveis em todos os aproveitamentos (MÜLLER, I.I, 1995). Foi consensado pelo uso do método climatológico CRLE (*Complementary Relationship Lake Evaporation*) para avaliação da evaporação no reservatório e o modelo CRAE (*Complementary Relationship Areal Evapotranspiration*) para a determinação da evapotranspiração real. Esses métodos se baseiam na relação complementar entre os fenômenos de evaporação real e potencial e entre a evapotranspiração real e potencial. Detalhes dos métodos podem ser consultados em Morton (1976, 1979, 1983a, 1983b). As evaporações líquidas médias para cada um dos aproveitamentos do SIN podem ser consultadas na página eletrônica do ONS (www.ons.gov.br).

Outras duas alterações no balanço hídrico, função da existência de reservatórios, apesar de serem normalmente desconsideradas em função da pequena magnitude de seus efeitos, são a precipitação direta sobre os reservatórios e a infiltração. A precipitação direta sobre a superfície dos reservatórios é transformada, no curtíssimo prazo, em deflúvio, praticamente sem perdas. Esse efeito é importante apenas na gênese das enchentes, principalmente para

reservatórios grandes em relação à área de drenagem, ao reduzir o tempo de concentração e aumentar o coeficiente de *runoff*. A segunda alteração se refere às perdas por infiltração de água no leito dos reservatórios e no corpo da barragem. A intensidade da infiltração depende basicamente do grau de saturação do meio infiltrante, do seu material constituinte e da pressão exercida. Estas perdas, em sua maioria, não são significativas, sendo da mesma ordem ou menores que as incertezas hidrológicas inerentes ao processo, podendo ser desprezadas.

5.2.3 Alterações nas características hidráulicas do leito dos rios

As alterações nas características hidráulicas do leito dos rios, produzidas pelo aumento da profundidade e pela eventual eliminação das planícies de inundação naturais, modificam as condições de propagação das ondas de cheia, reduzindo o abatimento natural e o tempo de concentração, conduzindo a um aumento na vazão de pico. Esse efeito adverso dos barramentos pode, em geral, ser neutralizado por uma operação adequada dos órgãos de descarga, visando a redução do hidrograma de vazões afluentes, mediante a alocação de volumes de espera (SUGAI; FILL, 1985).

5.2.4 Alterações na qualidade das águas armazenadas nos reservatórios

A implantação de reservatórios altera as condições físicas naturais da bacia, devido ao aumento da profundidade e redução da velocidade das águas, transformando um ambiente lótico (rio) em lêntico (reservatório), o que pode provocar a eutrofização do lago e a estratificação térmica, e, conseqüentemente, a deterioração da qualidade de água.

O processo da eutrofização ocorre devido ao enriquecimento de nutrientes, podendo tornar o corpo de água anóxico, gerando gases e outras condições indesejáveis. Os nutrientes podem chegar ao reservatório através de diferentes meios, com destaque para as cargas orgânicas devidas aos esgotos doméstico e industrial, lançadas diretamente ou trazidas pelos rios afluentes; sedimentos carregados por enchentes; carga orgânica proveniente da mata inundada;

decomposição de matéria orgânica no lago; escoamentos provenientes de áreas agrícolas; e sedimentação de nutrientes (TUCCI, 1998). Por sua vez, os principais efeitos indesejáveis da eutrofização, relacionados por Von Sperling (1996), são: problemas estéticos e recreacionais causados por odores indesejados e freqüentes florações das águas; condições anaeróbias no fundo do lago e, eventualmente, no corpo de água como um todo, devido ao excesso de crescimento bacteriano; eventuais mortandades de peixes pela presença de elementos tóxicos, como a amônia; maior dificuldade e elevação nos custos de tratamento de água para abastecimento doméstico e industrial; toxicidade das algas, podendo causar problemas de saúde; redução na navegação e capacidade de transporte pela presença excessiva de macrófitas; redução da vida útil do reservatório causada pelo acúmulo de sedimentos e matéria orgânica.

O processo conhecido como estratificação térmica se caracteriza pela formação de camadas no reservatório que não se misturam, principalmente em reservatórios profundos de climas temperados e que apresentam baixa velocidade longitudinal do escoamento. A radiação solar, ao aquecer a camada superficial do reservatório, gera diferenças na densidade da água das camadas superficial (epilímnio) e profunda (hipolímnio) do reservatório. No hipolímnio a água se encontra mais fria e mais densa, praticamente sem circulação e sem oxigênio dissolvido. Porém, com a chegada do período mais frio e o resfriamento do epilímnio, a água superficial tende a descer para o fundo do lago, provocando o completo revolvimento das águas, processo conhecido como inversão térmica. A ressuspensão da camada anaeróbia do fundo pode provocar efeitos indesejados, como a mortandade de peixes e a deterioração da qualidade de água. Outros fatores, entre os quais, o vento e o tempo de residência, podem contribuir no processo de mistura das camadas. Em reservatórios submetidos a ventos intensos e com tempos de residência (relação entre o volume do reservatório e a vazão de entrada) pequenos, a probabilidade de ocorrência da estratificação térmica é pequena.

Ainda com relação à qualidade das águas de reservatórios, cabe mencionar os resultados do estudo realizado por Prestes *et al.* (2009). O trabalho fez a análise estatística de dados históricos trimestrais do monitoramento da qualidade das águas de 17 reservatórios de usinas da COPEL, no estado do Paraná, com vistas à identificação de possíveis correlações entre a “existência dos reservatórios” e “alterações na qualidade da água”. Foram analisados os dados trimestrais de 2003 a

2008, dos nove parâmetros que compõe o Índice de Qualidade de Águas (IQA), - oxigênio dissolvido, temperatura, coliformes fecais, pH, DBO, nitrogênio total, fósforo total, turbidez e sólidos totais -, e o próprio IQA, coletados em estações localizadas a montante do reservatório, próximas à barragem e a jusante de cada empreendimento. Os resultados indicaram, para todos os parâmetros analisados, à exceção do oxigênio dissolvido e da temperatura, que a existência do reservatório contribuiu para a melhora da qualidade de água, ou seja, os dados coletados nas estações de jusante foram melhores que os dados coletados nas estações de montante dos reservatórios. Para os parâmetros oxigênio dissolvido e temperatura, os resultados indicaram uma discreta diminuição do oxigênio dissolvido e uma pequena elevação da temperatura entre os dados das estações de montante e jusante, ainda assim, dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05 (BRASIL, 2005a).

Sob a ótica dos usos múltiplos (recreação, lazer, turismo, abastecimento público, transporte hidroviário, aquicultura, etc.) é inegável a relevância de se considerarem adequadamente as alterações na qualidade de água originadas pela implantação de reservatórios. Entretanto, para o setor elétrico, a água mesmo poluída não afeta a geração de energia propriamente dita, podendo interferir, eventualmente, na vida útil dos equipamentos e tubulações. A geração de energia estará comprometida quando o acúmulo de matéria orgânica e sedimentos provocarem o assoreamento do reservatório, diminuindo o volume útil e a queda líquida. Por conseguinte, aliado ao fato da ausência de dados de qualidade de água em reservatórios em quantidade e confiabilidade necessários, a metodologia ora proposta não considera aspectos qualitativos na sua formulação. Recomenda-se, entretanto, que num futuro próximo, quando os dados históricos de qualidade estiverem disponíveis em todos os reservatórios, sejam desenvolvidos modelos que permitam a adequada quantificação dessa interferência, considerada a abrangência necessária para aplicação ao setor elétrico.

5.2.5 Outros impactos

Outros aspectos, entre os quais, a operação em horário de ponta e as alterações na piscosidade dos cursos de água, são também citados como impactos

gerados pelos aproveitamentos. A operação em horário de ponta consiste em armazenar o máximo de água durante a madrugada e no período diurno, de forma a permitir o máximo de geração de energia no horário de pico, em geral a partir das 18 horas, quando a demanda é maior. Este tipo de operação pode ser danoso para os usuários a jusante das usinas, que convivem com vazões mínimas ao longo da madrugada, manhã e tarde, e vazões maiores a partir do fim da tarde, no horário de pico. Felizmente, na maioria dos casos, esta variação de vazões se desfaz rapidamente ao longo da calha do rio devido ao amortecimento natural. Com relação à alteração da piscosidade, tem-se a interrupção, ocasionada pelo barramento, do fluxo migratório de espécies que sobem o rio na época de reprodução. Para minimizar esse problema, em muitos aproveitamentos têm-se optado pela construção de sistemas de transposição de peixes.

Estes dois impactos têm em comum o fato de não influírem diretamente na disponibilidade média das vazões. Em outras palavras, embora estes aspectos sejam relevantes para a gestão global das bacias, eles não impactam diretamente na alocação de água entre os usuários. Assim, a metodologia proposta neste trabalho, para definição da cobrança pelo uso da água nas usinas hidrelétricas, não contempla esses fatores.

5.3 VAZÕES OBSERVADAS E NATURAIS

O setor elétrico tem adotado o termo “vazão natural” para identificar a vazão que ocorreria em uma seção do rio caso não houvesse ações antrópicas na bacia contribuinte; o termo “vazão afluente” para caracterizar a vazão observada no aproveitamento influenciada pela regularização e demais ações antrópicas porventura existentes na bacia hidrográfica; e o termo “vazão defluente” para caracterizar a vazão observada a jusante do aproveitamento, função das regras operativas da usina (ONS, 2005).

A vazão afluente a um aproveitamento é normalmente calculada pelo balanço hídrico, e corresponde ao balanço das entradas e saídas de água no reservatório, consideradas as variações efetivas de armazenamento. Enquanto que, a vazão defluente é dada pela soma da vazão vertida (vazão liberada através de vertedouros de superfície e ou descarregadores de fundo) e da vazão turbinada

(vazão que passa através das turbinas). A vazão natural em uma seção do rio, cuja bacia contribuinte está sujeita ao efeito das ações antrópicas, é obtida através do processo de reconstituição de vazões, que considera dados de chuva e vazão observada, dados operativos e as informações relativas às ações antrópicas na bacia. Esse processo é complexo e moroso em função da quantidade de informações que precisam ser obtidas e manipuladas.

Nos últimos anos, o ONS, com acompanhamento técnico da ANA, tem contratado estudos de reconstituição das séries de vazões naturais nos locais dos aproveitamentos em operação e em expansão nas principais bacias do SIN. Nesses estudos, as séries de vazões naturais são calculadas a partir das vazões observadas em estações fluviométricas e das vazões afluentes e defluentes nos locais dos aproveitamentos, retirando os efeitos da operação dos reservatórios existentes a montante e incorporando os usos consuntivos e a evaporação líquida. Os usos consuntivos (usos que consomem água no seu processo) considerados nos estudos de reconstituição foram: irrigação, abastecimento urbano, abastecimento rural, abastecimento industrial e criação animal. As evaporações líquidas, dadas pela diferença entre evaporação da superfície do reservatório e evapotranspiração real na bacia antes da implantação do reservatório, foram obtidas segundo as metodologias CRLE e CRAE (ONS, 2005).

As séries de vazões naturais geradas pelos processos de reconstituição, segundo os procedimentos do ONS e ANA, são usadas em todo o território nacional, tanto pelo setor elétrico, como por outros órgãos (ANA, ANEEL, órgãos gestores estaduais, centros de pesquisa, universidades). Este nível de aceitabilidade está diretamente associado ao rigor técnico empregado na construção destas séries. Assim, esta pesquisa adota, nas análises subseqüentes, as séries de vazões resultantes dos processos de reconstituição disponíveis no ONS.

5.4 CURVA DE PERMANÊNCIA

A curva de permanência de vazão relaciona a vazão com a sua probabilidade de ocorrência ao longo do tempo, sendo utilizada na maioria dos estudos de recursos hídricos. A curva de permanência representa a porcentagem de tempo que determinada vazão é igualada ou superada (considerado o período de

observação). Assim, vazões altas apresentam permanências baixas, ao passo que as vazões baixas apresentam permanências altas. Exemplificando, para um período de 30 anos de vazões diárias, a vazão máxima observada neste histórico ($Q_{m\acute{a}x}$) tem permanência de 0,01%, enquanto que a vazão mínima observada ($Q_{m\acute{i}n}$) tem permanência de 99,99%. Ou seja, naquela seção do rio, considerando o histórico analisado, a $Q_{m\acute{i}n}$ foi igualada ou superada em 99,99% do tempo.

PINTO *et al.* (1976) define a curva de permanência de vazões como uma curva acumulativa de freqüência da série temporal contínua dos valores das vazões, observadas em um posto fluviométrico, indicando a porcentagem de tempo que um determinado valor de vazão foi igualado ou ultrapassado durante o período de observação. Para o autor, esta técnica permite identificar a potencialidade natural do rio, destacando não só a vazão mínima, mas o grau de permanência de qualquer valor da vazão. Desta forma, a curva de permanência fornece resultados diretos para o aproveitamento das disponibilidades hídricas, sendo muito utilizada no planejamento e projeto de sistemas de recursos hídricos e como instrumento de outorga de direito de uso da água em vários estados brasileiros. Ressalta-se que a vazão de referência usada para definição da vazão máxima outorgável em corpos hídricos de alguns estados brasileiros, em muitos casos, corresponde à vazão com permanência de 95% ($Q_{95\%}$ - vazão igualada ou superada em 95% do tempo).

As curvas de permanência podem ser usadas como instrumento de comparação entre as características de bacias hidrográficas distintas, colocando em evidência os efeitos do relevo, da vegetação, do uso do solo e das precipitações sobre a distribuição de vazões. Quando se deseja comparar o regime de vazões de bacias hidrográficas de áreas diferentes, analisam-se as curvas de permanência das vazões específicas destas bacias, uma vez que este procedimento retira o efeito da área da bacia sobre os valores das vazões. Quando se comparam as curvas de permanência das vazões normalizadas pela média de duas bacias distintas, retira-se o efeito dos fatores que determinam a riqueza hídrica de cada uma das bacias (a área de drenagem e a chuva média), permitindo que se façam análises acerca da variabilidade das vazões no tempo e dos fatores que a determinam, como a vegetação e o uso do solo (PORTO; ZAHED FILHO; GARCIA, 2008).

Porém, ao utilizar as curvas de permanência como ferramenta de projetos, é importante ter em mente que elas não representam a ocorrência das vazões em sua seqüência natural. Não se sabe, por exemplo, se as menores vazões ocorreram em

períodos consecutivos ou intermitentemente na série de registros, o que pode ser inadequado em determinados estudos (LINSLEY; FRANZINI, 1978).

A curva de permanência pode ser elaborada a partir de dados diários, mensais ou anuais de vazão. A inclinação da curva de vazões diárias é maior do que a curva de duração das vazões mensais, que por sua vez tem inclinação maior do que a curva das vazões anuais, função do abatimento dos extremos quando se calculam as médias, como pode ser observado na figura 5.4.

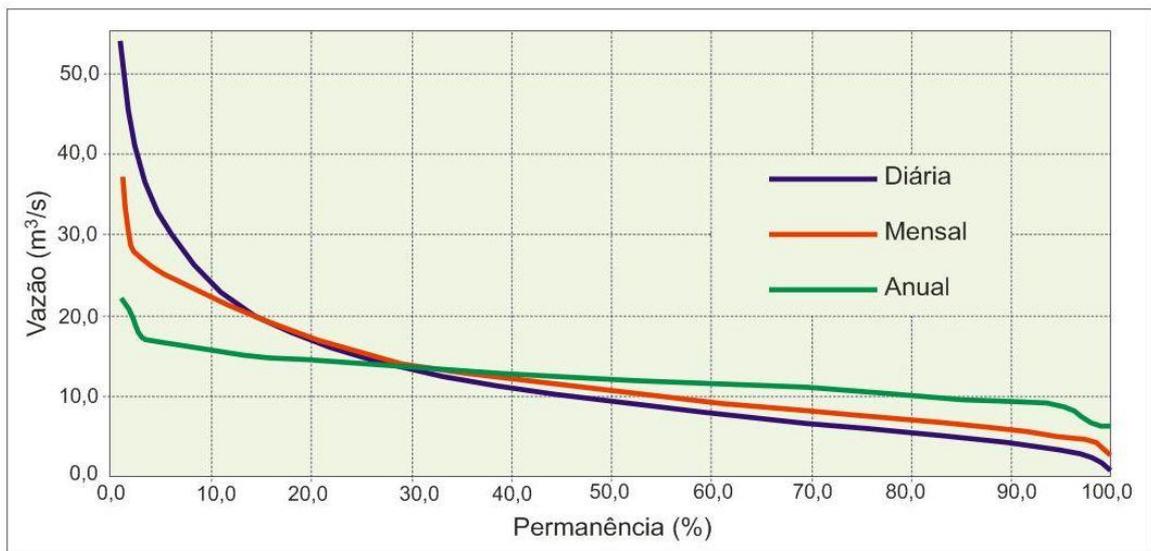


FIGURA 5.4 – CURVAS DE PERMANÊNCIA ANUAIS, MENSAIS E DIÁRIAS

A curva de permanência é normalmente definida por dois procedimentos distintos: o empírico e o ajuste de uma função matemática. O ajuste de uma função matemática, proposta por Beard (1943), parte do princípio que a curva de permanência pode ser representada por uma função matemática. O autor sugere a distribuição log-normal para representá-la. Este procedimento é limitado, visto que a função matemática pode não retratar corretamente a forma da distribuição empírica, e o ajuste tende a criar tendenciosidade nos extremos.

O procedimento empírico, usualmente empregado para construção de curvas de permanência, pode ser assim explicitado:

- a) ordenam-se as N vazões Q disponíveis em ordem decrescente;
- b) atribui-se a cada vazão ordenada Q_i a sua respectiva ordem de classificação i ;

- c) associa-se a cada vazão ordenada Q_i a sua respectiva freqüência ou probabilidade empírica de ser igualada ou superada $P_i(Q > Q_i)$, a qual pode ser estimada pela razão $(i/(N+1))$.

Uma variante do método empírico apresentado consiste em estabelecer n intervalos de classe de vazões de acordo com a magnitude das vazões, e estimar as freqüências associadas ao valor médio de cada classe, a partir da contagem do número de valores contido em cada intervalo (TUCCI, 1993).

Fica evidente que a curva de permanência de um dado local depende da observação das vazões ao longo do tempo. Portanto, o adequado entendimento do comportamento dos sistemas hídricos, por intermédio das curvas de permanência, está fortemente atrelado a qualidade e a representatividade das séries históricas das vazões utilizadas. Outro aspecto importante, diz respeito à estacionariedade das séries. A curva de permanência pode ser usada para inferir características hidrológicas da bacia somente se as vazões usadas na sua construção constituem uma série estacionária, ou seja, as propriedades estatísticas das vazões não se alteram ao longo do tempo.

5.5 DÉFICIT DE ÁGUA

O conceito de *déficit* de água adotado neste estudo deriva do conceito do máximo *déficit* acumulado usado no dimensionamento de reservatórios. O máximo *déficit* acumulado origina-se da curva de diferenças totalizadas, que por sua vez, deriva da curva de massa das vazões, também conhecida como Diagrama de Rippl (PINTO *et al.*, 1976).

A curva de massa representa a integral do hidrograma de vazões, correspondendo aos volumes totais afluentes ao reservatório em função do tempo. Nessa curva, a declividade do diagrama representa a vazão afluente no tempo correspondente, sendo que a declividade da reta que une os extremos da curva corresponde à vazão média do período adotado. Na curva de massa, o volume do reservatório necessário para regularizar a vazão média é dado pelo máximo afastamento na vertical entre as tangentes à curva, traçadas paralelamente à reta representativa da vazão média.

Se ao invés de gerar a curva a partir dos volumes acumulados, optar-se pela plotagem dos volumes acumulados relativos às diferenças entre as vazões afluentes e a respectiva vazão média, obtém-se a curva de diferenças totalizadas, que corresponde à rotação da curva de massa a partir do eixo horizontal de um valor igual à vazão média (LOPES; SANTOS, 2002). Nesse caso, para se obter o volume do reservatório necessário para regularizar uma dada vazão, basta traçar, a partir do ponto que representa o início do período, uma reta com inclinação correspondente a vazão que se deseja regularizar.

Finalmente, a curva dos *déficits* acumulados é obtida a partir da curva de diferenças totalizadas, plotando-se os valores acumulados das diferenças entre as vazões observadas e a vazão a ser regularizada, com a consideração que estas diferenças são iguais a zero quando forem positivas. O menor valor dessa soma parcial acumulada é o máximo *déficit* acumulado e corresponde ao volume útil necessário para a regularização da vazão regularizada estipulada a priori. Matematicamente, o máximo *déficit* acumulado é descrito pelo algoritmo: $d(t) = -\min\{0; (d_{t-1} + Q_t - Q_{reg})\}$ para $t = 0, 1, 2, \dots, T$; onde Q_{reg} é a vazão regularizada e Q_t é a vazão no tempo t (GOMIDE, 1983).

Com base na teoria do máximo *déficit* acumulado usado no dimensionamento de reservatórios, essa pesquisa define o “máximo *déficit* de água” como sendo o somatório acumulado da menor soma parcial das diferenças entre vazões defluentes e vazões naturais no período selecionado, e o “*déficit* total de água”, como sendo o somatório acumulado das diferenças entre vazões defluentes e vazões naturais no período. Para ambos os *déficits*, são consideradas iguais a zero as diferenças positivas entre vazões defluentes e naturais. A diferença entre o conceito original e os conceitos adaptados para esta pesquisa, reside nas vazões que são usadas para obter os *déficits*, sendo dado por diferenças entre vazões observadas e uma vazão constante que se deseja regularizar no primeiro caso, e pela diferença entre vazões defluentes e vazões naturais no segundo caso. As figuras 5.5 e 5.6 representam, respectivamente, para a usina hidrelétrica de Salto Osório, as curvas do *déficit* total de água e do máximo *déficit* de água.

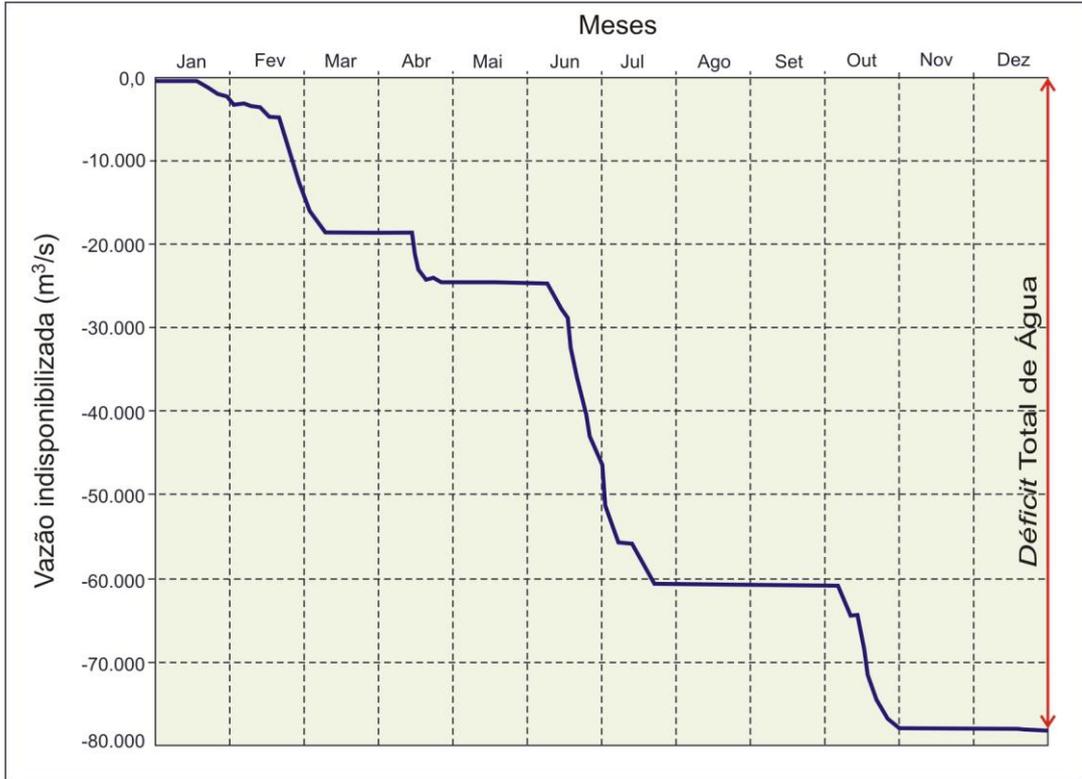


FIGURA 5.5 – CURVA DO DÉFICIT TOTAL DE ÁGUA

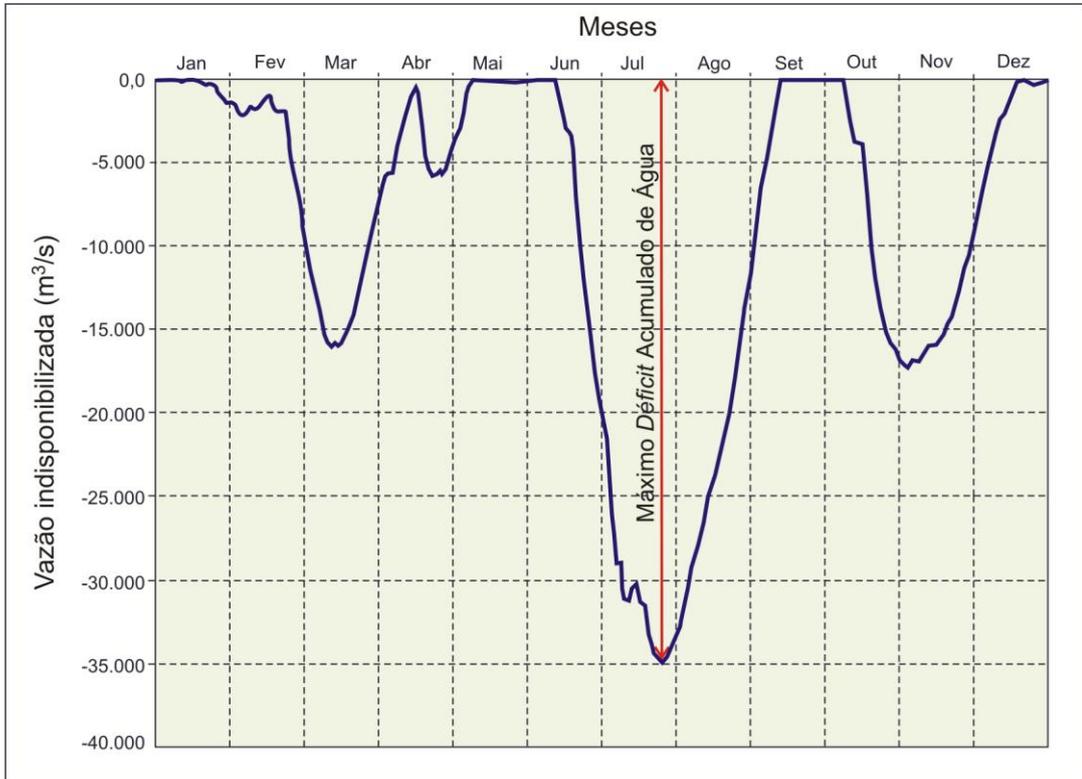


FIGURA 5.6 – CURVA DO MÁXIMO DÉFICIT ACUMULADO DE ÁGUA

5.6 DETALHAMENTO DA METODOLOGIA PROPOSTA

A estrutura do mecanismo de cobrança adotada nesta pesquisa segue a mesma estrutura básica que vem sendo usada nas bacias hidrográficas onde a cobrança pelo uso da água encontra-se implementada, conforme expresso pela equação (5.2):

$$\text{Valor da Cobrança} = \text{Base de Cálculo} \times \text{Preço Unitário} \times \text{Coeficientes} \quad (5.2)$$

Na equação (5.2), a base de cálculo quantifica o volume de água utilizado, enquanto o preço unitário define o valor monetário da água, e os coeficientes permitem diferenciar a cobrança em função das particularidades locais ou regionais. O objeto principal desta tese refere-se à determinação da base de cálculo, que corresponde à vazão indisponibilizada pelas usinas hidrelétricas aos demais usuários da bacia hidrográfica.

5.6.1 Determinação da base de cálculo: vazão indisponibilizada aos outros usuários

A base de cálculo corresponde à vazão indisponibilizada aos demais usuários da bacia hidrográfica, função da existência ou implantação de usinas hidrelétricas. Nesta pesquisa, a vazão indisponibilizada é avaliada por intermédio das técnicas da curva de permanência e dos *déficits* de água.

Os métodos da curva de permanência e dos *déficits* de água foram selecionados para quantificar a alteração sobre disponibilidade hídrica provocada pelas usinas hidrelétricas, dentre os diversos métodos hidrológicos existentes, pela simplicidade conceitual, por fazerem uso de dados disponíveis no setor elétrico, e por serem facilmente implementáveis.

5.6.1.1 Determinação da vazão indisponibilizada pela curva de permanência

Para determinação das vazões indisponibilizadas são inicialmente obtidas as curvas de permanência com base na técnica empírica, apresentada no item 5.4. As vazões indisponibilizadas (QCP_{IND}), pelo método da curva de permanência, são

dadas pela diferença entre as vazões defluentes (Q_{DEF}) e as vazões naturais (Q_{NAT}), extraídas das curvas de permanência, conforme expresso pela equação (5.3).

$$(QCP_{IND}) = (Q_{DEF} - Q_{NAT})_{x\%} \quad (5.3)$$

5.6.1.2 Determinação da vazão indisponibilizada pelos *déficits* de água

O método dos *déficits* de água foi aplicado em duas versões distintas: método do *déficit* total de água e método do máximo *déficit* acumulado de água. Em ambos os *déficits* são considerados dois cenários distintos: o cenário 1, que corresponde à situação ideal, pouco provável na prática, e o cenário 2, que corresponde à situação mais próxima do uso da água nas bacias hidrográficas brasileiras.

No cenário 1, as vazões indisponibilizadas são função das vazões defluentes e das vazões naturais. Corresponde à situação de um usuário situado a jusante de uma usina hidrelétrica, que percebe a influência da usina sobre a disponibilidade hídrica, sempre que a vazão defluente for menor que a vazão que seria observada no local (vazão natural) na condição de ausência da usina. No cenário 2, as vazões indisponibilizadas são função das vazões defluentes e da vazão máxima outorgável. Corresponde à situação mais próxima do uso da água nas bacias hidrográficas, na qual cada usuário poderá alocar, no máximo, uma quantidade de água igual a vazão máxima outorgável. Nesta pesquisa, foi adotada a vazão máxima outorgável igual a vazão com 95% de permanência ($Q_{95\%}$), calculada a partir da série de vazões naturais do período 1995 a 2001, pelo fato da mesma ser usualmente empregada nos estudos de outorga em diversos estados brasileiros.

As vazões indisponibilizadas pelo *déficit* total de água ($QDTA_{IND}$), em cada cenário, correspondem:

- CENÁRIO 1: à soma acumulada das diferenças parciais entre as vazões defluentes (Q_{DEF}) e as vazões naturais (Q_{NAT}), para todo $Q_{DEF} < Q_{NAT}$, e igual a zero para todo $Q_{DEF} > Q_{NAT}$, conforme a equação (5.4).

$$QDTA_{IND} = \sum_{i=1}^N (Q_{DEF_i} - Q_{NAT_i}) \quad (5.4)$$

- CENÁRIO 2: à soma acumulada das diferenças parciais entre as vazões defluentes (Q_{DEF}) e a vazão máxima outorgável ($Q_{95\%}$), para todo $Q_{DEF} < Q_{95\%}$, e igual a zero para todo $Q_{DEF} > Q_{95\%}$, conforme a equação (5.5).

$$QDTA_{IND} = \sum_{i=1}^N (Q_{DEF_i} - Q_{95\%}) \quad (5.5)$$

As vazões indisponibilizadas pelo máximo *déficit* acumulado de água ($QMDA_{IND}$), em cada cenário, correspondem:

- CENÁRIO 1: à menor soma parcial das diferenças entre as vazões defluentes (Q_{DEF}) e as vazões naturais (Q_{NAT}), para todo $Q_{DEF} < Q_{NAT}$, e igual a zero para todo $Q_{DEF} > Q_{NAT}$, com X dado por $(Q_{DEF} - Q_{NAT})$, conforme a equação (5.6).
- CENÁRIO 2: à menor soma parcial das diferenças entre as vazões defluentes (Q_{DEF}) e a vazão máxima outorgável ($Q_{95\%}$), para todo $Q_{DEF} < Q_{95\%}$, e igual a zero para todo $Q_{DEF} > Q_{95\%}$, com X dado por $(Q_{DEF} - Q_{95\%})$, conforme a equação (5.6).

$$QMDA_{IND} = -\underset{1 \leq j \leq k \leq N}{\text{mín}} \{X_j + X_{j+1} + \dots + (X)_{k-1} + X_k\} \quad (5.6)$$

Nas expressões (5.3) a (5.6), as vazões são diárias em m^3/s ; com N igual ao número de dias do ano; e a vazão máxima outorgável $Q_{95\%}$ corresponde à vazão com 95% de permanência.

5.6.2 Preço unitário e coeficientes

O preço unitário corresponde ao preço da unidade de água representativo do uso da água. A definição do preço da água para o caso do setor elétrico depende, além dos fatores usuais (objetivos da cobrança e condicionantes específicas da bacia hidrográfica), do resultado de um processo político de negociação no âmbito do CNRH e do setor elétrico. Nesta pesquisa não foi realizada a avaliação econômica para a determinação do preço unitário, por não ser o foco principal do trabalho. Entretanto, vale destacar que a utilização de teorias econômicas, como as apresentadas no capítulo 3, constitui-se em etapa fundamental não só para o alcance de objetivos estratégicos propostos com a implementação da cobrança, como também para correção de eventuais distorções, tais como o ônus excessivo ou a subavaliação da água, que podem inviabilizar a implementação da cobrança pelo uso da água.

Os coeficientes constituem-se em componente complementar à estrutura dos mecanismos de cobrança, sendo que sua aplicação resulta da necessidade, em alguns casos, de adaptação do mecanismo a objetivos específicos. Apesar dos coeficientes serem amplamente utilizados, eles nem sempre são quantificados de forma precisa e muitas vezes são determinados através de negociações políticas, não tendo a necessária fundamentação técnica. Vale registrar que mudanças nos coeficientes podem ser impactantes no valor final da cobrança. Tal fato pode ser comprovado pela experiência francesa, onde o valor final da cobrança a partir de 1991 quase triplicou devido a manipulações no valor dos coeficientes.

Para aplicação nos estudos de caso, julgou-se adequado adotar para o preço unitário e para o coeficiente os valores praticados em bacias hidrográficas onde a cobrança encontra-se implementada. Foi adotado para o preço unitário, o valor de R\$ 0,0004/m³, que corresponde ao valor praticado para a aqüicultura na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul. Destaca-se que a adoção desse valor se justifica pelo fato de ambos os usuários, aqüicultura e geração de energia, serem classificados, tradicionalmente, como usuários não consuntivos. Para o coeficiente, foi adotado o valor de 0,4, que corresponde ao valor referente ao uso captação, também da bacia do rio Paraíba do Sul. Reitera-se que a adoção destes valores teve por finalidade tão somente permitir a comparação entre os valores que seriam arrecadados pelos métodos propostos e os valores arrecadados segundo o método

vigente, não tendo sido realizado nenhuma consideração sobre a validade e ou eficiência destes valores.

A figura 5.7 apresenta um resumo da metodologia proposta.

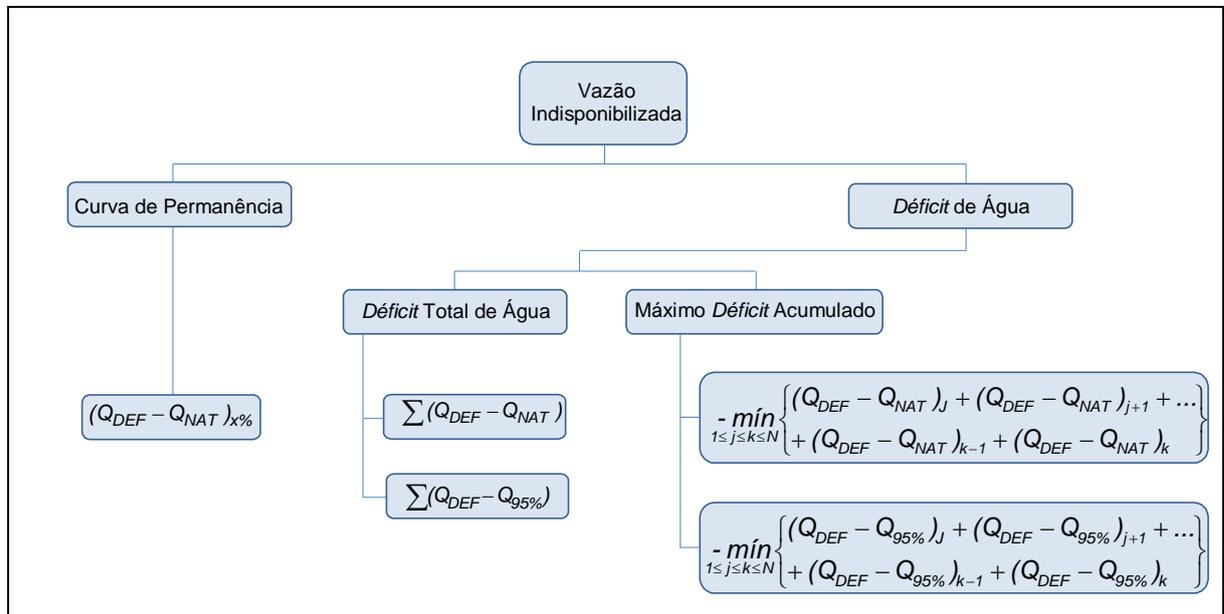


FIGURA 5.7 - RESUMO DA METODOLOGIA PROPOSTA

6 ESTUDO DE CASO: RIO IGUAÇU E RIO PARANAPANEMA

Para demonstrar a aplicabilidade da metodologia proposta, foram selecionadas as usinas hidrelétricas Foz do Areia, Segredo, Salto Santiago e Salto Osório situadas no rio Iguaçu, e as usinas Jurumirim, Chavantes, Salto Grande, Capivara, Taquaruçu e Rosana localizadas no rio Paranapanema. As demais usinas destes rios (usinas que entraram em operação após 1995) não foram usadas em função da não compatibilidade do período de dados adotado neste estudo.

Este capítulo apresenta, inicialmente, uma breve descrição dos rios e das características das usinas estudadas. Na seqüência, apresentam-se os resultados obtidos quando da aplicação da metodologia proposta. Os resultados são, basicamente, as vazões indisponibilizadas, determinadas pelo método da curva de permanência e pelo método dos *déficits* (total e máximo acumulado), a partir de séries de vazões diárias naturais e defluentes das usinas, e os respectivos valores a serem cobrados pelo uso da água. Ao fim do capítulo, são tecidos comentários acerca dos resultados obtidos.

6.1 DESCRIÇÃO DA BACIA DO RIO IGUAÇU E CARACTERIZAÇÃO DAS USINAS HIDRELÉTRICAS

O rio Iguaçu é o principal rio do estado do Paraná. A partir de suas nascentes nas proximidades de Curitiba, na frente ocidental da Serra do Mar, até sua foz, no rio Paraná, o rio tem cerca de 1.100 km e um desnível aproximado de 800 m. A bacia situa-se aproximadamente entre as latitudes 24°57'S e 26°51'S e as longitudes 48°57'W e 54°36'W, drenando uma área de 67.483 km² (LACTEC, 2003a).

A bacia do rio Iguaçu se alonga por cerca de 550 km com uma largura razoavelmente uniforme da ordem de 120 km, podendo atingir até 150 km. O rio Iguaçu atravessa de leste a oeste os planaltos de Curitiba, de Ponta Grossa e o de Guarapuava, também chamados respectivamente de Primeiro, Segundo e Terceiro Planalto Paranaense, nos quais tanto a topografia como os rios revelam características distintas. A jusante de União da Vitória, onde inicia a região do planalto de Guarapuava, o rio Iguaçu passa a apresentar um vale profundo e

encaixado, com ocorrência de extensas corredeiras. A partir deste ponto, até as Cataratas do Iguaçu, estão localizadas as principais usinas hidrelétricas do rio Iguaçu. Na tabela 6.1 estão listadas as principais características das usinas hidrelétricas estudadas no rio Iguaçu. A figura 6.1 apresenta a bacia do rio Iguaçu com a indicação dessas usinas.

6.2 DESCRIÇÃO DA BACIA DO RIO PARANAPANEMA E CARACTERIZAÇÃO DAS USINAS HIDRELÉTRICAS

O rio Paranapanema é um dos principais afluentes do rio Paraná, drenando uma área de 101.673 km². A bacia situa-se aproximadamente entre as latitudes 22°08'S e 25°40'S e as longitudes 47°23'W e 53°05'W. A área da bacia compreende regiões do sudoeste do estado de São Paulo e norte do Paraná, sendo dividida em partes aproximadamente iguais para cada estado. O trecho do rio compreendido entre a foz do rio Itararé e a desembocadura no rio Paraná (cerca de 450 km) corresponde a divisa entre os dois estados. A bacia é limitada a nordeste pela bacia do rio Tietê, ao norte pelas bacias do rio do Peixe e Paraná, a sudoeste pela bacia do rio Ivaí e ao sul pela bacia do rio Ribeira do Iguape (LACTEC, 2003b).

O rio Paranapanema nasce na Serra Agudos Grandes, em terrenos com altitudes em torno de 1.000 m acima do nível do mar e de relevo bastante acidentado. Ao longo de seus aproximadamente 900 km de extensão, o rio encontra forte gradiente de altitude, até atingir o rio Paraná, onde alcança altitudes da ordem de 250 m acima do nível do mar. Na tabela 6.2 estão listadas as principais características das usinas hidrelétricas estudadas no rio Paranapanema. A figura 6.2 apresenta a bacia do rio Paranapanema com a indicação dessas usinas.

TABELA 6.1 – PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DAS USINAS HIDRELÉTRICAS DO RIO IGUAÇU

USINA HIDRELÉTRICA	FOZ DO AREIA	SEGREDO	SALTO SANTIAGO	SALTO OSÓRIO
Início da operação	22/09/80	26/09/92	03/01/81	14/10/75
Latitude	26°00'50"	25°47'17"	25°37'16"	25°32'14"
Longitude	51°39'52"	52°06'51"	52°36'32"	53°00'32"
Área de drenagem (km ²)	30.127	34.346	43.852	45.769
Vazão média de longo termo (1931-2001) (m ³ /s)	654	750	995	1.042
Vazão média (1995-2001) (m ³ /s)	915	1100	1149	1.512
Queda nominal líquida (m)	135	110	102	68,4
Volume útil (hm ³)	3.804,7	383,7	4.112,9	402,7
Número de máquinas	4	4	4	6
Potência instalada (MW)	1.676	1.260	1.420	1.050
Operadora	COPEL	COPEL	TRACTEBEL	TRACTEBEL

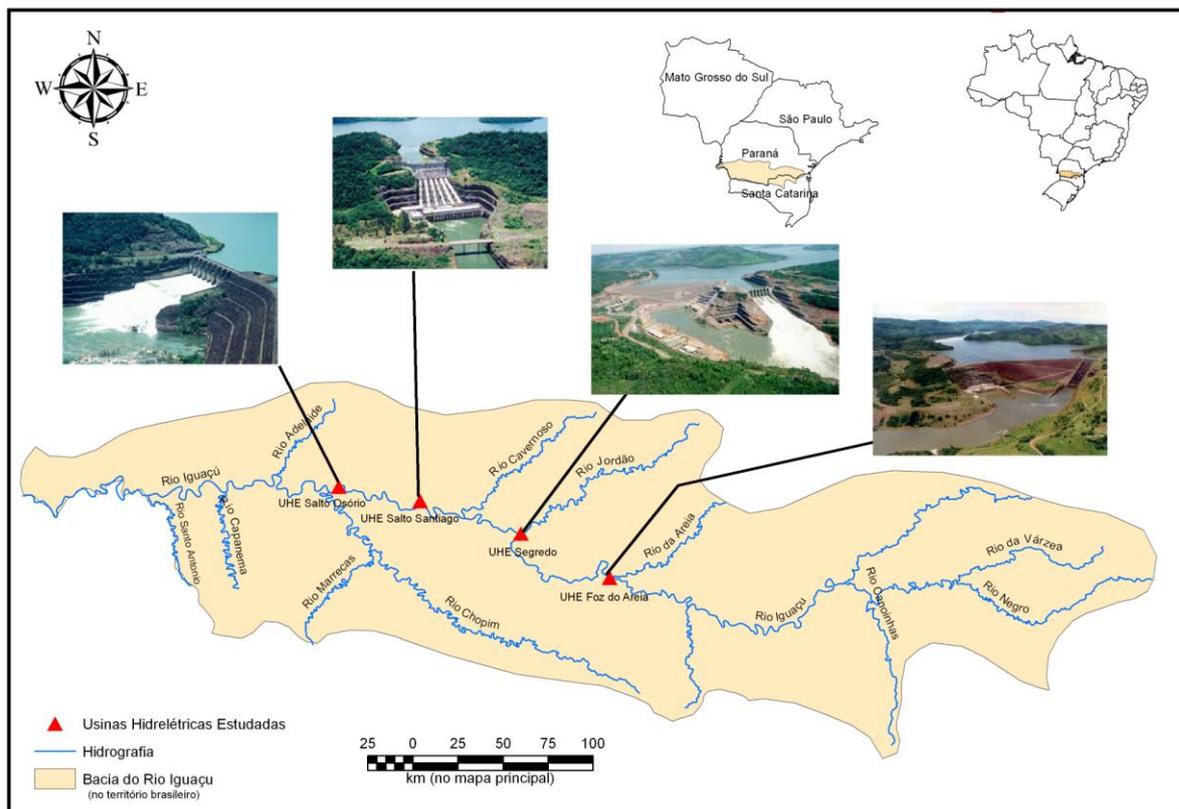


FIGURA 6.1 – LOCALIZAÇÃO DAS USINAS HIDRELÉTRICAS DO RIO IGUAÇU

TABELA 6.2 - PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DAS USINAS HIDRELÉTRICAS DO RIO PARANAPANEMA

USINA HIDRELÉTRICA	JURUMIRIM	CHAVANTES	SALTO GRANDE	CAPIVARA	TAQUARUÇU	ROSANA
Início da operação	30/10/61	26/11/70	25/02/58	08/03/77	12/11/92	25/01/87
Latitude	23°12'38"	23°07'44"	22°54'06"	22°39'37"	22°32'40"	22°36'08"
Longitude	49°13'49"	49°43'54"	49°59'48"	50°21'29"	52°00'02"	52°52'22"
Área de drenagem (km ²)	17.891	27.769	38.719	84.715	88.707	100.799
Vazão média de longo termo (1931-2001) (m ³ /s)	220	339	452	1.080	1.140	1.284
Vazão média (1995-2001) (m ³ /s)	287	448	597	1.400	1.512	1.654
Queda nominal líquida (m)	30,90	73,60	15,30	44,00	21,90	14,90
Volume útil (hm ³)	3.165	3.041	29,4	5.725	138	408
Número de máquinas	2	4	4	4	5	4
Potência instalada (MW)	97,80	414	73,79	640	554	372
Operadora	DUKE	DUKE	DUKE	DUKE	DUKE	DUKE

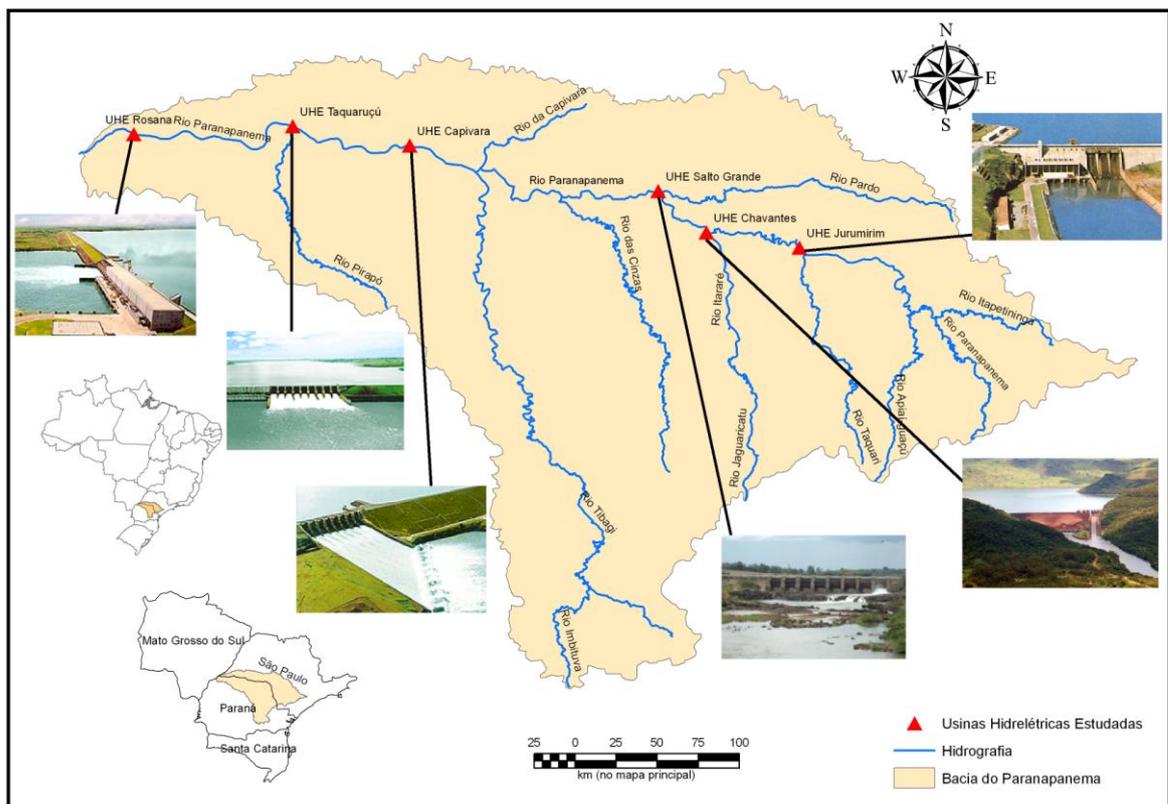


FIGURA 6.2 – LOCALIZAÇÃO DAS USINAS HIDRELÉTRICAS DO RIO PARANAPANEMA

6.3 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA

A estrutura do mecanismo de cobrança adotada nesta pesquisa segue a estrutura básica adotada nas bacias hidrográficas onde a cobrança encontra-se em vigor, dada pelo produto da base de cálculo pelo preço unitário e pelos coeficientes, como indicado pela equação (6.1):

$$\text{Valor da Cobrança} = \text{Base de Cálculo} \times \text{Preço Unitário} \times \text{Coeficientes} \quad (6.1)$$

A base de cálculo, objeto principal desta pesquisa, que corresponde à vazão indisponibilizada pelas usinas hidrelétricas aos demais usuários das bacias hidrográficas, foi determinada pelos métodos da curva de permanência e dos *déficits* de água (*déficit* total de água e máximo *déficit* acumulado de água).

Com relação à definição do preço unitário e do coeficiente, que constituem-se em parte não menos importante da equação (6,1), porém fora do escopo proposto nesta pesquisa, foram adotados os valores praticados na bacia hidrográfica do Paraíba do Sul, definidos pela Deliberação CEIVAP nº 15, de 04 de novembro de 2002 (CEIVAP, 2002). Para o preço unitário foi adotado o valor R\$ 0,0004/m³, que corresponde ao valor definido para a aquicultura, por serem os usuários aquicultura e geração de energia, classificados, tradicionalmente, como usuários não consuntivos; e, para o coeficiente, foi adotado o valor de 0,4, que corresponde ao valor definido para o uso captação.

Assim, reescrevendo a equação (6.1), para as condições desta pesquisa, resulta:

$$\text{Cobrança UHEs} = \text{Vazão Indisponibilizada} \times \text{Preço Unitário} \times \text{Coeficientes} \quad (6.2)$$

onde:

- Cobrança UHEs* : valor a ser cobrado em cada usina hidrelétrica pelo uso da água, em R\$/ano;
- Vazão Indisponibilizada*: vazão indisponibilizada em cada usina, em m³/ano;
- Preço Unitário* : adotado igual a R\$ 0,0004/m³;
- Coeficientes* : adotado igual a 0,4.

6.3.1 Dados Utilizados

Os dados necessários para aplicação da metodologia são fundamentalmente as séries diárias de vazões naturais e defluentes das usinas estudadas. Para permitir a comparação entre valores atualmente pagos e os valores de cobrança propostos foram também usados os valores pagos pelas usinas hidrelétricas a título de compensação financeira e valores de referência para o preço unitário de água e para o coeficiente.

As séries de vazões adotadas neste estudo são resultado de estudos de reconstituição de vazões naturais realizados para o ONS (LACTEC, 2003a, 2003b). Os dados relativos à compensação financeira foram obtidos diretamente do site da ANEEL (2009), enquanto que os dados referentes ao preço unitário e coeficiente foram adotados, conforme valores praticados na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul (CEIVAP, 2002).

O período de dados adotado nesse estudo corresponde aos anos de 1995 a 2001. O ano inicial foi definido em função da disponibilidade de dados da compensação financeira paga pelas usinas hidrelétricas. Ressalta-se, entretanto, que existem dados de compensação financeira anteriores a 1995, porém, estes não foram considerados por se encontrarem em unidade monetária diferente do Real. Com relação ao final do período, foi adotado o ano de 2001, em função da impossibilidade, dentro dos prazos desse estudo, de se obter as séries de vazões diárias posteriores a 2001.

No que se refere à compensação financeira, dois aspectos foram considerados. O primeiro diz respeito ao período anterior a julho de 2000, quando o valor da compensação financeira paga pelas usinas hidrelétricas correspondia a 6% do total de energia gerada. Nesse período, para permitir a comparação entre valores de cobrança propostos e pagos pelas usinas, o valor correspondente à parcela do 0,75%, foi estimado a partir do valor total, como se existisse à época. O segundo aspecto se refere ao mês de competência e ao mês do pagamento dos valores da compensação financeira publicados pelo agente regulador, para composição dos valores anuais pagos em cada usina. O mês de competência se refere ao período em que efetivamente as vazões foram usadas na geração de energia, enquanto que o mês de pagamento (normalmente 60 dias após) corresponde ao mês em que a Concessionária efetua o pagamento propriamente dito.

Por fim, cabe esclarecer, que não foram aplicados índices de ajuste econômico aos dados de compensação financeira, preço unitário e coeficiente utilizados nesse estudo. Não se julgou relevante, para os propósitos desta pesquisa, proceder a atualização monetária dos valores de compensação financeira pagos, ou a deflação dos valores adotados para o preço unitário e coeficiente. As eventuais distorções geradas, não invalidam os resultados apresentados, visto que a comparação entre valores pagos e propostos teve por propósito prover uma visão geral do comportamento destes valores.

Para auxiliar na determinação das curvas de permanência, das vazões associadas a cada permanência, do *déficit* total de água e do máximo *déficit* acumulado de água, foram desenvolvidas rotinas computacionais na linguagem Pascal e planilhas Excel®.

6.3.2 Resultados obtidos pelo Método da Curva de Permanência

Inicialmente foram geradas as curvas de permanência anuais para as vazões defluentes diárias e para as vazões naturais diárias com base na técnica empírica, conforme descrito no item 5.4. Na seqüência foram determinadas as vazões indisponibilizadas, (QCP_{IND}) para os anos de 1995 a 2001. As QCP_{IND} são dadas pela diferença entre a vazões defluentes (Q_{DEF}) e as vazões naturais (Q_{NAT}) para uma permanência especificada, como mostra a equação (6.3). Para apresentação dos resultados, foi adotada a permanência de 95%, por ser esta permanência muito utilizada, em diversos estados brasileiros, na definição da vazão máxima outorgável.

$$(QCP_{IND}) = (Q_{DEF} - Q_{NAT})_{95\%} \quad (6.3)$$

Para determinação dos valores a serem cobrados em cada usina pela técnica da curva de permanência, basta multiplicar as vazões indisponibilizadas pelos demais componentes indicados na equação (6.2).

A tabela 6.3 apresenta as vazões naturais e defluentes com 95% de permanência, calculadas a partir das curvas de permanência de vazões diárias para

o período correspondente ao início da operação da usina a 2001, e para o período 1995 a 2001, em cada uma das usinas hidrelétricas estudadas.

As tabelas 6.4 a 6.13 apresentam os resultados das vazões indisponibilizadas e os correspondentes valores a serem cobrados, pela aplicação do método da curva de permanência para as usinas hidrelétricas dos rios Iguaçu e Paranapanema. Essas tabelas, mostram, para o período 1995 a 2001, a vazão natural com 95% de permanência (coluna 2); a vazão defluente com 95% de permanência (coluna 3); a vazão indisponibilizada correspondente, calculada pelo método da curva de permanência (coluna 4); os valores da cobrança propostos (coluna 5); e os valores pagos atualmente (0,75% da compensação financeira) (coluna 6).

TABELA 6.3 – VAZÕES NATURAIS E DEFLUENTES COM 95% DE PERMANÊNCIA E VAZÕES INDISPONIBILIZADAS NAS USINAS HIDRELÉTRICAS DOS RIOS IGUAÇU E PARANAPANEMA CALCULADAS PARA O PERÍODO CORRESPONDENTE AO INÍCIO DA OPERAÇÃO DA USINA A 2001 E PARA O PERÍODO 1995 A 2001

USINA HIDRELÉTRICA (Bacia Hidrográfica)	ANO DE INÍCIO DE OPERAÇÃO DA USINA	VAZÃO COM 95% DE PERMANÊNCIA (m ³ /s) (Período: início da operação a 2001)		VAZÃO INDISPONÍ BILIZADA (m ³ /s)	VAZÃO COM 95% DE PERMANÊNCIA (m ³ /s) (Período: 1995 a 2001)		VAZÃO INDISPONÍ BILIZADA (m ³ /s)
		Q _{NAT95%}	Q _{DEF95%}		QCP _{IND}	Q _{NAT95%}	
Foz do Areia (rio Iguaçu)	1981	149,54	109,29	40,25	179,75	122,47	57,28
Segredo (rio Iguaçu)	1993	248,57	317,72	-	240,46	316,66	-
Salto Santiago (rio Iguaçu)	1981	252,47	292,60	-	330,71	429,31	-
Salto Osório (rio Iguaçu)	1976	257,00	258,95	-	346,37	456,38	-
Jurumirim (rio Paranapanema)	1962	80,57	58,99	21,58	106,26	93,61	12,65
Chavantes (rio Paranapanema)	1971	139,29	95,45	43,84	161,08	182,49	-
Salto Grande (rio Paranapanema)	1959	189,24	151,01	38,23	237,77	292,98	-
Capivara (rio Paranapanema)	1978	450,00	485,47	-	520,10	621,47	-
Taquaruçu (rio Paranapanema)	1993	573,10	669,72	-	573,91	660,95	-
Rosana (rio Paranapanema)	1988	644,88	728,80	-	681,76	766,97	-

TABELA 6.4 – VAZÕES NATURAIS E DEFLUENTES COM 95% DE PERMANÊNCIA, VAZÃO INDISPONIBILIZADA E AS COBRANÇAS PROPOSTA PELO MÉTODO DA CURVA DE PERMANÊNCIA E ATUAL PARA A UHE **FOZ DO AREIA**

ANO	Q _{NAT95%} (m ³ /s)	Q _{DEF95%} (m ³ /s)	Q _{CP IND} (m ³ /s)	COBRANÇA PROPOSTA (R\$/ano)	COBRANÇA ATUAL (0,75%) (R\$/ano)
1995	141,69	110,30	31,39	158.386,41	615.016,99
1996	201,18	269,70	0,00	0,00	1.093.328,16
1997	180,11	177,90	2,21	11.151,13	947.000,20
1998	363,84	326,40	37,44	188.913,25	1.158.629,70
1999	212,34	121,30	91,04	459.365,99	912.056,61
2000	153,60	5,99	147,61	746.845,19	717.671,62
2001	373,22	141,30	231,92	1.170.212,66	1.672.491,18
TOTAL	-	-	541,61	2.734.874,63	7.116.194,46

TABELA 6.5 – VAZÕES NATURAIS E DEFLUENTES COM 95% DE PERMANÊNCIA, VAZÃO INDISPONIBILIZADA E AS COBRANÇAS PROPOSTA PELO MÉTODO DA CURVA DE PERMANÊNCIA E ATUAL PARA A UHE **SEGREDO**

ANO	Q _{NAT95%} (m ³ /s)	Q _{DEF95%} (m ³ /s)	Q _{CP IND} (m ³ /s)	COBRANÇA PROPOSTA (R\$/ano)	COBRANÇA ATUAL (0,75%) (R\$/ano)
1995	182,47	244,20	0,00	0,00	563.226,04
1996	247,19	413,90	0,00	0,00	1.009.312,77
1997	223,01	421,65	0,00	0,00	961.290,64
1998	443,73	594,30	0,00	0,00	1.083.413,03
1999	275,36	319,10	0,00	0,00	947.668,94
2000	217,79	186,85	30,94	156.543,53	847.032,33
2001	456,93	548,50	0,00	0,00	1.666.235,26
TOTAL	-	-	30,94	156.543,53	7.078.179,00

TABELA 6.6 – VAZÕES NATURAIS E DEFLUENTES COM 95% DE PERMANÊNCIA, VAZÃO INDISPONIBILIZADA E AS COBRANÇAS PROPOSTA PELO MÉTODO DA CURVA DE PERMANÊNCIA E ATUAL PARA A UHE **SALTO SANTIAGO**

ANO	Q _{NAT95%} (m ³ /s)	Q _{DEF95%} (m ³ /s)	Q _{CP IND} (m ³ /s)	COBRANÇA PROPOSTA (R\$/ano)	COBRANÇA ATUAL (0,75%) (R\$/ano)
1995	249,34	385,10	0,00	0,00	778.128,01
1996	327,52	481,80	0,00	0,00	1.198.386,02
1997	352,93	532,70	0,00	0,00	1.251.102,47
1998	588,20	760,39	0,00	0,00	1.219.524,05
1999	336,98	577,08	0,00	0,00	1.181.123,33
2000	311,96	323,94	0,00	0,00	837.650,49
2001	598,41	557,98	40,43	204.000,08	2.008.123,86
TOTAL	-	-	40,43	204.000,08	8.474.038,23

TABELA 6.7 – VAZÕES NATURAIS E DEFLUENTES COM 95% DE PERMANÊNCIA, VAZÃO INDISPONIBILIZADA E AS COBRANÇAS PROPOSTA PELO MÉTODO DA CURVA DE PERMANÊNCIA E ATUAL PARA A UHE **SALTO OSÓRIO**

ANO	Q _{NAT95%} (m ³ /s)	Q _{DEF95%} (m ³ /s)	QCP _{IND} (m ³ /s)	COBRANÇA PROPOSTA (R\$/ano)	COBRANÇA ATUAL (0,75%) (R\$/ano)
1995	265,43	447,42	0,00	0,00	543.919,11
1996	342,60	518,65	0,00	0,00	820.786,43
1997	375,18	621,87	0,00	0,00	851.284,98
1998	614,56	785,04	0,00	0,00	942.636,48
1999	343,32	541,17	0,00	0,00	790.773,37
2000	330,93	256,79	74,14	375.117,56	648.671,46
2001	627,02	534,60	92,42	466.329,14	1.347.538,29
TOTAL	-	-	166,56	841.446,70	5.945.610,12

TABELA 6.8 – VAZÕES NATURAIS E DEFLUENTES COM 95% DE PERMANÊNCIA, VAZÃO INDISPONIBILIZADA E AS COBRANÇAS PROPOSTA PELO MÉTODO DA CURVA DE PERMANÊNCIA E ATUAL PARA A UHE **JURUMIRIM**

ANO	Q _{NAT95%} (m ³ /s)	Q _{DEF95%} (m ³ /s)	QCP _{IND} (m ³ /s)	COBRANÇA PROPOSTA (R\$/ano)	COBRANÇA ATUAL (0,75%) (R\$/ano)
1995	103,20	157,30	0,00	0,00	56.057,07
1996	126,41	150,55	0,00	0,00	65.953,67
1997	152,53	168,30	0,00	0,00	92.741,53
1998	173,33	249,22	0,00	0,00	111.307,96
1999	108,74	157,39	0,00	0,00	92.934,00
2000	80,03	91,24	0,00	0,00	47.144,96
2001	127,52	93,33	34,19	172.514,53	111.929,77
TOTAL	-	-	34,19	172.514,53	578.068,95

TABELA 6.9 – VAZÕES NATURAIS E DEFLUENTES COM 95% DE PERMANÊNCIA, VAZÃO INDISPONIBILIZADA E AS COBRANÇAS PROPOSTA PELO MÉTODO DA CURVA DE PERMANÊNCIA E ATUAL PARA A UHE **CHAVANTES**

ANO	Q _{NAT95%} (m ³ /s)	Q _{DEF95%} (m ³ /s)	QCP _{IND} (m ³ /s)	COBRANÇA PROPOSTA (R\$/ano)	COBRANÇA ATUAL (0,75%) (R\$/ano)
1995	162,04	237,15	0,00	0,00	230.460,16
1996	179,73	229,35	0,00	0,00	269.168,36
1997	234,77	216,60	18,17	91.681,46	319.233,65
1998	271,04	321,90	0,00	0,00	406.432,97
1999	145,89	268,20	0,00	0,00	328.398,13
2000	137,51	163,35	0,00	0,00	199.742,34
2001	207,71	159,45	48,26	243.508,38	335.659,43
TOTAL	-	-	66,43	335.189,84	2.089.095,03

TABELA 6.10 – VAZÕES NATURAIS E DEFLUENTES COM 95% DE PERMANÊNCIA, VAZÃO INDISPONIBILIZADA E AS COBRANÇAS PROPOSTA PELO MÉTODO DA CURVA DE PERMANÊNCIA E ATUAL PARA A UHE **SALTO GRANDE**

ANO	$Q_{NAT95\%}$ (m ³ /s)	$Q_{DEF95\%}$ (m ³ /s)	QCP_{IND} (m ³ /s)	COBRANÇA PROPOSTA (R\$/ano)	COBRANÇA ATUAL (0,75%) (R\$/ano)
1995	234,89	371,30	0,00	0,00	55.830,11
1996	246,01	332,68	0,00	0,00	66.924,81
1997	321,02	342,48	0,00	0,00	66.094,97
1998	384,49	461,20	0,00	0,00	56.557,37
1999	222,24	372,60	0,00	0,00	74.832,32
2000	212,72	257,17	0,00	0,00	69.945,40
2001	285,19	256,60	28,5 ₉	144.258,28	93.794,75
TOTAL	-	-	28,59	144.258,28	483.979,72

TABELA 6.11 – VAZÕES NATURAIS E DEFLUENTES COM 95% DE PERMANÊNCIA, VAZÃO INDISPONIBILIZADA E AS COBRANÇAS PROPOSTA PELO MÉTODO DA CURVA DE PERMANÊNCIA E ATUAL PARA A UHE **CAPIVARA**

ANO	$Q_{NAT95\%}$ (m ³ /s)	$Q_{DEF95\%}$ (m ³ /s)	QCP_{IND} (m ³ /s)	COBRANÇA PROPOSTA (R\$/ano)	COBRANÇA ATUAL (0,75%) (R\$/ano)
1995	518,55	677,30	0,00	0,00	395.930,81
1996	557,81	737,35	0,00	0,00	464.731,33
1997	728,63	874,70	0,00	0,00	558.390,08
1998	875,09	1.078,00	0,00	0,00	661.115,50
1999	424,39	843,50	0,00	0,00	564.820,78
2000	452,28	536,35	0,00	0,00	430.473,78
2001	637,80	498,30	139,50	703.883,52	787.923,67
TOTAL	-	-	139,50	703.883,52	3.863.385,95

TABELA 6.12 – VAZÕES NATURAIS E DEFLUENTES COM 95% DE PERMANÊNCIA, VAZÃO INDISPONIBILIZADA E AS COBRANÇAS PROPOSTA PELO MÉTODO DA CURVA DE PERMANÊNCIA E ATUAL PARA A UHE **TAQUARUÇU**

ANO	$Q_{NAT95\%}$ (m ³ /s)	$Q_{DEF95\%}$ (m ³ /s)	QCP_{IND} (m ³ /s)	COBRANÇA PROPOSTA (R\$/ano)	COBRANÇA ATUAL (0,75%) (R\$/ano)
1995	556,83	703,80	0,00	0,00	213.136,57
1996	613,53	788,70	0,00	0,00	258.664,76
1997	809,80	936,30	0,00	0,00	382.558,16
1998	1.010,94	1.141,20	0,00	0,00	472.152,35
1999	529,54	913,10	0,00	0,00	386.077,20
2000	496,95	562,10	0,00	0,00	270.765,81
2001	739,98	555,60	184,38	930.337,23	458.550,26
TOTAL	-	-	184,38	930.337,23	2.441.905,11

TABELA 6.13 – VAZÕES NATURAIS E DEFLUENTES COM 95% DE PERMANÊNCIA, VAZÃO INDISPONIBILIZADA E AS COBRANÇAS PROPOSTA PELO MÉTODO DA CURVA DE PERMANÊNCIA E ATUAL PARA A UHE ROSANA

ANO	$Q_{NAT95\%}$ (m ³ /s)	$Q_{DEF95\%}$ (m ³ /s)	Q_{CP_IND} (m ³ /s)	COBRANÇA PROPOSTA (R\$/ano)	COBRANÇA ATUAL (0,75%) (R\$/ano)
1995	632,68	824,21	0,00	0,00	186.964,06
1996	725,06	864,10	0,00	0,00	234.540,49
1997	951,61	1.132,60	0,00	0,00	318.634,87
1998	1.157,66	1.271,40	0,00	0,00	360.806,01
1999	644,25	1.007,30	0,00	0,00	336.335,31
2000	606,40	649,70	0,00	0,00	261.973,12
2001	870,78	601,50	269,28	1.358.722,25	435.539,76
TOTAL			269,28	1.358.722,25	2.134.793,61

6.3.3 Resultados obtidos pelo Método dos *Déficits* de Água

O método dos *déficits* de água apresenta duas formas distintas de avaliação da vazão indisponibilizada: pelo *déficit* total de água ($Q_{DTA_{IND}}$) e pelo máximo *déficit* acumulado de água ($Q_{MDA_{IND}}$). Em ambos os *déficits*, são considerados dois cenários distintos: o cenário 1 que corresponde a uma situação ideal, e o cenário 2 que corresponde a situação mais próxima de uso da água nas bacias hidrográficas brasileiras.

No cenário 1, as vazões indisponibilizadas são função das vazões defluentes e das vazões naturais, e no cenário 2, as vazões indisponibilizadas são função das vazões defluentes e da vazão máxima outorgável. Nesta pesquisa, foi adotada a vazão máxima outorgável igual a vazão com 95% de permanência ($Q_{95\%}$), calculada a partir da série de vazões naturais do período 1995 a 2001, pelo fato da mesma ser usualmente empregada nos estudos de outorga em diversos estados brasileiros.

As vazões indisponibilizadas pelo *déficit* total de água ($Q_{DTA_{IND}}$), para os cenários 1 e 2, são calculadas pelas expressões (6.4) e (6.5), respectivamente. Enquanto que, as vazões indisponibilizadas pelo máximo *déficit* acumulado de água ($Q_{MDA_{IND}}$), para os cenários 1 e 2, são calculadas pelas expressões (6.6) e (6.7), respectivamente.

$$Q_{DTA_{IND}} = \sum_{i=1}^N (Q_{DEF_i} - Q_{NAT_i}) \text{ para } Q_{DEF} < Q_{NAT} \text{ e zero se } Q_{DEF} > Q_{NAT} \quad (6.4)$$

$$QDTA_{IND} = \sum_{i=1}^N (Q_{DEF_i} - Q_{95\%}) \text{ para } Q_{DEF} < Q_{95\%} \text{ e zero se } Q_{DEF} > Q_{95\%} \quad (6.5)$$

$$QMDA_{IND} = -\min_{1 \leq j \leq k \leq N} \{X_j + X_{j+1} + \dots + (X)_{k-1} + X_k\}$$

para $Q_{DEF} < Q_{NAT}$ e zero se $Q_{DEF} > Q_{NAT}$ com X igual $(Q_{DEF} - Q_{NAT})$ (6.6)

$$QMDA_{IND} = -\min_{1 \leq j \leq k \leq N} \{X_j + X_{j+1} + \dots + (X)_{k-1} + X_k\}$$

para $Q_{DEF} < Q_{95\%}$ e zero se $Q_{DEF} > Q_{95\%}$ com X igual $(Q_{DEF} - Q_{95\%})$ (6.7)

Nas expressões (6.3) a (6.7), as vazões são diárias em m³/s; e N corresponde ao número de dias do ano.

Para determinação da cobrança em cada usina pelo método dos *déficits* de água, basta multiplicar as vazões indisponibilizadas pelos demais componentes indicados na equação (6.2).

Os resultados obtidos para as vazões indisponibilizadas e os correspondentes valores a serem pagos, pela aplicação do método dos *déficits* de água para as usinas hidrelétricas dos rios Iguaçu e Paranapanema, estão apresentados nas tabelas 6.14 a 6.23. Essas tabelas apresentam, para o período 1995 a 2001, para os cenários 1 e 2, a vazão indisponibilizada anualmente pelos métodos do *déficit* total de água (coluna 3) e do máximo *déficit* acumulado de água (coluna 5), os respectivos valores a serem cobrados (colunas 4 e 6); e os valores pagos atualmente (0,75% da compensação financeira) (coluna 7).

O resumo dos resultados obtidos para as usinas hidrelétricas dos rios Iguaçu e Paranapanema, estão apresentados nas tabelas 6.24 a 6.27. As tabelas 6.24 e 6.25 apresentam as vazões indisponibilizadas acumuladas no período 1995 a 2001, pelo método dos *déficits* (total e máximo acumulado). Enquanto que, as tabelas 6.26 e 6.27 mostram os valores pagos segundo a metodologia atual e os valores que seriam pagos pelos métodos propostos da curva de permanência e dos *déficits* (total e máximo acumulado), para o período 1995 a 2001.

TABELA 6.14 – VAZÃO INDISPONIBILIZADA PELOS MÉTODOS DO DÉFICIT TOTAL DE ÁGUA ($Q_{DTA_{IND}}$) E MÁXIMO DÉFICIT ACUMULADO DE ÁGUA ($Q_{MDA_{IND}}$) E AS COBRANÇAS PROPOSTAS E ATUAL PARA A UHE FOZ DO AREIA

	ANO	$Q_{DTA_{IND}}$ (m^3/s)	COBRANÇA PROPOSTA (R\$/ano)	$Q_{MDA_{IND}}$ (m^3/s)	COBRANÇA PROPOSTA (R\$/ano)	COBRANÇA ATUAL (0,75%) (R\$/ano)
CENÁRIO 1 ($Q_{DEF} - Q_{NAT}$)	1995	54.514,60	753.609,83	18.206,77	251.690,39	615.016,99
	1996	49.045,32	678.002,50	12.262,78	169.520,67	1.093.328,16
	1997	49.301,03	681.537,44	17.764,79	245.580,46	947.000,20
	1998	54.167,19	748.807,23	9.511,06	131.480,89	1.158.629,70
	1999	55.793,22	771.285,47	16.188,49	223.789,69	912.056,61
	2000	69.157,35	956.031,21	36.564,78	505.471,52	717.671,62
	2001	57.847,04	799.677,48	14.010,31	193.678,53	1.672.491,18
	TOTAL	389.825,75	5.388.951,17	124.508,98	1.721.212,14	7.116.194,46
CENÁRIO 2 ($Q_{DEF} - Q_{95\%}$)	1995	2.712,85	37.502,44	880,00	12.165,12	615.016,99
	1996	506,95	7.008,08	144,45	1.996,88	1.093.328,16
	1997	1.028,70	14.220,75	195,15	2.697,75	947.000,20
	1998	355,75	4.917,89	123,95	1.713,48	1.158.629,70
	1999	2.313,85	31.986,66	326,65	4.515,61	912.056,61
	2000	8.900,58	123.041,62	1.551,92	21.453,74	717.671,62
	2001	1.963,10	27.137,89	166,85	2.306,53	1.672.491,18
	TOTAL	17.781,78	245.815,33	3.388,97	46.849,12	7.116.194,46

TABELA 6.15 – VAZÃO INDISPONIBILIZADA PELOS MÉTODOS DO DÉFICIT TOTAL DE ÁGUA ($Q_{DTA_{IND}}$) E MÁXIMO DÉFICIT ACUMULADO DE ÁGUA ($Q_{MDA_{IND}}$) E AS COBRANÇAS PROPOSTAS E ATUAL PARA A UHE SEGREDO

	ANO	$Q_{DTA_{IND}}$ (m^3/s)	COBRANÇA PROPOSTA (R\$/ano)	$Q_{MDA_{IND}}$ (m^3/s)	COBRANÇA PROPOSTA (R\$/ano)	COBRANÇA ATUAL (0,75%) (R\$/ano)
CENÁRIO 1 ($Q_{DEF} - Q_{NAT}$)	1995	58.324,64	806.279,82	19.970,45	276.071,50	563.226,04
	1996	47.984,32	663.335,24	12.542,05	173.381,30	1.009.312,77
	1997	39.275,37	542.942,71	13.281,43	183.602,49	961.290,64
	1998	46.560,35	643.650,28	9.366,11	129.477,10	1.083.413,03
	1999	46.966,37	649.263,10	16.337,52	225.849,88	947.668,94
	2000	54.877,28	758.623,52	26.580,46	367.448,28	847.032,33
	2001	42.663,02	589.773,59	14.336,97	198.194,27	1.666.235,26
	TOTAL	336.651,35	4.653.868,26	112.414,99	1.554.024,82	7.078.179,00
CENÁRIO 2 ($Q_{DEF} - Q_{95\%}$)	1995	824,64	11.399,82	424,36	5.866,35	563.226,04
	1996	29,48	407,53	29,48	407,53	1.009.312,77
	1997	0,00	0,00	0,00	0,00	961.290,64
	1998	0,00	0,00	0,00	0,00	1.083.413,03
	1999	550,12	7.604,86	332,16	4.591,78	947.668,94
	2000	2.653,32	36.679,50	325,46	4.499,16	847.032,33
	2001	0,00	0,00	0,00	0,00	1.666.235,26
	TOTAL	4.057,56	56.091,71	1.111,46	15.364,82	7.078.179,00

TABELA 6.16 – VAZÃO INDISPONIBILIZADA PELOS MÉTODOS DO DÉFICIT TOTAL DE ÁGUA ($Q_{DTA_{IND}}$) E MÁXIMO DÉFICIT ACUMULADO DE ÁGUA ($Q_{MDA_{IND}}$) E AS COBRANÇAS PROPOSTAS E ATUAL PARA A UHE SALTO SANTIAGO

	ANO	$Q_{DTA_{IND}}$ (m ³ /s)	COBRANÇA PROPOSTA (R\$/ano)	$Q_{MDA_{IND}}$ (m ³ /s)	COBRANÇA PROPOSTA (R\$/ano)	COBRANÇA ATUAL (0,75%) (R\$/ano)
CENÁRIO 1 ($Q_{DEF} - Q_{NAT}$)	1995	97.016,29	1.341.153,19	40.750,46	563.334,36	778.128,01
	1996	97.602,27	1.349.253,78	32.949,24	455.490,29	1.198.386,02
	1997	89.217,44	1.233.341,89	35.007,94	483.949,76	1.251.102,47
	1998	80.524,65	1.113.172,76	16.524,40	228.433,31	1.219.524,05
	1999	77.898,86	1.076.873,84	34.944,27	483.069,59	1.181.123,33
	2000	112.780,38	1.559.075,97	79.870,76	1.104.133,39	837.650,49
	2001	86.119,91	1.190.521,64	27.145,88	375.264,65	2.008.123,86
	TOTAL	641.159,80	8.863.393,08	267.192,95	3.693.675,34	8.474.038,23
CENÁRIO 2 ($Q_{DEF} - Q_{95\%}$)	1995	522,39	7.221,52	172,55	2.385,33	778.128,01
	1996	304,28	4.206,37	77,71	1.074,26	1.198.386,02
	1997	0,00	0,00	0,00	0,00	1.251.102,47
	1998	0,00	0,00	0,00	0,00	1.219.524,05
	1999	12,11	167,41	12,11	167,41	1.181.123,33
	2000	497,60	6.878,82	165,92	2.293,68	837.650,49
	2001	377,15	5.213,72	203,51	2.813,32	2.008.123,86
	TOTAL	1.713,53	23.687,84	631,80	8.734,00	8.474.038,23

TABELA 6.17 – VAZÃO INDISPONIBILIZADA PELOS MÉTODOS DO DÉFICIT TOTAL DE ÁGUA ($Q_{DTA_{IND}}$) E MÁXIMO DÉFICIT ACUMULADO DE ÁGUA ($Q_{MDA_{IND}}$) E AS COBRANÇAS PROPOSTAS E ATUAL PARA A UHE SALTO OSÓRIO

	ANO	$Q_{DTA_{IND}}$ (m ³ /s)	COBRANÇA PROPOSTA (R\$/ano)	$Q_{MDA_{IND}}$ (m ³ /s)	COBRANÇA PROPOSTA (R\$/ano)	COBRANÇA ATUAL (0,75%) (R\$/ano)
CENÁRIO 1 ($Q_{DEF} - Q_{NAT}$)	1995	97.950,75	1.354.071,17	40.512,29	560.041,90	543.919,11
	1996	97.582,61	1.348.982,00	32.458,50	448.706,30	820.786,43
	1997	92.381,16	1.277.077,16	34.869,26	482.032,65	851.284,98
	1998	91.604,09	1.266.334,94	19.381,07	267.923,91	942.636,48
	1999	78.361,34	1.083.267,16	34.815,54	481.290,02	790.773,37
	2000	115.949,49	1.602.885,75	79.653,90	1.101.135,51	648.671,46
	2001	89.888,70	1.242.621,39	27.074,60	374.279,27	1.347.538,29
	TOTAL	663.718,14	9.175.239,57	268.765,16	3.715.409,57	5.945.610,12
CENÁRIO 2 ($Q_{DEF} - Q_{95\%}$)	1995	215,97	2.985,57	74,17	1.025,33	543.919,11
	1996	510,23	7.053,42	228,65	3.160,86	820.786,43
	1997	87,81	1.213,89	81,48	1.126,38	851.284,98
	1998	58,94	814,79	58,94	814,79	942.636,48
	1999	0,00	0,00	0,00	0,00	790.773,37
	2000	2.916,61	40.319,22	356,57	4.929,22	648.671,46
	2001	233,54	3.228,46	144,60	1.998,95	1.347.538,29
	TOTAL	4.023,10	55.615,33	944,41	13.055,52	5.945.610,12

TABELA 6.18 – VAZÃO INDISPONIBILIZADA PELOS MÉTODOS DO DÉFICIT TOTAL DE ÁGUA ($Q_{DTA_{IND}}$) E MÁXIMO DÉFICIT ACUMULADO DE ÁGUA ($Q_{MDA_{IND}}$) E AS COBRANÇAS PROPOSTAS E ATUAL PARA A UHE JURUMIRIM

	ANO	$Q_{DTA_{IND}}$ (m^3/s)	COBRANÇA PROPOSTA (R\$/ano)	$Q_{MDA_{IND}}$ (m^3/s)	COBRANÇA PROPOSTA (R\$/ano)	COBRANÇA ATUAL (0,75%) (R\$/ano)
CENÁRIO 1 ($Q_{DEF} - Q_{NAT}$)	1995	22.064,74	305.022,97	15.356,80	212.292,40	56.057,07
	1996	15.669,69	216.617,79	9.714,59	134.294,49	65.953,67
	1997	26.209,26	362.316,81	17.372,08	240.151,63	92.741,53
	1998	13.773,36	190.402,93	5.109,10	70.628,20	111.307,96
	1999	15.389,27	212.741,27	9.950,70	137.558,48	92.934,00
	2000	20.997,76	290.273,03	13.435,33	185.730,00	47.144,96
	2001	25.264,30	349.253,68	17.378,86	240.245,36	111.929,77
	TOTAL	139.368,38	1.926.628,49	88.317,46	1.220.900,57	578.068,95
CENÁRIO 2 ($Q_{DEF} - Q_{95\%}$)	1995	0,00	0,00	0,00	0,00	56.057,07
	1996	0,00	0,00	0,00	0,00	65.953,67
	1997	0,00	0,00	0,00	0,00	92.741,53
	1998	66,52	919,57	36,26	501,26	111.307,96
	1999	0,00	0,00	0,00	0,00	92.934,00
	2000	1.841,18	25.452,47	1.238,04	17.114,66	47.144,96
	2001	348,02	4.811,03	215,98	2.985,71	111.929,77
	TOTAL	2.255,72	31.183,07	1.490,28	20.601,63	578.068,95

TABELA 6.19 – VAZÃO INDISPONIBILIZADA PELOS MÉTODOS DO DÉFICIT TOTAL DE ÁGUA ($Q_{DTA_{IND}}$) E MÁXIMO DÉFICIT ACUMULADO DE ÁGUA ($Q_{MDA_{IND}}$) E AS COBRANÇAS PROPOSTAS E ATUAL PARA A UHE CHAVANTES

	ANO	$Q_{DTA_{IND}}$ (m^3/s)	COBRANÇA PROPOSTA (R\$/ano)	$Q_{MDA_{IND}}$ (m^3/s)	COBRANÇA PROPOSTA (R\$/ano)	COBRANÇA ATUAL (0,75%) (R\$/ano)
CENÁRIO 1 ($Q_{DEF} - Q_{NAT}$)	1995	32.562,67	450.146,35	19.722,27	272.640,66	230.460,16
	1996	24.871,72	343.826,66	13.701,40	189.408,15	269.168,36
	1997	41.887,34	579.050,59	23.309,08	322.224,72	319.233,65
	1998	23.432,71	323.933,78	7.160,22	98.982,88	406.432,97
	1999	24.915,23	344.428,14	16.609,49	229.609,59	328.398,13
	2000	30.845,55	426.408,88	18.212,32	251.767,11	199.742,34
	2001	48.215,27	666.527,89	40.020,70	553.246,16	335.659,43
	TOTAL	226.730,49	3.134.322,29	138.735,48	1.917.879,28	2.089.095,03
CENÁRIO 2 ($Q_{DEF} - Q_{95\%}$)	1995	3,08	42,58	3,08	42,58	230.460,16
	1996	0,00	0,00	0,00	0,00	269.168,36
	1997	10,16	140,45	7,08	97,87	319.233,65
	1998	0,00	0,00	0,00	0,00	406.432,97
	1999	0,00	0,00	0,00	0,00	328.398,13
	2000	372,28	5.146,40	164,24	2.270,45	199.742,34
	2001	364,52	5.039,12	88,24	1.219,83	335.659,43
	TOTAL	750,04	10.368,55	262,64	3.630,74	2.089.095,03

TABELA 6.20 – VAZÃO INDISPONIBILIZADA PELOS MÉTODOS DO DÉFICIT TOTAL DE ÁGUA ($Q_{DTA_{IND}}$) E MÁXIMO DÉFICIT ACUMULADO DE ÁGUA ($Q_{MDA_{IND}}$) E AS COBRANÇAS PROPOSTAS E ATUAL PARA A UHE SALTO GRANDE

	ANO	$Q_{DTA_{IND}}$ (m ³ /s)	COBRANÇA PROPOSTA (R\$/ano)	$Q_{MDA_{IND}}$ (m ³ /s)	COBRANÇA PROPOSTA (R\$/ano)	COBRANÇA ATUAL (0,75%) (R\$/ano)
CENÁRIO 1 ($Q_{DEF} - Q_{NAT}$)	1995	32.734,77	452.525,46	20.027,27	276.856,98	55.830,11
	1996	24.980,15	345.325,59	13.828,06	191.159,10	66.924,81
	1997	42.192,78	583.272,99	23.572,47	325.865,83	66.094,97
	1998	24.016,48	332.003,82	7.185,57	99.333,32	56.557,37
	1999	26.057,22	360.215,01	17.004,40	235.068,83	74.832,32
	2000	30.832,43	426.227,51	18.344,80	253.598,52	69.945,40
	2001	48.776,66	674.288,55	41.164,83	569.062,61	93.794,75
	TOTAL	229.590,49	3.173.858,93	141.127,40	1.950.945,18	483.979,72
CENÁRIO 2 ($Q_{DEF} - Q_{95\%}$)	1995	0,00	0,00	0,00	0,00	55.830,11
	1996	0,00	0,00	0,00	0,00	66.924,81
	1997	0,00	0,00	0,00	0,00	66.094,97
	1998	0,00	0,00	0,00	0,00	56.557,37
	1999	0,00	0,00	0,00	0,00	74.832,32
	2000	96,85	1.338,85	86,31	1.193,15	69.945,40
	2001	82,93	1.146,42	42,54	588,07	93.794,75
	TOTAL	179,78	2.485,28	128,85	1.781,22	483.979,72

TABELA 6.21 – VAZÃO INDISPONIBILIZADA PELOS MÉTODOS DO DÉFICIT TOTAL DE ÁGUA ($Q_{DTA_{IND}}$) E MÁXIMO DÉFICIT ACUMULADO DE ÁGUA ($Q_{MDA_{IND}}$) E AS COBRANÇAS PROPOSTAS E ATUAL PARA A UHE CAPIVARA

	ANO	$Q_{DTA_{IND}}$ (m ³ /s)	COBRANÇA PROPOSTA (R\$/ano)	$Q_{MDA_{IND}}$ (m ³ /s)	COBRANÇA PROPOSTA (R\$/ano)	COBRANÇA ATUAL (0,75%) (R\$/ano)
CENÁRIO 1 ($Q_{DEF} - Q_{NAT}$)	1995	88.320,68	1.220.945,08	54.302,10	750.672,23	395.930,81
	1996	64.075,85	885.784,55	32.201,34	445.151,32	464.731,33
	1997	76.042,69	1.051.214,15	30.809,21	425.906,52	558.390,08
	1998	59.324,72	820.104,93	11.915,53	164.720,29	661.115,50
	1999	46.236,96	639.179,74	24.099,30	333.148,72	564.820,78
	2000	86.782,09	1.199.675,61	61.118,13	844.897,03	430.473,78
	2001	106.222,35	1.468.417,77	63.988,09	884.571,36	787.923,67
	TOTAL	527.005,34	7.285.321,82	278.433,70	3.849.067,47	3.863.385,95
CENÁRIO 2 ($Q_{DEF} - Q_{95\%}$)	1995	54,10	747,88	54,10	747,88	395.930,81
	1996	0,00	0,00	0,00	0,00	464.731,33
	1997	0,00	0,00	0,00	0,00	558.390,08
	1998	52,10	720,23	52,10	720,23	661.115,50
	1999	0,00	0,00	0,00	0,00	564.820,78
	2000	247,90	3.426,97	66,10	913,77	430.473,78
	2001	1.608,30	22.233,14	421,20	5.822,67	787.923,67
	TOTAL	1.962,40	27.128,22	593,50	8.204,54	3.863.385,95

TABELA 6.22 – VAZÃO INDISPONIBILIZADA PELOS MÉTODOS DO DÉFICIT TOTAL DE ÁGUA ($Q_{DTA_{IND}}$) E MÁXIMO DÉFICIT ACUMULADO DE ÁGUA ($Q_{MDA_{IND}}$) E AS COBRANÇAS PROPOSTAS E ATUAL PARA A UHE TAQUARUÇU

	ANO	$Q_{DTA_{IND}}$ (m^3/s)	COBRANÇA PROPOSTA (R\$/ano)	$Q_{MDA_{IND}}$ (m^3/s)	COBRANÇA PROPOSTA (R\$/ano)	COBRANÇA ATUAL (0,75%) (R\$/ano)
CENÁRIO 1 ($Q_{DEF} - Q_{NAT}$)	1995	89.639,57	1.239.177,42	54.819,68	757.827,26	213.136,57
	1996	65.001,85	898.585,57	32.471,19	448.881,73	258.664,76
	1997	77.328,58	1.068.990,29	31.191,93	431.197,24	382.558,16
	1998	62.010,96	857.239,51	13.326,29	184.222,63	472.152,35
	1999	49.020,28	677.656,35	24.804,30	342.894,64	386.077,20
	2000	88.555,67	1.224.193,58	61.594,06	851.476,29	270.765,81
	2001	109.688,27	1.516.330,64	64.745,93	895.047,74	458.550,26
	TOTAL	541.245,18	7.482.173,37	282.953,38	3.911.547,53	2.441.905,11
CENÁRIO 2 ($Q_{DEF} - Q_{95\%}$)	1995	23,91	330,53	23,91	330,53	213.136,57
	1996	0,00	0,00	0,00	0,00	258.664,76
	1997	0,00	0,00	0,00	0,00	382.558,16
	1998	0,00	0,00	0,00	0,00	472.152,35
	1999	0,00	0,00	0,00	0,00	386.077,20
	2000	1.487,02	20.556,56	219,91	3.040,04	270.765,81
	2001	1.266,20	17.503,95	406,82	5.623,88	458.550,26
	TOTAL	2.777,13	38.391,05	650,64	8.994,45	2.441.905,11

TABELA 6.23 – VAZÃO INDISPONIBILIZADA PELOS MÉTODOS DO DÉFICIT TOTAL DE ÁGUA ($Q_{DTA_{IND}}$) E MÁXIMO DÉFICIT ACUMULADO DE ÁGUA ($Q_{MDA_{IND}}$) E AS COBRANÇAS PROPOSTAS E ATUAL PARA A UHE ROSANA

	ANO	$Q_{DTA_{IND}}$ (m^3/s)	COBRANÇA PROPOSTA (R\$/ano)	$Q_{MDA_{IND}}$ (m^3/s)	COBRANÇA PROPOSTA (R\$/ano)	COBRANÇA ATUAL (0,75%) (R\$/ano)
CENÁRIO 1 ($Q_{DEF} - Q_{NAT}$)	1995	91.759,85	1.268.488,17	56.155,76	776.297,23	186.964,06
	1996	66.837,93	923.967,54	33.482,11	462.856,69	234.540,49
	1997	78.873,35	1.090.345,19	32.638,88	451.199,88	318.634,87
	1998	69.433,60	959.850,09	18.962,72	262.140,64	360.806,01
	1999	49.674,58	686.701,39	26.080,53	360.537,25	336.335,31
	2000	88.755,78	1.226.959,90	62.360,96	862.077,91	261.973,12
	2001	112.004,32	1.548.347,72	65.967,05	911.928,50	435.539,76
	TOTAL	557.339,41	7.704.660,00	295.648,01	4.087.038,09	2.134.793,61
CENÁRIO 2 ($Q_{DEF} - Q_{95\%}$)	1995	40,52	560,15	38,76	535,82	186.964,06
	1996	0,00	0,00	0,00	0,00	234.540,49
	1997	0,00	0,00	0,00	0,00	318.634,87
	1998	0,00	0,00	0,00	0,00	360.806,01
	1999	55,76	770,83	55,76	770,83	336.335,31
	2000	1.612,32	22.288,71	288,56	3.989,05	261.973,12
	2001	3.126,28	43.217,69	503,52	6.960,66	435.539,76
	TOTAL	4.834,88	66.837,38	886,60	12.256,36	2.134.793,61

TABELA 6.24 – VAZÃO INDISPONIBILIZADA NO PERÍODO 1995 A 2001 PARA AS USINAS HIDRELÉTRICAS DO RIO IGUAÇU OBTIDAS PELO MÉTODO DOS DÉFICITS (TOTAL E MÁXIMO ACUMULADO)

USINA HIDRELÉTRICA	VAZÃO INDISPONIBILIZADA (m ³ /s) PERÍODO 1995/2001			
	DÉFICIT TOTAL DE ÁGUA		MÁXIMO DÉFICIT ACUMULADO DE ÁGUA	
	Cenário 1 (Q _{DEF} - Q _{NAT})	Cenário 2 (Q _{DEF} - Q _{95%})	Cenário 1 (Q _{DEF} - Q _{NAT})	Cenário 2 (Q _{DEF} - Q _{95%})
Foz do Areia	389.826	17.782	124.509	3.389
Segredo	336.651	4.058	112.415	1.111
Salto Santiago	641.160	1.714	267.193	632
Salto Osório	663.718	4.023	268.765	944
TOTAL	2.031.355	27.577	772.882	6.076

TABELA 6.25 – VAZÃO INDISPONIBILIZADA NO PERÍODO 1995 A 2001 PARA AS USINAS HIDRELÉTRICAS DO RIO PARANAPANEMA OBTIDAS PELO MÉTODO DOS DÉFICITS (TOTAL E MÁXIMO ACUMULADO)

USINA HIDRELÉTRICA	VAZÃO INDISPONIBILIZADA (m ³ /s) PERÍODO 1995/2001			
	DÉFICIT TOTAL DE ÁGUA		MÁXIMO DÉFICIT ACUMULADO DE ÁGUA	
	Cenário 1 (Q _{DEF} - Q _{NAT})	Cenário 2 (Q _{DEF} - Q _{95%})	Cenário 1 (Q _{DEF} - Q _{NAT})	Cenário 2 (Q _{DEF} - Q _{95%})
Jurumirim	139.368	2.256	88.317	1.490
Chavantes	226.730	750	138.735	263
Salto Grande	229.590	180	141.127	129
Capivara	527.005	1.962	278.434	594
Taquaruçu	541.245	2.777	282.953	651
Rosana	557.339	4.835	295.648	887
TOTAL	2.221.277	12.760	1.225.214	4.014

TABELA 6.26 – VALORES PAGOS PELAS USINAS HIDRELÉTRICAS DO RIO IGUAÇU E OS VALORES PROPOSTOS CALCULADOS PELOS MÉTODOS DA CURVA DE PERMANÊNCIA E DOS DÉFICITS (TOTAL E MÁXIMO ACUMULADO) NO PERÍODO 1995/2001

USINA HIDRELÉTRICA	COBRANÇA ATUAL (0,75%) (R\$/ano)	COBRANÇA PROPOSTA (R\$/ano) PERÍODO: 1995 a 2001				
		CURVA DE PERMANÊNCIA	DÉFICIT TOTAL DE ÁGUA		MÁXIMO DÉFICIT ACUMULADO DE ÁGUA	
			Cenário 1 ($Q_{DEF} - Q_{NAT}$)	Cenário 2 ($Q_{DEF} - Q_{95\%}$)	Cenário 1 ($Q_{DEF} - Q_{NAT}$)	Cenário 2 ($Q_{DEF} - Q_{95\%}$)
Foz do Areia	7.116.194	2.734.875	5.388.951	245.815	1.721.212	46.849
Segredo	7.078.179	156.544	4.653.868	56.092	1.554.025	15.365
Salto Santiago	8.474.038	204.000	8.863.393	23.688	3.693.675	8.734
Salto Osório	5.945.610	841.447	9.175.240	55.615	3.715.410	13.056
TOTAL	28.614.022	3.936.865	28.081.452	381.210	10.684.322	84.003

TABELA 6.27 – VALORES PAGOS PELAS USINAS HIDRELÉTRICAS DO RIO PARANAPANEMA E OS VALORES PROPOSTOS CALCULADOS PELOS MÉTODOS DA CURVA DE PERMANÊNCIA E DOS DÉFICITS (TOTAL E MÁXIMO ACUMULADO) NO PERÍODO 1995/2001

USINA HIDRELÉTRICA	COBRANÇA ATUAL (0,75%) (R\$/ano)	COBRANÇA PROPOSTA (R\$/ano) PERÍODO: 1995 a 2001				
		CURVA DE PERMANÊNCIA	DÉFICIT TOTAL DE ÁGUA		MÁXIMO DÉFICIT ACUMULADO DE ÁGUA	
			Cenário 1 ($Q_{DEF} - Q_{NAT}$)	Cenário 2 ($Q_{DEF} - Q_{95\%}$)	Cenário 1 ($Q_{DEF} - Q_{NAT}$)	Cenário 2 ($Q_{DEF} - Q_{95\%}$)
Jurumirim	578.069	172.515	1.926.628	31.183	1.220.901	20.602
Chavantes	2.089.095	335.190	3.134.322	10.369	1.917.879	3.631
Salto Grande	483.980	144.258	3.173.859	2.485	1.950.945	1.781
Capivara	3.863.386	703.884	7.285.322	27.128	3.849.067	8.205
Taquaruçu	2.441.905	930.337	7.482.173	38.391	3.911.548	8.994
Rosana	2.134.794	1.358.722	7.704.660	66.837	4.087.038	12.256
TOTAL	11.591.228	3.644.906	30.706.965	176.394	16.937.378	55.469

A figura 6.3 apresenta o resumo dos valores pagos e propostos em todas as usinas, enquanto que as figuras 6.4 a 6.13 ilustram os resultados dos valores pagos segundo as metodologias atual e proposta em cada uma das usinas estudadas.

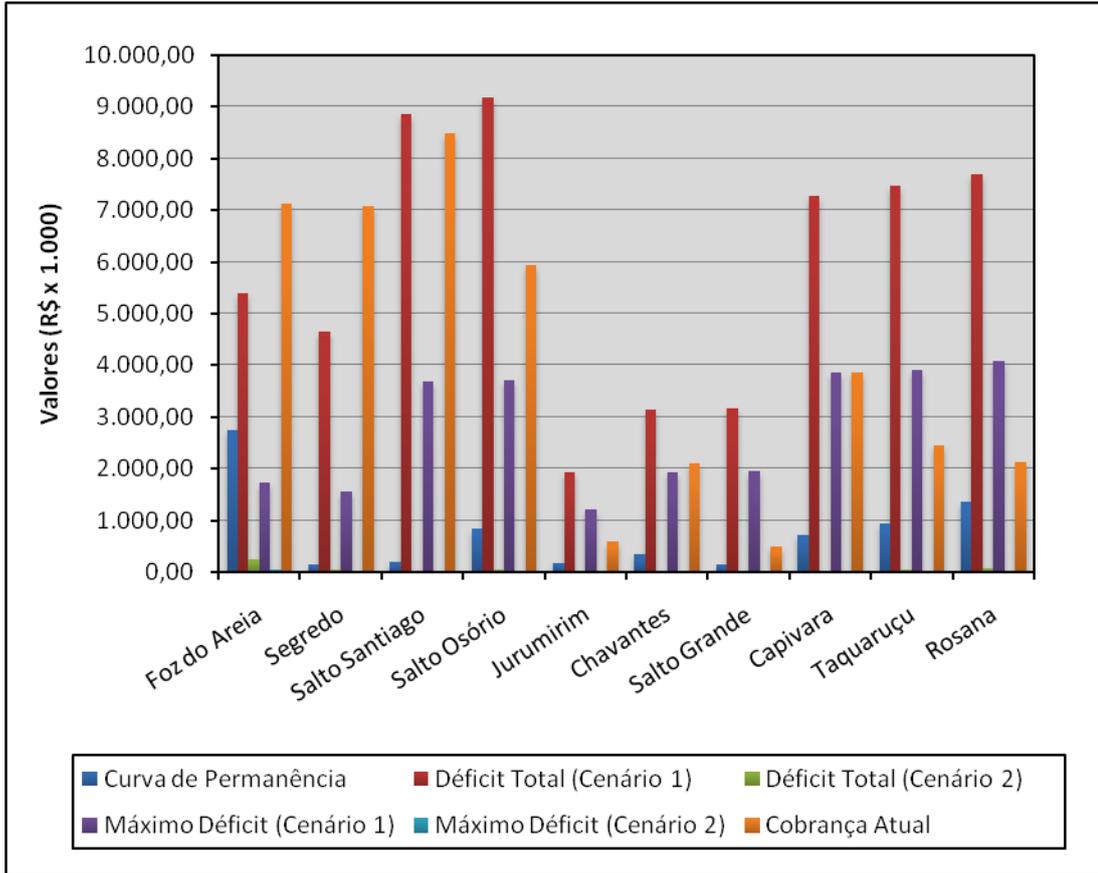


FIGURA 6.3 – RESUMO DOS VALORES PAGOS PELAS METODOLOGIAS ATUAL E PROPOSTA PARA AS UHEs DOS RIOS IGUAÇU E PARANAPANEMA

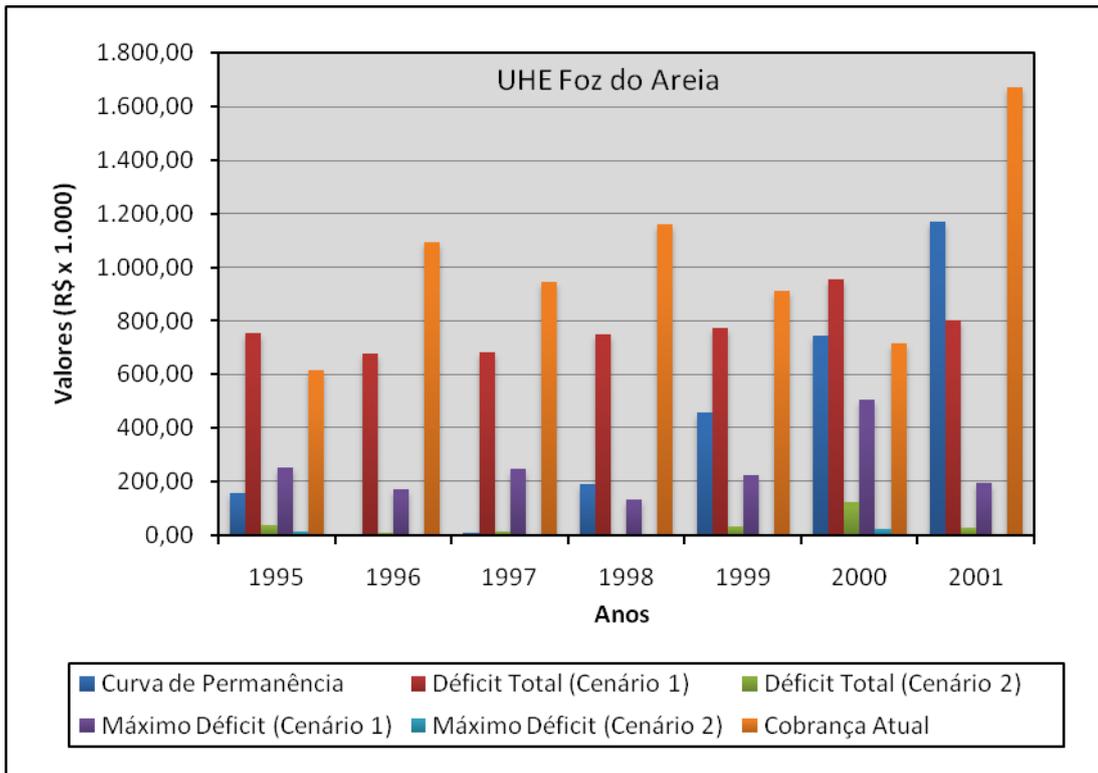


FIGURA 6.4 – VALORES PAGOS PELAS METODOLOGIAS ATUAL E PROPOSTA PARA A UHE FOZ DO AREIA

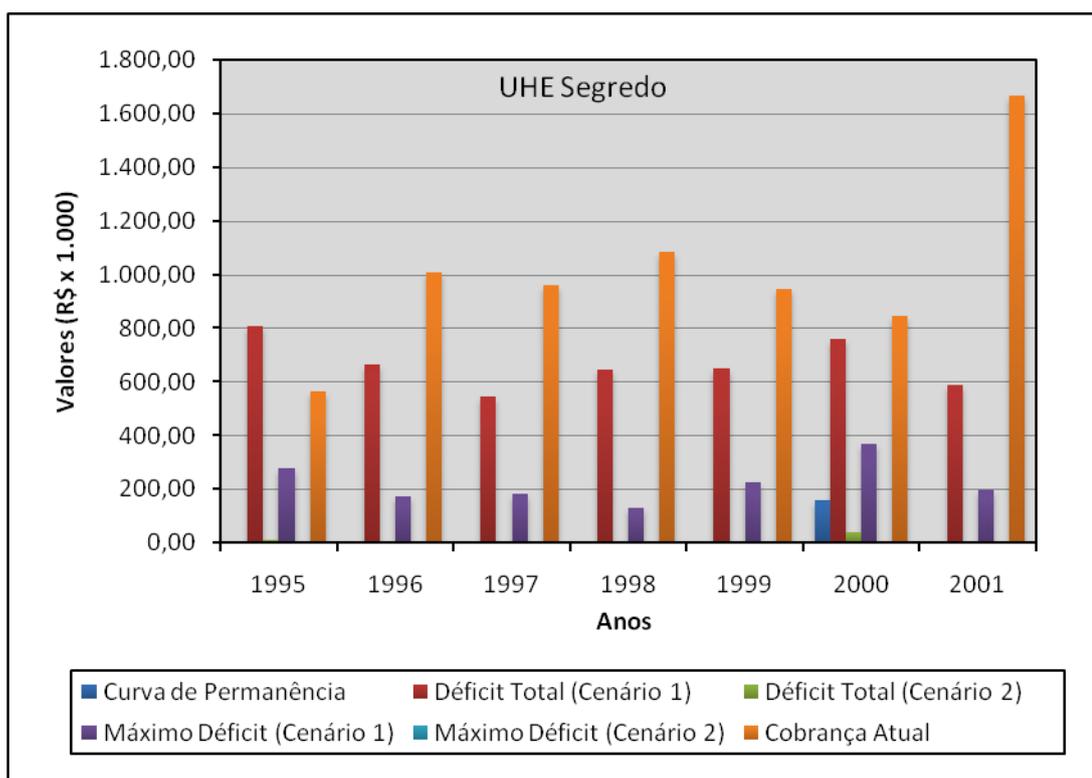


FIGURA 6.5 – VALORES PAGOS PELAS METODOLOGIAS ATUAL E PROPOSTA PARA A UHE **SEGREDO**

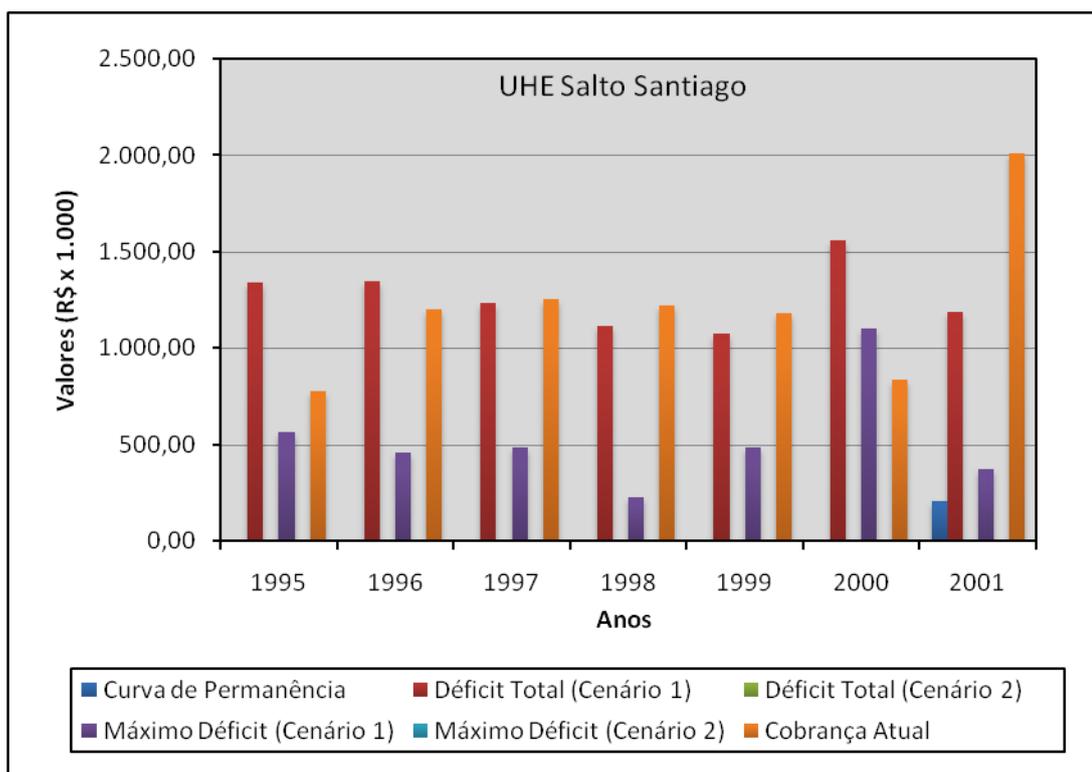


FIGURA 6.6 – VALORES PAGOS PELAS METODOLOGIAS ATUAL E PROPOSTA PARA A UHE **SALTO SANTIAGO**

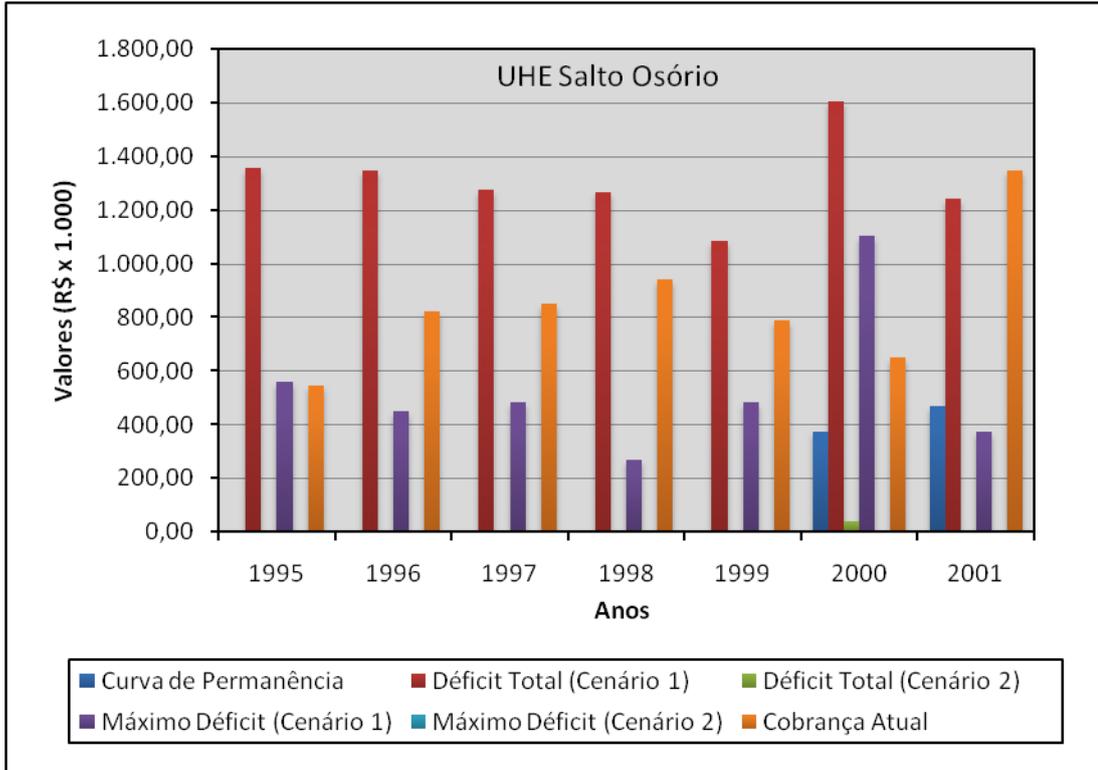


FIGURA 6.7 – VALORES PAGOS PELAS METODOLOGIAS ATUAL E PROPOSTA PARA A UHE SALTO OSÓRIO

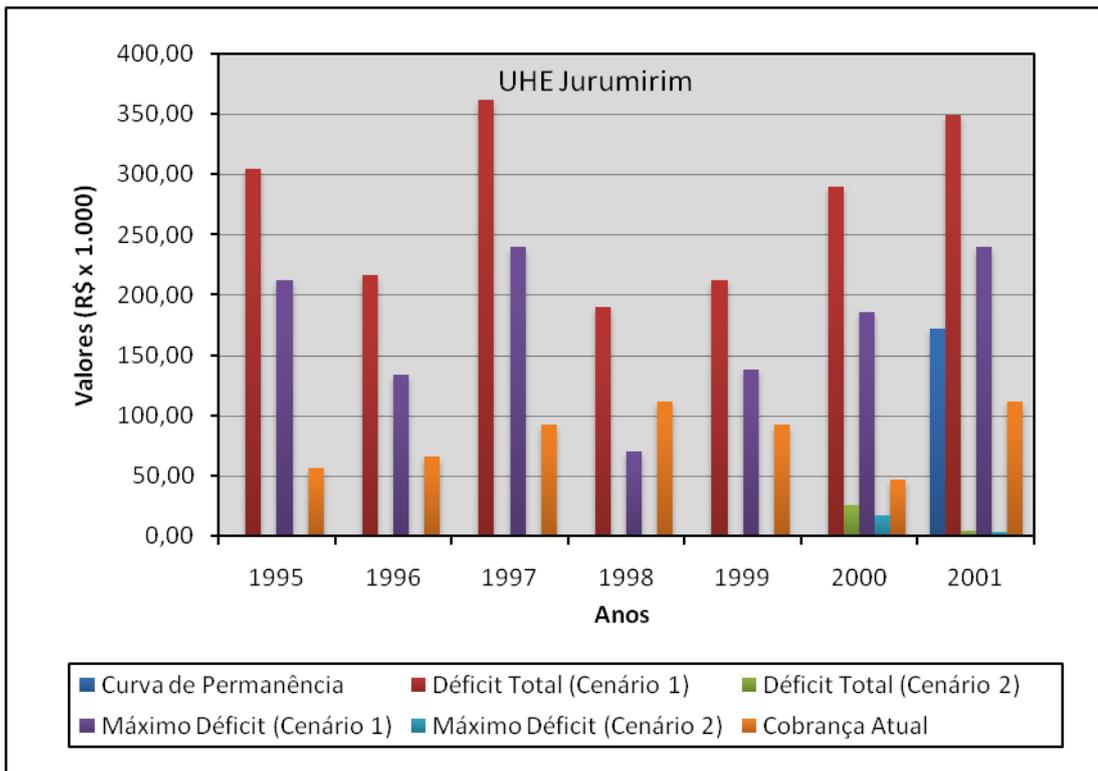


FIGURA 6.8 – VALORES PAGOS PELAS METODOLOGIAS ATUAL E PROPOSTA PARA A UHE JURUMIRIM

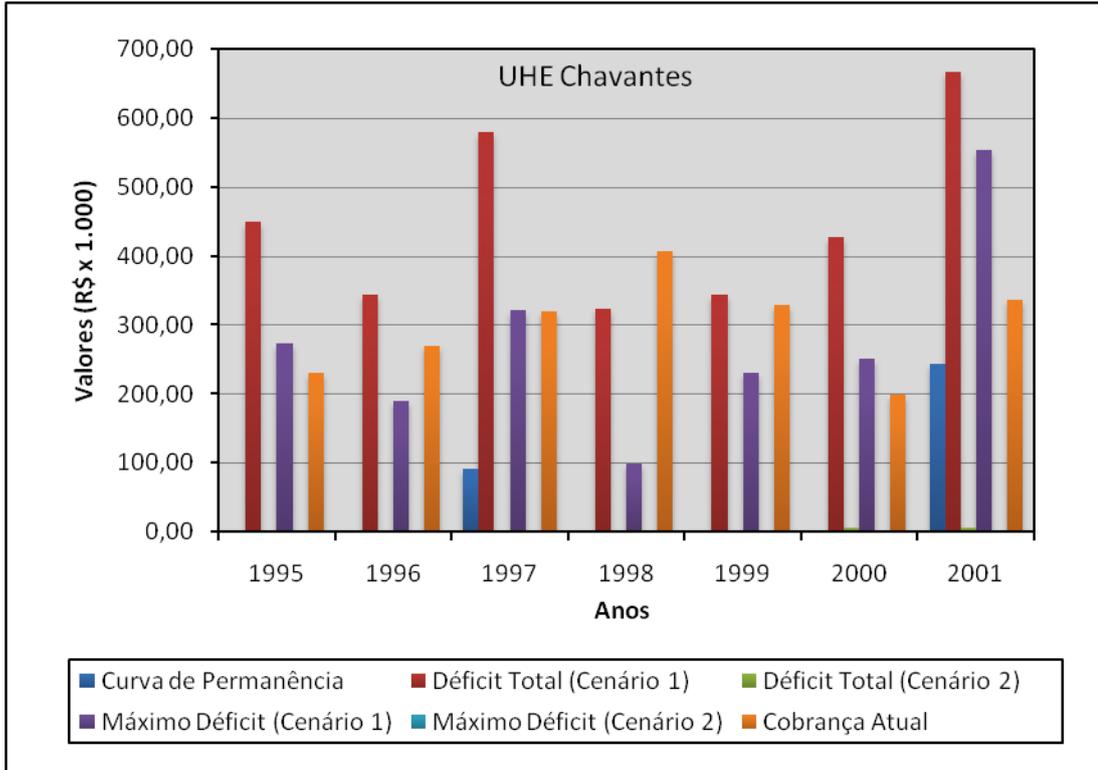


FIGURA 6.9 – VALORES PAGOS PELAS METODOLOGIAS ATUAL E PROPOSTA PARA A UHE CHAVANTES

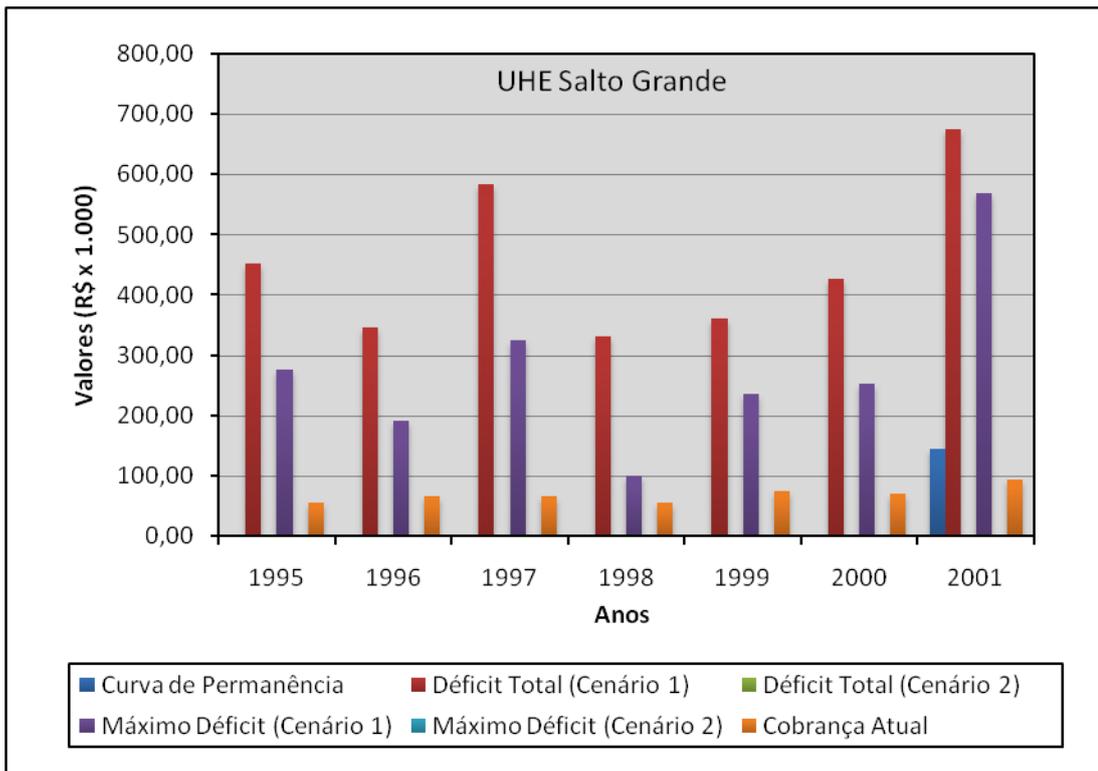


FIGURA 6.10 – VALORES PAGOS PELAS METODOLOGIAS ATUAL E PROPOSTA PARA A UHE SALTO GRANDE

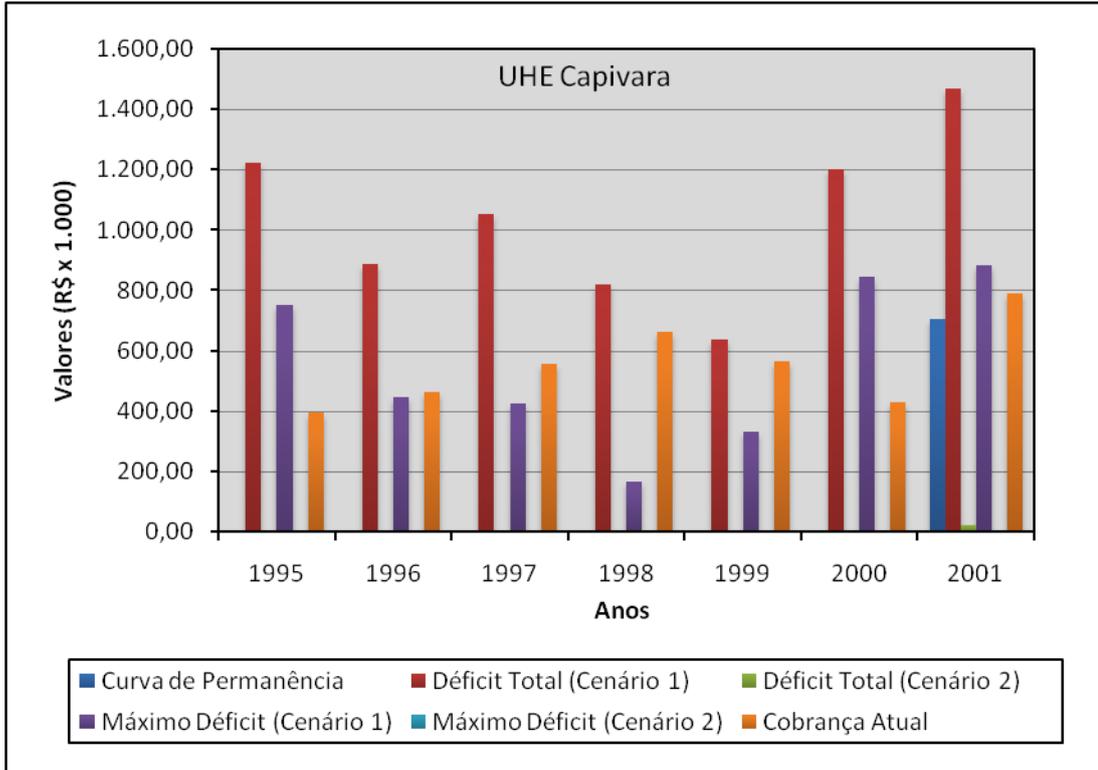


FIGURA 6.11 – VALORES PAGOS PELAS METODOLOGIAS ATUAL E PROPOSTA PARA A UHE CAPIVARA

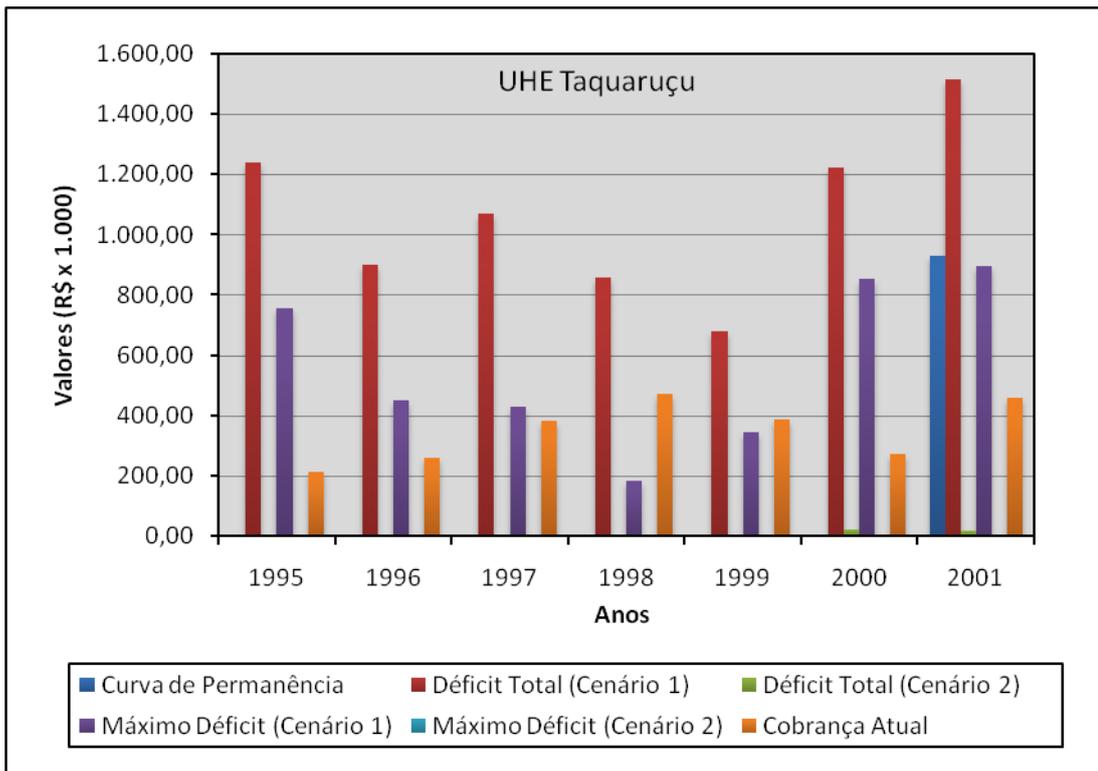


FIGURA 6.12 – VALORES PAGOS PELAS METODOLOGIAS ATUAL E PROPOSTA PARA A UHE TAQUARUÇU

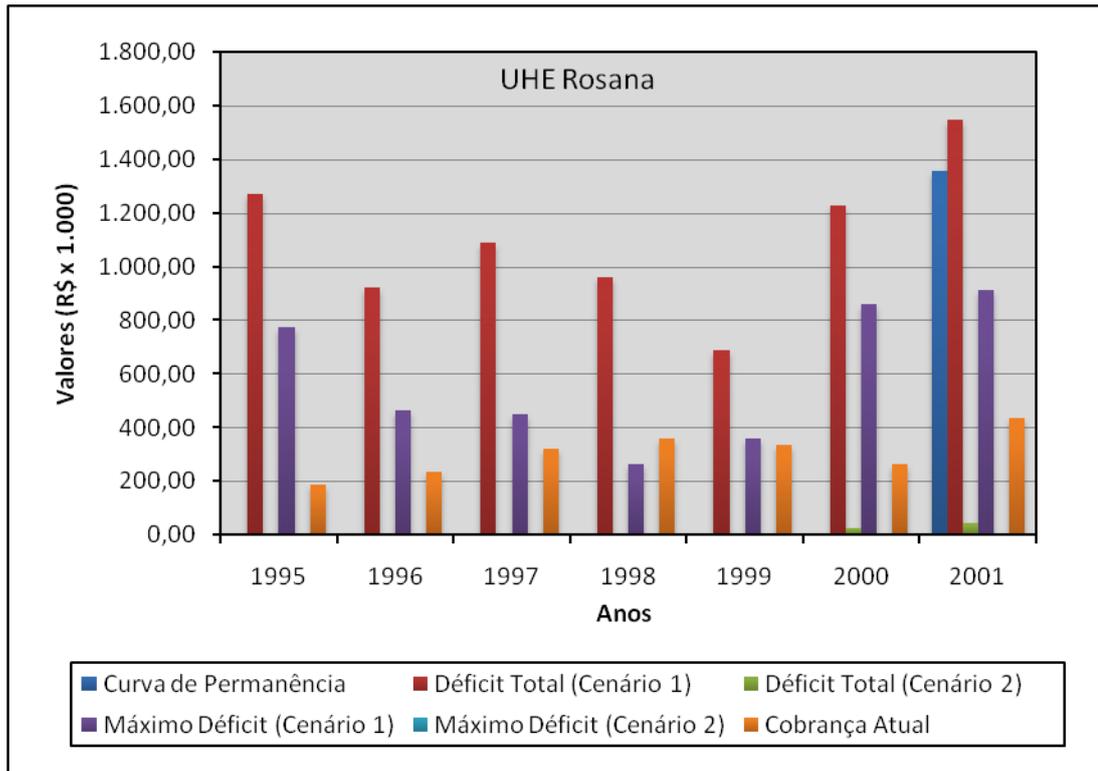


FIGURA 6.13 – VALORES PAGOS PELAS METODOLOGIAS ATUAL E PROPOSTA PARA A UHE ROSANA

6.3.4 Análise dos resultados obtidos pelo Método da Curva de Permanência

As vazões indisponibilizadas calculadas segundo o método da curva de permanência e os correspondentes valores a serem pagos, para as usinas dos rios Iguaçu e Paranapanema, estão apresentados nas tabelas 6.3 a 6.13, 6.26 e 6.27 e nas figuras 6.3 a 6.13.

As vazões indisponibilizadas obtidas pelo método das curvas de permanência, indicaram que todas as usinas, à exceção de Foz do Areia, indisponibilizaram volumes de água muito pequenos, portanto, gerando pagamentos nulos em grande parte do período analisado.

A usina de Foz do Areia mostrou um comportamento diferenciado em relação às demais usinas, apresentando vazões indisponibilizadas em todo o período, com exceção do ano de 1996. A razão para tal comportamento deve-se, provavelmente, pelo fato de se tratar de uma usina de armazenamento. Com relação aos resultados do ano de 1996, vale lembrar que no ano de 1995 o rio Iguaçu viveu

uma de suas maiores cheias históricas, e, possivelmente, o reservatório da usina de Foz do Areia armazenou estas vazões liberando-as após o fim do evento crítico.

Fica evidenciado, portanto, que usinas de armazenamento, normalmente usinas de montante, pagam mais do que usinas a fio d'água. Entretanto, vale ressaltar que as usinas localizadas a jusante de usinas de armazenamento se beneficiam da regularização propiciada pelas usinas de montante, devendo as mesmas pagar por este benefício. Para isso, propõe-se associar ao método da curva de permanência um critério de compensação pelo benefício da regularização.

6.3.5 Análise dos resultados obtidos pelo Método dos *Déficits* de Água

Os resultados obtidos para as vazões indisponibilizadas, segundo o *déficit* total de água e máximo *déficit* acumulado de água, e os correspondentes valores a serem pagos, nas usinas dos rios Iguaçu e Paranapanema, estão apresentados nas tabelas 6.14 a 6.27 e nas figuras 6.3 a 6.13.

As vazões indisponibilizadas obtidas pelo método do *déficit* total de água são superiores às obtidas pelo máximo *déficit* acumulado de água. Este resultado é coerente com a formulação do método, que considera os somatórios dos períodos em que as vazões defluentes são menores que as vazões naturais, e desconsidera os somatórios na situação inversa, quando as vazões defluentes são maiores que as vazões naturais. Este procedimento, por não considerar os armazenamentos, acaba penalizando sobremaneira as usinas. O método do máximo *déficit* acumulado por não apresentar este inconveniente, é, portanto, preferível. Adicionalmente, como o método do máximo *déficit* acumulado tem origem no conceito de mesmo nome usado no dimensionamento de reservatórios, carrega na sua formulação a noção de “tamanho”, que rebatido para esta pesquisa, se traduz em “quantidade” de água indisponibilizada, conferindo a este método grande credibilidade.

Com relação aos cenários, tem-se que as vazões indisponibilizadas obtidas nos cenários 1 ($Q_{DEF} - Q_{NAT}$) são sempre superiores às respectivas vazões geradas nos cenários 2 ($Q_{DEF} - Q_{95\%}$). Isto se deve ao fato da vazão ($Q_{95\%}$) adotada nos cenários 2, ser, normalmente, inferior às vazões naturais (Q_{NAT}) usadas na formulação dos cenários 1, reduzindo assim os *déficits*. Dentre os cenários

avaliados, a situação representada pelo cenário 2 corresponde à situação mais próxima da realidade do uso da água nas bacias hidrográficas. Em adição, vale ressaltar que, usualmente, a vazão máxima outorgável corresponde a um percentual da vazão $Q_{95\%}$, o que conduzirá a déficits ainda menores.

A figura 6.14 ilustra, para a usina hidrelétrica de Segredo no período estudado, o comportamento dos valores pagos anualmente, segundo a metodologia vigente para o setor elétrico, e as vazões indisponibilizadas calculadas, para o mesmo período, pelo método do máximo *déficit* acumulado, cenário 1. Este resultado evidencia comportamentos exatamente opostos, ou seja, a usina paga mais quando indisponibiliza menos, e vice-versa. Este resultado é contrário ao definido pela Lei nº 9.433/97, de que “cada usuário deve pagar pela quantidade de água indisponibilizada”. O comportamento ilustrado na figura se repete para as outras usinas analisadas.

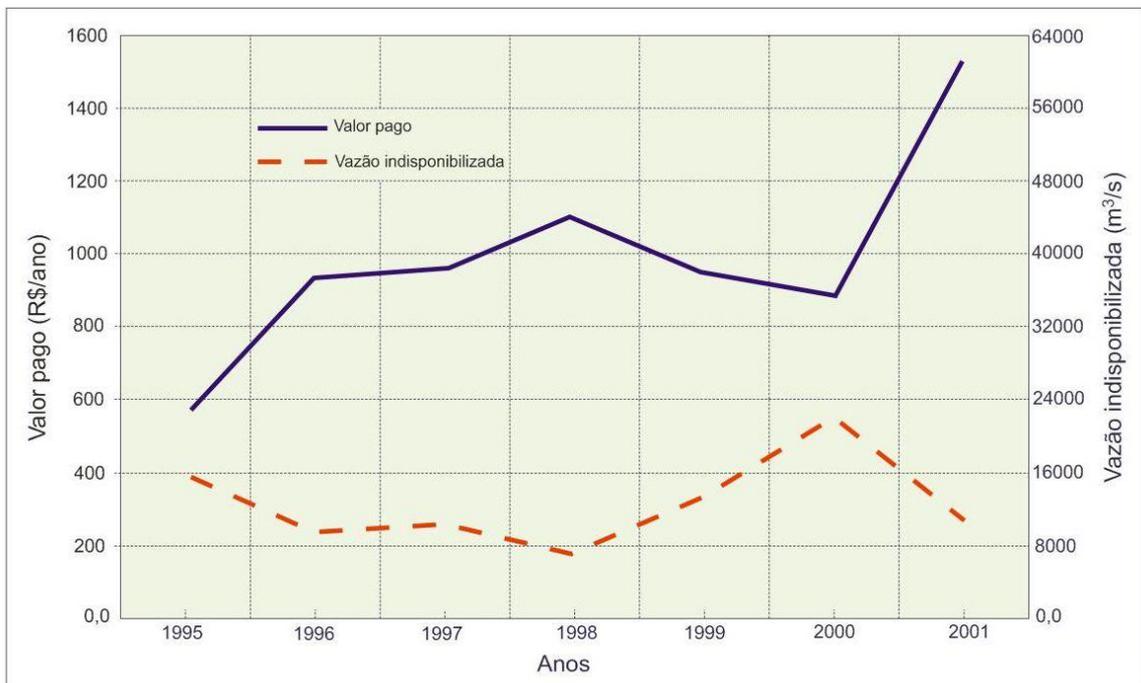


FIGURA 6.14 - VALORES PAGOS E VAZÃO INDISPONIBILIZADA PARA A UHE SEGREDO

7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

7.1 CONCLUSÕES

A cobrança pelo uso da água que incide atualmente sobre o setor hidrelétrico caracteriza-se por apresentar uma base de cálculo distinta se comparada aos mecanismos de cobrança utilizados para os demais usuários, tendo como referência apenas a energia gerada em cada usina hidrelétrica. É indiscutível que a energia gerada não reflete perfeitamente o uso da água, uma vez que usinas distintas podem gerar a mesma quantidade de energia utilizando vazões diferentes. Estas usinas, nos moldes vigentes para o setor elétrico, apesar de provocarem alterações diferenciadas nos regimes fluviais, pagam o mesmo valor (ver figura 4.3).

Visando aperfeiçoar o modelo de cobrança vigente, desenvolveu-se uma metodologia de cobrança pelo uso da água capaz de refletir a influência das usinas hidrelétricas sobre a disponibilidade hídrica das bacias hidrográficas, fundamentada em aspectos técnicos e conceituais amplamente utilizados pela comunidade científica e com respaldo na legislação de recursos hídricos brasileira. Esta metodologia baseada nas técnicas da curva de permanência e dos *déficits* de água (*déficit* total de água e máximo *déficit* acumulado de água), teve por objetivo primordial a determinação das vazões indisponibilizadas pelas usinas hidrelétricas aos demais usuários da bacia hidrográfica.

A metodologia desenvolvida foi aplicada às usinas hidrelétricas Foz do Areia, Segredo, Salto Santiago e Salto Osório situadas no rio Iguaçu, e às usinas Jurumirim, Chavantes, Salto Grande, Capivara, Taquaruçu e Rosana localizadas no rio Paranapanema. No desenvolvimento da metodologia foram utilizados dados hidrológicos disponibilizados pelo Operador Nacional do Sistema (ONS), dados da compensação financeira pagos em cada usina hidrelétrica publicados pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), e valores para o preço unitário da água e para o coeficiente praticados na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.

O mérito da metodologia desenvolvida reside em três pontos fundamentais: (i) se baseia nos métodos da curva de permanência e dos *déficits* de água, reconhecidas pela comunidade técnica e científica; (ii) atende a legislação de recursos hídricos vigente no país, pois parte do pressuposto que “cada usuário deve pagar pela quantidade de água indisponibilizada na bacia”; e, (iii) faz uso de dados

disponíveis em todas as usinas do país, fator este importante quando se pretende tornar operacional uma determinada metodologia.

As principais conclusões desta tese, no que se refere aos métodos empregados e aos resultados obtidos, podem ser assim resumidas:

a) Com relação aos métodos empregados:

- Os métodos dos *déficits* de água, por representarem de forma mais eficiente o balanço entre perdas e ganhos de água entre os períodos de tempo em análise, permitindo a determinação das alterações na disponibilidade hídrica em cada unidade de tempo, se mostraram mais indicados para o cálculo das vazões indisponibilizadas.
- As curvas de permanência, por representarem as características hídricas de longo prazo das bacias e não indicarem a seqüência temporal de ocorrência das vazões, não permitem a identificação das condições de disponibilidade hídrica em cada unidade de tempo, conferindo a este método, no que se refere ao atendimento do objetivo proposto na pesquisa, menos eficiência.
- O método do *déficit* total de água penaliza sobremaneira as usinas hidrelétricas, ao desconsiderar sempre, no cálculo dos *déficits*, os armazenamentos que ocorrem no período.
- O método do máximo *déficit* acumulado de água, ao permitir compensações entre as vazões de entrada e saída (permite armazenamentos até a condição na qual as vazões de entrada e saída se igualam), identifica quais os volumes de água que são de fato indisponibilizados no período.
- O cenário 1, adotado no método dos *déficits*, gera vazões indisponibilizadas altas, pois tem como premissa a hipótese pouco provável na prática de que toda a água disponível pode ser usada pelos usuários.
- O cenário 2, adotado no método dos *déficits*, considera a situação mais próxima do uso da água nas bacias hidrográficas, na qual a vazão disponível para cada usuário é a vazão outorgada. Em conseqüência, as vazões indisponibilizadas resultantes são bastante coerentes e inferiores às obtidas no cenário 1.

b) Com relação aos resultados obtidos:

- As vazões indisponibilizadas calculadas pelos diferentes métodos apresentam diferenças entre si, função da formulação intrínseca de cada método. Porém, estas vazões representam de forma muito apropriada os impactos sobre a disponibilidade hídrica, em contraposição ao método empregado atualmente para a cobrança para as usinas hidrelétricas (ver figura 6.14).
- As vazões indisponibilizadas obtidas nos cenários 1 são sempre superiores às respectivas vazões obtidas nos cenários 2, função das vazões consideradas em suas formulações (vazão natural no cenário 1 e vazão máxima outorgável no cenário 2).
- As maiores vazões indisponibilizadas foram obtidas pelo método do *déficit* total de água cenário 1, visto que esse método, além de desconsiderar os armazenamentos, disponibiliza toda a água aos usuários.
- Para as usinas estudadas, à exceção de Foz do Areia, foram identificadas vazões indisponibilizadas nulas na maioria dos anos analisados, em particular, quando se empregam o método da curva de permanência e os métodos dos *déficits* nos cenários 2.

No que concerne ao preço unitário e aos coeficientes, salienta-se que a adoção de valores para estas variáveis, teve caráter meramente ilustrativo, para permitir a comparação entre os valores de cobrança propostos e vigentes. Contudo, apesar da discussão sobre qual o preço da água a ser considerado na cobrança não ter sido foco deste trabalho, uma análise abreviada dos resultados obtidos indica que, para os valores adotados do preço unitário e coeficiente, os valores atualmente pagos pelo setor elétrico são superiores aos propostos quando comparados aos resultados obtidos pelos métodos dos *déficits* cenários 2 e curva de permanência; e inferiores aos valores propostos obtidos pelos métodos dos *déficits* cenários 1. Vale lembrar que a arrecadação, na sua forma atual, não tem retornado às bacias onde foi originada, com o agravante que grande parte deste valor (em média mais que 70%) vem sendo sistematicamente contingenciado.

Finalmente, cabe a observação de que a cobrança definida pela Lei nº 9.433/97 reflete apenas a ótica dos recursos hídricos e não considera outros impactos gerados pelas usinas hidrelétricas, como o lucro cessante da área ocupada pelo reservatório ou eventuais alterações no ecossistema local. A metodologia desenvolvida nessa pesquisa, em acordo com as diretrizes da lei, considera apenas os impactos sobre a disponibilidade hídrica, e desvincula a cobrança pelo uso da água de pagamentos devidos a outros possíveis impactos. Pretende-se, com a metodologia de cobrança proposta, atender ao objetivo de contribuir na melhora da disponibilidade hídrica nas bacias. Outros objetivos, como a preservação do meio ambiente e a distribuição de renda, devem ser objeto de outros instrumentos legais.

7.2 RECOMENDAÇÕES

Esta pesquisa pretende contribuir no aprimoramento da base técnica da cobrança pelo uso da água aplicada ao setor hidrelétrico. Nesse contexto, as principais recomendações desta pesquisa são:

- Adotar, no mecanismo de cobrança pelo uso da água para o setor hidrelétrico, o método do máximo *déficit* acumulado de água, com a consideração da vazão máxima outorgável (cenário 2), para a determinação das vazões indisponibilizadas.
- Aplicar a metodologia proposta a usinas hidrelétricas situadas em bacias com regimes hidrológicos distintos e com períodos de dados mais longos, de forma a se obter uma base de resultados que permita corroborar a adequabilidade da metodologia proposta.
- Empregar no cálculo das vazões indisponibilizadas a vazão máxima outorgável definida pelo órgão gestor e devidamente aprovada pelos comitês de bacia.
- Realizar estudos econômicos específicos para a definição do preço unitário adequado e compatível com os objetivos da cobrança e com as características do setor hidrelétrico, de modo a não onerá-lo excessivamente, e também, por outro lado, evitar que sejam adotados

preços demasiadamente baixos, que não promovam a eficiência na geração de energia.

- Realizar estudos técnicos específicos para a definição dos coeficientes, de modo que os mesmos considerem adequadamente as particularidades locais e regionais, sob os pontos de vista ambiental, social e político.
- Discutir a metodologia proposta (ou uma adaptação da mesma) com o setor elétrico, com o governo e com a comunidade interessada, preferencialmente nos organismos colegiados, para possibilitar um melhor entendimento da mesma, visando a sua futura implementação.

Por fim, reconhecem-se as dificuldades, ou mesmo inconveniências, de se adotarem no curto prazo, novas regras para a cobrança pelo uso da água para o setor hidrelétrico, especialmente devido ao risco do SINGREH sofrer um forte impacto no caso de mudanças significativas na arrecadação proveniente desse setor. No entanto, é notório que, no médio prazo, apesar das dificuldades políticas associadas, a cobrança pelo uso da água para o setor hidrelétrico deverá ser reavaliada, como forma de garantir a manutenção da credibilidade da PNRH e a continuidade da implementação do SINGREH.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **A implementação da cobrança pelo uso de recursos hídricos e agência de água das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá**. Brasília: ANA, SAG, 2007. 112 p.

_____. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br>>. Acesso em: 29/09/2008.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 08/01/2009.

_____. **Compensação financeira pela utilização de recursos hídricos para a geração de energia elétrica**. Brasília, 2005a. 33 p. (Cadernos Temáticos ANEEL; 2).

_____. **Energia assegurada**. Brasília, 2005b. 18 p. (Cadernos Temáticos ANEEL; 3). Anexo CD-ROM.

ARANHA, Vivian Azevedo. **Estudo de condições necessárias para a eficácia da cobrança na gestão dos recursos hídricos**. 131 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Departamento de Economia, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ (BACIAS PCJ). Disponível em: <<http://www.agenciadeaguapcj.org.br>>. Acesso em: 30/12/2008.

_____. Deliberação Conjunta dos Comitês PCJ n. 078/07, de 05 de outubro de 2007. **Aprova propostas de revisão dos mecanismos e de ratificação dos valores para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos de domínio da União nas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá e dá outras providências**. Disponível em: <<http://www.agenciadeaguapcj.org.br/download/DelibConj078-07.pdf>>. Acesso em 01/12/2007.

BARTH, Flavio Terra. Aspectos institucionais do gerenciamento de recursos hídricos. In: REBOUÇAS, Aldo da C.; BRAGA, Benedito; TUNDISI, José Galizia. (Org.) **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras Editora, 1999. p. 565-599.

_____. A cobrança como suporte financeiro à política estadual de recursos hídricos. In: THAME, Antonio Carlos de Mendes. (Org.). **A cobrança pelo uso da água**. São Paulo: IQUAL, 2000. p. 135-152.

BARTH, Flávio Terra; POMPEU, Cid Tomanik. Fundamentos para gestão de recursos hídricos. In: _____. **Modelos para gerenciamento de recursos hídricos**. São Paulo: ABRH, 1987. p. 1–91. (Coleção ABRH de recursos hídricos, v.1).

BEARD, L. R. Statistical analysis in hidrology. **Transactions of the American Society Civil Engineers**, New York, v. 108, p.1110-1160, 1943.

BOSON, Patrícia. **Cobrança pelo uso da água**: posicionamento da FIEMG. Belo Horizonte, 2005. Disponível em: <http://www.cnrh-srh.gov.br/artigos/Artigo_Cobranca_PatriciaBoson.PDF>. Acesso em: 12/12/2005.

BRASIL. Ministério de Meio Ambiente. **Recursos hídricos**: conjunto de normas legais. 3. ed. Brasília, 2004. 243 p.

BRASIL. Ministério de Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. **Plano Nacional de recursos hídricos**. Brasília: MMA, 2006a. v. 1: Panorama e estado dos recursos hídricos no Brasil. 271 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução n. 48, de 21 de março de 2005. **Diário Oficial da União**, Brasília, 26 jul. 2005. 2005a. Disponível em <http://www.ana.gov.br/CobrancaUso/_ARQS-Legal/Geral/20050726_ResolucaoCNRH048.pdf>. Acesso em: 26/09/2007.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. **Diário Oficial da União**, Brasília, 18 mar. 2005b. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em 04/01/2009.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano decenal de expansão de energia elétrica**: 2006-2015. Brasília: MME: EPE, 2006b. 76 p.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Energia 2030**. Brasília: MME: EPE, 2007a. 324 p.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético. **Manual de inventário hidroelétrico de bacias hidrográficas**: edição 2007. Brasília: E-papers, 2007b. 683 p.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. **Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. 1981. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>. Acesso em: 17/05/2008.

CAMPOS, Jander Duarte. **Cobrança pelo uso da água nas transposições da bacia do rio Paraíba do Sul envolvendo o setor elétrico**. 191 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

CAMPOS, José Nilson B. Mercado de águas em áreas limitadas: uma experiência e uma proposta. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 13., 1999,

Belo Horizonte. **Água em quantidade e qualidade**: o desafio do próximo milênio. Belo Horizonte: ABRH, 1999. 12 p. 1 CD-ROM.

CAMPOS, Nilson; STUDART, Ticiania (Ed.). **Gestão das águas**: princípios e práticas. 2.ed. Porto Alegre: ABRH, 2003. 242 p.

CÁNEPA, Eugenio Miguel; PEREIRA, Jaildo Santos; LANNA, Antônio Eduardo Leão. A política de recursos hídricos e o princípio usuário-pagador (PUP). **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 4, n.1, p. 103-117, jan./mar. 1999.

CARRERA-FERNANDEZ, José; GARRIDO, Raimundo-José. **Economia dos recursos hídricos**. Salvador: Edufba, 2002. 457 p.

CARVALHO, Rodrigo Speziali. **Breve discussão sobre o tema de recursos hídricos e pacto federativo**. Brasília, DF, 2004. 39 p.

CHOW, Ven Te; MAIDMENT, David R.; MAYS, Larry W. **Applied Hidrology**. New York: McGraw-Hill, 1988. 572 p.

COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS (COGERH). Disponível em <http://portal.cogerh.com.br/categoria3/legislacao-estadual/copy_of_decreto-no28-300-de-30-de-junho-de-2006/?searchterm=Decreto%20no%2029.373>. Acesso em: 20/12/2008.

COMITÊ PARA INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (CEIVAP). Disponível em: <<http://ceivap.org.br>>. Acesso em: 30/12/2008.

_____. Deliberação CEIVAP n. 15, de 04 de novembro de 2002. **Dispõe sobre medidas complementares para a implantação da cobrança pelo uso de recursos hídricos na bacia do rio Paraíba do Sul a partir de 2002, em atendimento à Deliberação CEIVAP n. 08/2001**. Resende, RJ, 2002, 4p.

_____. Deliberação CEIVAP n. 65, de 28 de setembro de 2006. **Estabelece mecanismos e propõe valores para a cobrança pelo uso de recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, a partir de 2007**. Resende, RJ, 2006a, 14p.

_____. Deliberação CEIVAP n. 70, de 19 de outubro de 2006. **Estabelece mecanismo diferenciado de pagamento pelo uso de recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul**. Resende, RJ, 2006b, 4 p.

COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA (COPEL). **Usina hidrelétrica Governador Pedro Viriato Parigot de Souza**. Curitiba, 2007. 10 p.

_____. Disponível em: <<http://www.copel.com>>. Acesso em: 08/01/2009.

CONEJO, João Gilberto Lotufo. O sistema paulista de gerenciamento de recursos hídricos e a cobrança pelo uso da água. In: THAME, Antonio Carlos de Mendes. (Org.). **A cobrança pelo uso da água**. São Paulo: IQUAL, 2000.

CORDEIRO NETTO, Oscar de Moraes. Senado Federal. Comissão de Serviços de Infra-estrutura. Ementa: Submete à apreciação do Senado Federal a indicação do Senhor Oscar de Moraes Cordeiro Netto para exercer o cargo de Diretor da Agência Nacional de Águas – ANA, na vaga da Senhora Dilma Seli Pena Pereira. [Brasília]. **Reunião Extraordinária**, Item- nº 01 - Mensagem nº 78 de 24 de agosto de 2004.

CORDEIRO NETTO, Oscar de Moraes; COIMBRA, Roberto Moreira. Elementos de comparação da gestão da água em países da Europa e no Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 11., 1995, Recife; SIMPÓSIO DE HIDRÁLICA E RECURSOS HÍDRICOS DOS PAÍSES DE LÍNGUA OFICIAL PORTUGUESA, 2., 1995, Recife. **Desenvolvimento sustentável dos recursos hídricos**: anais. Recife: ABRH, 1995. p. 57-62, v. 3.

DINAR, Ariel; SUBRAMANIAN, Ashok. **Water pricing experiences**: and international perspective. Washington, DC.: World Bank, 1997. World Bank Technical Paper, n. 386.

DONOSO, Guillermo *et al.* Mercados (de derechos) de agua: experiencias y propuestas en America del Sur. Santiago de Chile: CEPAL, 2004. 81 p. (Série Recursos Naturales e Infraestructura, 80).

DOUROJEANNI, Axel; JOURAVLEV, Andrei S. **Evolucion de políticas hídricas em América Latina y el Caribe**. Santiago de Chile: CEPAL, 2002. 74 p. (Série Recursos Naturales e Infraestructura, 51).

FERGUSON, C. E. **Micro-economia**. 20. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1999. 610 p.

FILL, Heinz Dieter. Uma análise do efeito de reservatórios no regime hidrológico dos rios. In: International Symposium on Hydrology of the Amazon Region, 1990, Manaus. **Proceedings...** Manaus, 1990.

_____. Impacto de reservatórios sobre o regime hidrológico de rios. **Engenharia e Construção**, Curitiba, n. 20, 1998.

FORGIARINI, Francisco Rossarolla. **Modelagem da cobrança pelo uso da água bruta para aplicação em escala real na bacia do rio Santa Maria**. 142 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

FORGIARINI, Francisco Rossarolla; SILVEIRA, Geraldo Lopes; CRUZ, Jussara Cabral. Modelagem da cobrança pelo uso da água bruta na bacia do rio Santa Maria/RS: - II – aplicação em escala real e validação. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 13, n. 1, p. 78-89, jan./mar. 2008.

FRANCISCO, Elizângela Maria; ALMEIDA, Roberto Alves de; MATTOS, Roberto de. Abordagem sobre a cobrança pelo direito de uso dos recursos hídricos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 17., 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABRH, 2007. 17 p.

GARJULLI, Rosana; RODRIGUES, Hugo Estenio; OLIVEIRA, João Lucio Farias de. A gestão participativa dos recursos hídricos no semi-árido: a experiência do Ceará. In: MACHADO, Carlos José Saldanha (Org.). **Gestão de águas doces**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004. p. 267-289.

GOMIDE, Francisco L. S. Dimensionamento de sistemas de reservatórios: introdução à teoria estocástica dos reservatórios. In: **Curso de engenharia hidrológica**. São Paulo: EPUSP, DAEE, ABRH, 1983. v. 2.

GRANZIERA, Maria Luiza Machado. **Direito de águas**: disciplina jurídica das águas doces. São Paulo: Atlas, 2001. 245 p.

HOWE, Charles W. *et al.* Innovative approaches to water allocation: the potential for water markets. **Water Resources Research**, Washington, v. 82, n. 4, p. 439-445. Apr. 1986.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO (LACTEC). **Projeto HG-193. Estudos de consistência e reconstituição de séries de vazões naturais na bacia do Rio Iguaçu**: relatório final. Curitiba: LACTEC/ CEHPAR, 2003a. 156 p. Relatório técnico. Anexo CD-ROM.

_____. **Projeto HG-194 - Estudos de consistência e reconstituição de séries de vazões naturais na Bacia do Rio Paranapanema**: relatório final. Curitiba: LACTEC CEHPAR, 2003b. 145 p. Relatório técnico. Anexo CD-ROM.

JARDIM, Sergio Brião. **A cobrança eficiente pela garantia de disponibilidade e pelo uso da água**: proposta de um modelo multicritério de gestão. 347 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

JOHNSSON, Rosa Maria Formiga *et al.* A construção do pacto em torno da cobrança pelo uso da água na bacia do rio Paraíba do Sul. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 15., 2003, Curitiba. **Desafios à gestão da água no limiar do século XXI**. Curitiba: ABRH, 2003. 20 p. 1 CD-ROM.

JOURAVLEV, Andrei S. **Administracion del agua em América Latina y el Caribe em el umbral del siglo XXI**. Santiago de Chile: CEPAL, 2001. 77 p. (Série Recursos Naturales e Infraestructura, 27).

KELMAN, Jerson. Gerenciamento de recursos hídricos: parte I: outorga. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRICOS, 12., 1997. **Anais...** Porto Alegre: ABRH, 1997a. p. 123-128.

_____. Gerenciamento de recursos hídricos: parte II: cobrança. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 12., 1997. **Anais...** Porto Alegre: ABRH, 1997b. p. 129-136.

_____. Outorga e cobrança de recursos hídricos. In: THAME, Antonio Carlos de Mendes. (Org.). **A cobrança pelo uso da água**. São Paulo: IQUAL, 2000. p. 93-113.

LEE, Terence R.; JOURAVLEV, Andrei S. **Prices, property and markets in water allocation**. Santiago de Chile: United Nations, 1998. 85 p. (Serie Medio Ambiente y Desarrollo, 6).

LINSLEY, Ray K.; FRANZINI, Joseph B. **Engenharia de recursos hídricos**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1978. 798 p.

LOPES, João Eduardo; SANTOS, Raquel Chinaglia. **Capacidade de reservatórios**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2002. 44 p.

MACHADO, Enéas Souza. [Mensagem pessoal]. 11/ 2008.

MAGALHÃES, Paulo Canedo de *et al.* Estudo comparativo de quatro metodologias para a cobrança pelo uso da água. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 15., 2003, Curitiba. **Desafios à gestão da água no limiar do século XXI**. Curitiba: ABRH, 2003. 18 p.

MARTINEZ JUNIOR, Francisco. A cobrança pelo uso da água na agricultura: a experiência francesa e a aplicação ao Brasil. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRICOS, 16., 2005, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: ABRH, 2005. 18 p.

MARTINEZ JUNIOR, Francisco; BRAGA, Benedito Pinto Ferreira. O princípio usuário-pagador e o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 11., 1995, Recife; SIMPÓSIO DE HIDRÁLICA E RECURSOS HÍDRICOS DOS PAÍSES DE LÍNGUA OFICIAL PORTUGUESA, 2., 1995, Recife. **Desenvolvimento sustentável dos recursos hídricos: anais**. Recife: ABRH, 1995. p. 85-90, v. 3.

MOCZYDLOWER, Bruno. **Proposta de uma metodologia de cobrança pelo uso da água aplicável ao setor hidrelétrico**. 124 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

MORTON, Fred I. Climatological estimates of evapotranspiration. **Journal of the Hydraulics Division**, New York, v. 102, n. HY3, nov. 1976. p. 1-32.

_____. Climatological estimates of lake evaporation. **Water Resources Research**, Washington ,D.C., v. 15, n. 1, fev. 1979. p. 64-76.

_____. Operational estimates of areal evapotranspiration and their significance to the science and practice of hydrology. **Journal of Hydrology**, New York, v. 66, n. 1/4, out. 1983a. p. 1-76.

_____. Operational estimates of lake evaporation. **Journal of Hydrology**, New York, v. 66, n. 1/4, out. 1983b. p. 77-100.

MOTA, Lídia do Carmo Sequeira da. **O impacto da cobrança pelo uso da água na lucratividade e no custo dos principais setores usuários – industrial, agropecuário e hidroelétrico**. 195f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

MOTA, Lídia do Carmo Sequeira; SANTOS, Marilene de Oliveira Ramos Múrias dos; AZEVEDO, José Paulo Soares de. **O impacto da cobrança pelo uso da água na lucratividade e no custo dos principais setores usuários industrial, agropecuário e hidroelétrico**. 2005. Disponível em: <<http://www.ebape.fgv.br/radma/doc/EMA/EMA-019.pdf>>. Acesso em: 25/07/2007.

MOTTA, Ronaldo Seroa da. **Utilização de critérios econômicos para a valorização da água no Brasil**. Rio de Janeiro: IPEA, 1998a. 80 p. (Texto para Discussão, 556).

_____. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, 1998b. 216 p.

_____. Utilizando critérios econômicos para a valorização da água. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS. Gramado. **Anais...** Gramado, 1998c. 11 p.

MÜLLER, Ingrid Illich. **Métodos de avaliação da evaporação e evapotranspiração: análise comparativa para o Estado do Paraná**. 171 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica) – Departamento de Hidráulica e Saneamento - Centro de Hidráulica e Hidrologia Professor Parigot de Souza – CEHPAR, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1995.

MÜLLER, Arnaldo Carlos. **Hidrelétricas, meio ambiente e desenvolvimento**. São Paulo: Makron Books, 1995. 412 p.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS). **Submódulo 20.1: definições e glossário**. [S.l.: s.n.], 2002. 55 p.

_____. **Revisão das séries de vazões naturais nas principais bacias do SIN: relatório executivo**. [Brasília, DF], 2005. 126 p. Anexo CD-ROM.

_____. **Operação do sistema interligado nacional: dados relevantes 2008.** [Brasília, DF], 2008. 108 p.

_____. Disponível em: <<http://www.ons.gov.br>>. Acesso em: 08/01/2009.

PARANÁ. Decreto n. 5361, de 26 de fevereiro de 2002. Regulamenta a cobrança pelo direito de uso de recursos hídricos e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado do Paraná**, n. 6180, 27/02/2002.

PEREIRA, Jaildo Santos. **A cobrança pelo uso da água como instrumento de gestão dos recursos hídricos: da experiência francesa à prática brasileira.** 205 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

PINTO, Nelson Luiz de Souza *et al.* **Hidrologia básica.** São Paulo: Edgar Blucher, 1976. 278 p.

POMPEU, Cid Tomanik. Fundamentos jurídicos do anteprojeto de lei da cobrança pelo uso das águas do domínio do Estado do São Paulo. In: THAME, Antonio Carlos de Mendes. (Org.). **A cobrança pelo uso da água.** São Paulo: IQUAL, 2000. p. 41-53.

PORTO, Rubem La Laina; ZAHED FILHO, Kamel; GARCIA, Luís Antonio Villaça de. **Curva de permanência.** São Paulo: Escola Politécnica da USP: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, 2008. PHD 2307 Hidrologia aplicada. 33 slides.

PRESTES, Ellen Christine *et al.* **Análise estatística de variáveis de qualidade da água de reservatórios da COPEL.** Curitiba: LACTEC: CEHPAR, 2009. 134 p., março 2009.

REBOB. Rede Brasil de Organismos de Bacia. Disponível em: <<http://www.rebob.org.br>>. Acesso em: 31/07/2009.

RIBEIRO, Márcia Maria Rios; LANNA, Antonio Eduardo. Instrumentos regulatórios e econômicos: aplicabilidade à gestão das águas e à bacia do rio Pirapama, PE. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 6, n. 4, p. 41-70, out./dez. 2001.

RIBEIRO, Márcia Maria Rios; LANNA, Antonio Eduardo; PEREIRA, Jaildo Santos. Elasticidade-preço da demanda e a cobrança pelo uso da água. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRICOS, 13., 1999, Belo Horizonte. **Água em quantidade e qualidade: o desafio do próximo milênio.** Belo Horizonte: ABRH, 1999. 15 p. 1 CD-ROM.

RIZZI, Nivaldo Eduardo. **Gestão de recursos hídricos na Espanha.** Curitiba: UFPR, 2000. Relatório de pesquisa de pós-doutorado. 78 p.

_____. Diretrizes para o planejamento hidrológico. In: ANDREOLLI, Cleverson V. **Mananciais de abastecimento: planejamento e gestão**: estudo de caso do Altíssimo Iguaçu. Curitiba: Sanepar: Finep, 2003. p. 461-494.

ROSS, Jonatan *et al.* Uma proposta de cobrança aplicada a um trecho do rio Paraíba do Sul. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 15., 2003, Curitiba. **Desafios à gestão da água no limiar do século XXI**. Curitiba: ABRH, 2003. 19 p. 1 CD-ROM.

SANTOS, Marilene de Oliveira Ramos Múrias dos. **O impacto da cobrança pelo uso da água no comportamento do usuário**. 231 f. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

SANTOS, Afonso Henriques Moreira *et al.* Vazão remanescente no trecho de vazão reduzida de pequenas centrais hidrelétricas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 15., 2003, Curitiba. **Desafios à gestão da água no limiar do século XXI**. Curitiba: ABRH, 2003. 1 CD-ROM

SETTI, Arnaldo Augusto *et al.* **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. 2.ed. Brasília: ANEEL, 2001. 225 p.

SILVA, Luiz Antonio Barros da. **Proposta de uma metodologia de cobrança pelo uso da água aplicada aos aproveitamentos hidrelétricos**. 199 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

SILVA, Francisco Carlos Bezerra; BARRETO, Samuel Roiphe; NABINGER, Viviane. (Org.). **Reflexões e dicas para acompanhar a implementação dos sistemas de gestão de recursos hídricos no Brasil**. Brasília: WWF, 2005. 76 p.

SILVA, Oduvaldo Barroso da; MELLO, Rafael Mora de. O efeito de regularização dos reservatórios de geração de energia elétrica e o planejamento integrado dos recursos hídricos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS, 1998, Gramado. **Anais...** Gramado: ABRH, 1998. 7 p.

SILVEIRA, Carlos Alexandre Cernach; TEIXEIRA, Fábio Lavor. Metodologia utilizada pela ANEEL para rateio dos recursos arrecadados com a compensação financeira pela utilização dos recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 17., 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABRH, 2007. 16 p.

SOARES JUNIOR, Paulo Roberto; CORDEIRO NETTO, Oscar de Moraes; NOGUEIRA, Jorge Madeira. As licenças comercializáveis e os mercados de água: fundamentação teórica e estudos de caso. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 15., 2003, Curitiba. **Desafios à gestão da água no limiar do século XXI**. Curitiba: ABRH, 2003. 21 p. 1 CD-ROM.

SOUZA, Eliana C. de; *et al.* A política de recursos hídricos e a cobrança pelo uso da água – formulações nacionais e internacionais. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 16., 2005, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: ABRH, 2005. 18 p.

SUGAI, Martha Regina Von Borstel. Cobrança pelo uso de recursos hídricos: caso dos aproveitamentos dos potenciais hidrelétricos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 17., 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABRH, 2007. 18 p.

_____. Compensação financeira, *royalites* e o pagamento pelo uso de recursos hídricos no caso de aproveitamentos hidrelétricos. In: SEMINÁRIO PERSPECTIVAS PARA A COBRANÇA PELO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL, 2008, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: CNRH - CTCOB, 2008. 6 p.

SUGAI, Martha Regina Von Borstel; FILL, Heinz Dieter. Análise da possível influência dos reservatórios sobre o regime de cheias do rio Paraná. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE HIDROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS, 6., 1985, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABRH, 1985. v.2, p. 61-78.

TAVARES, Vitor Emanuel; LANNA, Antônio Eduardo. A abordagem custo-benefício e a gestão dos recursos hídricos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS, 1998, Gramado. **Anais...** Gramado, 1998a. 6 p.

TAVARES, Vitor Emanuel; RIBEIRO, Márcia Maria Rios; LANNA, Antônio Eduardo. A valoração ambiental e os instrumentos econômicos de gestão dos recursos hídricos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS, 1998, Gramado. **Anais...** Gramado, 1998b. 6 p.

_____. Valoração monetária de bens e serviços ambientais: revisão do estado-da-arte sob a ótica da gestão das águas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 4, n. 3, p. 97-116, jul./set. 1999.

TAYRA, Flávio. A relação entre o mundo do trabalho e o meio ambiente: limites para o desenvolvimento sustentável. **Scripta Nova: Revista Electronica de Geografia y Ciências Sociales**, Barcelona, v. 5, n. 119 (72), ago. 2002. Disponível em: <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn119-72.htm>>. Acesso em: 20 ago. 2008.

THOMAS, Patrick Thadeu. **Proposta de uma metodologia de cobrança pelo uso da água vinculada à escassez**. 139 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

TUCCI, Carlos E. M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 1.ed. Porto Alegre: UFRGS: ABRH, 1993. 943 p.

_____. **Modelos hidrológicos**. Porto Alegre: Ed. Universidade: ABRH, 1998. 669 p.

UNESCO. Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos. **El agua, una responsabilidad compartida**: 2° informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo: resumen ejecutivo. Paris, 2006. 52 p. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd57/informeRHII/informeRHII.html>>. Acesso em: 12 de mar. 2007.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3.ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental: UFMG, 2005. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, v. 1).