

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ENGENHARIA DE RECURSOS HÍDRICOS E
SANITÁRIA

IDENTIFICAÇÃO DE UMA ESTRUTURA ECONÔMICA DA
DILUIÇÃO DE EFLUENTES PARA O SETOR SUCROALCOOLEIRO
DA BACIA DO PIRAPAMA-PE

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

JOÃO VIRGILIO FELIPE LIMA

Campina Grande - PB
Julho de 2008

JOÃO VIRGÍLIO FELIPE LIMA

**IDENTIFICAÇÃO DE UMA ESTRUTURA ECONÔMICA DA
DILUIÇÃO DE EFLUENTES PARA O SETOR SUCROALCOOLEIRO
DA BACIA DO PIRAPAMA-PE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, na área de concentração em Engenharia de Recursos Hídricos e Sanitária da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do Grau de Mestre.

Orientadoras: Dr^a. Márcia Maria Rios Ribeiro

Dr^a. Márcia Maria Guedes Alcoforado de Moraes

Campina Grande – PB

Julho de 2008

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

L732i Lima, João Virgílio Felipe.
Identificação de uma estrutura econômica da diluição de efluentes para o setor sucroalcooleiro da Bacia do Pirapama - PE / João Virgílio Felipe Lima. – Campina Grande, 2008.
100 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2008.

"Orientação: Profª. Drª. Márcia Maria Rios Ribeiro, Profª. Drª. Márcia Maria Guedes Alcoforado de Moraes".

Referências.

1. Gestão de Recursos Hídricos. 2. Setor Sucroalcooleiro.
3. Bacia Hidrográfica do Rio Pirapama (PE). 4. Elasticidade - Preço. 5. Política da Água. I. Moraes, Márcia Maria Rios Ribeiro. II. Moraes, Márcia Maria Guedes Alcoforado de. III. Título.

CDU 556.18(043)

JOÃO VIRGÍLIO FELIPE LIMA

**IDENTIFICAÇÃO DE UMA ESTRUTURA ECONÔMICA DA
DILUIÇÃO DE EFLUENTES PARA O SETOR SUCROALCOOLEIRO
DA BACIA DO PIRAPAMA-PE**

Aprovada em 09/07/2008

Banca examinadora:

Dra. Shoad Arruda Raquel Farias
UFCG – Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola
Examinadora externa

Dra. Iana Alexandra Alves Rufino
UFCG – Unidade Acadêmica de Engenharia Civil
Examinadora interna

Dra. Márcia Maria Guedes Alcoforado de Moraes
UFPE – Universidade Federal de Pernambuco
Co-orientadora

Dra. Márcia Maria Rios Ribeiro
UFCG – Unidade Acadêmica de Engenharia Civil
Orientadora

Campina Grande - PB
Julho de 2008

Dedicatória

Aos meus queridos pais, Nilo e Horaciana, com gratidão, satisfação, amor e reconhecimento por todos os ensinamentos e exemplos a mim dedicados.

DEDICO.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a DEUS, por ser para mim um pilar de sustentação, forte, amigo, cuidadoso, amoroso, que me deu a vida; nela me concede bênçãos, realizações e me ajuda a compreender todas as pessoas que passam por ela. Faz com que todas as provas sirvam para o meu crescimento pessoal humano e espiritual, além de sempre está presente nos momentos difíceis e alegres da minha vida.

Aos meus queridos pais, Nilo Pereira Lima e Maria Horaciana Felipe Lima pela dedicação, cuidados e apoio durante todos os momentos de minha existência.

As minhas irmãs Ana Kellen Felipe Lima e Ana Karla Felipe Lima pelo apoio de irmão durante todos os anos de nosso convívio.

A UFCG (Universidade Federal de Campina Grande – PB), pelo oferecimento do programa de mestrado.

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo suporte financeiro, através da bolsa de estudos concedida para a realização desse trabalho.

A Co-orientadora Márcia Maria Guedes Alcoforado de Moraes por esclarecimentos prestados.

Aos professores do curso de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Área de Engenharia de Recursos Hídricos da UFCG: Eduardo Enéas de Figueiredo, Vapapeyam S. Srinivasam, Hans Schuster, e aos demais professores da referida área: Gledseli Maria de Lima Lins e Janiro da Costa Rego pelos conhecimentos prestados, esclarecimentos concedidos durante o curso.

As professoras da Área Engenharia Sanitária e Ambiental da UFCG: Beatriz Susana e Annemarie Konig pela atenção.

A todos da minha turma de mestrado pelo coleguismo, companheirismo, amizade, cumplicidade durante todo o curso.

A Whelson Cordeiro de Brito, Laércio Leal dos Santos, Paulo Medeiro e Marcos de Brito Campos Júnior pelos estudos em grupo realizados e que contribuíram para o enriquecimento desse trabalho.

Aos meus amigos (as) que indiretamente colaboraram com este estudo através de incentivos e apoios.

A Josete de Sousa Ramos, secretária do curso de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental da UFCG, pelo apoio e ajuda nos assuntos burocráticos durante o período do curso.

Aos examinadores pelo reforço que forneceram para a melhoria dessa dissertação.

Aos funcionários do Laboratório de Hidráulica da UFCG: Aurezinha, Haroldo, Ismael, Lindimar, Raulino, Ronaldo, Vera e Valdomiro pela atenção e compartilhamento de bons momentos de descontração durante os dois anos de convivência.

E por fim, agradeço a todos, que de alguma forma, colaboraram para a realização e conclusão dessa dissertação.

Epígrafe

Oh água, se és gota divina,
que a todos fascina,
se és vida do ser.
Por que? O homem maldoso,
voraz, ambicioso,
não pára p'ra ver,
que um dia, que logo virá
e tu partirás
sem nada dizer.

E o homem, voraz, sem clemência
na própria indolência
irá perecer.

J. P. Chacon

RESUMO

A água, até bem pouco tempo, era considerada um recurso livre da natureza e para qualquer que fosse a demanda sobre ela, esta poderia ser suprida, indefinidamente. Porém, o desenvolvimento econômico, industrial e social, ligado ao aumento da poluição industrial e os problemas decorrentes da falta de saneamento e abastecimento de água contribuiu para a formação de uma consciência mais adequada à realidade, não existindo dúvidas de que deve haver uma forma eficaz de controle do uso da água. A Lei Federal 9.433/97 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos traz como fundamento que a água é um bem de domínio público, dotado de valor econômico. Ela prevê a gestão integrada e tem dentre seus instrumentos a cobrança pelo uso da água bruta. O objetivo desta pesquisa é levantar funções de demanda ordinária e a partir das mesmas, estabelecer a elasticidade-preço para cada um dos usuários e as reduções de benefícios resultantes de possíveis exigências de diminuição da carga poluidora. A Bacia Hidrográfica do rio Pirapama (em Pernambuco) e seu setor sucro-alcooleiro foram selecionados como caso de estudo. Os resultados obtidos indicam um alto potencial poluidor oriundo principalmente da vinhaça, efluente gerado no processo de fabricação do álcool e aguardente, e uma série de perda de benefícios quando são incorporadas aos custos privados às externalidades provocadas aos demais usuários.

Palavras-chave: setor sucro-alcooleiro; preço elasticidade; política de água.

ABSTRACT

The water, until recently, was considered a free resource of nature and whatever the demand about it, this could be supplied indefinitely. However, the economic, industrial and social development, related to increased industrial pollution and the problems arising from poor sanitation and water supply contributed to the formation of more adequate awareness to reality. There is no doubt that there must be an effective way to control water use. The Federal Law 9.433/97 established the National Water Resources Policy and created the National System of Water Resources Management. It defines water as a public good with economic value. The Law defined an integrated water resources management. It has among its instruments, charging for the use of raw water. The objective of this research was to get ordinary demand functions and from them, the price elasticity for each of water user and the reductions of benefits resulting from possible demands for reduction of pollution load. Pirapama River Basin (Pernambuco State, Brazil) and its sugarcane industry were selected as case study. The results indicate a high potential pollutant derived mainly from vinasse effluent generated in the manufacturing process of alcohol and spirits, and a number of loss of benefits when incorporated into private costs to externalities caused to other users.

Key-words: sugarcane industry; price-elasticity; water policy

Lista de Figuras

	pag.
Figura 2.1 – Função de demanda ordinária inversa e "tudo ou nada"	15
Figura 2.2 – Representação gráfica elasticidade-preço	17
Figura 2.3 – Curva de demanda ambiental	19
Figura 2.4 – Metodologia de Cobrança CEIVAP	34
Figura 3.1 – Bacia do rio Pirapama	44
Figura 4.1 – Fluxograma das etapas metodológicas	49
Figura 4.2 – Demanda ordinária	54
Figura 4.3 – Curva de demanda inversa ordinária	55
Figura 4.4 – Avaliação de benefícios	56
Figura 5.1 – Curva de demanda linear – destilaria Sibéria	69
Figura 5.2 – Curva de demanda linear – destilaria Liberdade Inexport	69
Figura 5.3 – Curva de demanda linear – destilaria JB	70

Lista de Tabelas

	pag.
Tabela 2.1 – Valores unitários da cobrança por captação e consumo em alguns países europeus.....	26
Tabela 2.2 – Valores unitários da cobrança por emissão de poluentes em alguns países europeus.....	27
Tabela 2.3 – Valores unitários da cobrança em para diversos usos no Estado do Rio de Janeiro.....	31
Tabela 2.4 – Valores unitários da cobrança para o uso de captação e consumo da Bacia PCJ.	39
Tabela 2.5 – Valores unitários da cobrança por emissão de poluentes no Estado de São Paulo	41
Tabela 2.6 – Valores unitários da cobrança para o uso de captação e consumo no Estado de São Paulo	41
Tabela 5.1 – Potencial poluidor: destilaria Sibéria.....	58
Tabela 5.2 – Potencial poluidor: destilaria Liberdade Inexport	58
Tabela 5.3 – Potencial poluidor: destilaria JB.....	59
Tabela 5.4 – Aumento da área para fertirrigação: destilaria Sibéria.....	59
Tabela 5.5 - Custo adicional de fertirrigação por hectare ampliado: destilaria Sibéria.....	60
Tabela 5.6 – Custo líquido de expansão: destilaria Sibéria	60
Tabela 5.7 - Custo do replantio das matas ciliares: destilaria Sibéria	61
Tabela 5.8 – Preço de reserva: destilaria Sibéria	62
Tabela 5.9 – Aumento da área para fertirrigação: destilaria Liberdade Inexport	62
Tabela 5.10 – Custo adicional de fertirrigação por hectare ampliado: destilaria Liberdade Inexport de carga poluidora.....	63
Tabela 5.11 – Custo líquido de expansão: destilaria Liberdade Inexport.....	63
Tabela 5.12 – Custo do replantio das matas ciliares: destilaria Liberdade Inexport	63
Tabela 5.13 – Preço de reserva: destilaria Liberdade Inexport	63
Tabela 5.14 – Aumento da área para fertirrigação: destilaria JB	64
Tabela 5.15 - Custo adicional de fertirrigação por hectare ampliado: destilaria JB	64
Tabela 5.16 – Custo líquido de expansão: destilaria JB	65
Tabela 5.17 - Custo do replantio das matas ciliares: destilaria JB	65
Tabela 5.18 – Preço de reserva: destilaria JB	65

Tabela 5.19 – Preços de reserva das destilarias	66
Tabela 5.20 – Pares de preço e de quantidade e coeficiente angular e linear da demanda tudo ou nada – Destilaria Sibéria	66
Tabela 5.21 – Pares de preço e de quantidade e coeficiente angular e linear da demanda tudo ou nada – Destilaria Liberdade Inexport	67
Tabela 5.22 – Pares de preço e de quantidade e coeficiente angular e linear da demanda tudo ou nada – Destilaria JB	67
Tabela 5.23 – Demandas para o uso da diluição e sua respectiva elasticidade-preço da demanda – Destilaria Sibéria	67
Tabela 5.24 – Demandas para o uso da diluição e sua respectiva elasticidade-preço da demanda – Destilaria Liberdade Inexport	68
Tabela 5.25 – Demandas para o uso da diluição e sua respectiva elasticidade-preço da demanda – Destilaria JB	68
Tabela 5.26 – Redução de benefícios: Destilaria Sibéria	70
Tabela 5.27 – Redução de benefícios: Destilaria Liberdade Inexport	71
Tabela 5.28 – Redução de benefícios: Destilaria JB	71
Tabela 5.29 – Custos de produção da Destilarias	72
Tabela 5.30 – Faturamento das Destilarias	72
Tabela 5.31 – Análise da variação das reduções de benefícios sobre o faturamento e custos de produção: destilaria Sibéria	73
Tabela 5.32 – Análise da variação das reduções de benefícios sobre o faturamento e custos de produção: destilaria Liberdade Inexport.....	73
Tabela 5.33 – Análise da variação das reduções de benefícios sobre o faturamento e custos de produção: destilaria JB	74

Sumário

	pag.
Dedicatória	v
Agradecimentos	vi
Epígrafe	viii
Resumo	ix
Abstract.....	x
Lista de Figuras	xi
Lista de Tabelas	xii
1.0 – INTRODUÇÃO.....	1
1.1 – Justificativa: caso de estudo	3
1.2 – Objetivos.....	3
1.2.1 – Geral	3
1.2.2– Específicos.....	3
1.3 – Estrutura da dissertação	4
2.0 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
2.1 – Políticas de recursos hídricos	6
2.1.1 – Política de recursos hídricos em Pernambuco	8
2.1.2 – Cobrança: aspecto legal	10
2.2 – Cobrança: princípios econômicos.....	11
2.2.1 – Custo de oportunidade	12
2.2.2 – Demanda “tudo ou Nada”	13
2.2.3 – Elasticidade.....	15
2.2.3.1 – A elasticidade preço-demanda (E_d)	16
2.2.4 – Avaliação de benefícios de uma política ambiental	18
2.3 – Cobrança: experiências internacionais e nacional	19
2.3.1 – Cobrança no âmbito internacional	19
2.3.2 – Cobrança no âmbito nacional	27
3.0 – ÁREA DE ESTUDO	43
3.1 – Características físicas da bacia do rio Pirapama.....	43
3.2 – Características sócio-ambientais da bacia do Pirapama	44
3.3 – Uso da água e conflitos.....	45

4.0 – ETAPAS METODOLÓGICAS.....	48
4.1 – Definição do tipo de usuário.....	50
4.1.1 – Quantificação da carga poluidora dos usuários	50
4.2 – Identificação dos custos de oportunidade ou preços de reserva	50
4.2.1 – 1º custo de oportunidade: unidade de biodigestão	50
4.2.2 – 2º Custo de oportunidade: expansão das áreas fertirrigadas	51
4.3 – Levantamento da função demanda tudo ou nada (ordinária)	53
4.4 – Elasticidade preço-demanda	54
4.5 – Simulações de cenários.....	55
4.5.1 – Cálculo das reduções de benefícios	55
4.5.2 – Impacto no faturamento e nos custos de produção.....	56
5.0 – ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	58
5.1 – Estimativas do potencial poluidor	58
5.2 – Valores obtidos para o custo de oportunidade ou preço de reserva.....	59
5.2.1 – Preço de Reserva da Destilaria Sibéria.....	59
5.2.2 – Preço de Reserva da Destilaria Liberdade Inexport	62
5.2.3 – Preço de Reserva da Destilaria JB	64
Tabela 5.16 – Custo líquido de expansão: Destilaria JB	65
5.3 – Levantamento das funções de demanda tudo ou nada, ordinária e da elasticidade-preço da demanda.....	66
5.4 – Análises da redução dos benefícios	68
5.4.1 – Análise das reduções sobre faturamento e o aumento dos custos de produção.....	72
6.0 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	76
6.1 – Conclusões.....	76
6.2 – Recomendações	77
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80

Capítulo 01

INTRODUÇÃO

1.0 – INTRODUÇÃO

Tendo em vista que a disponibilidade de água doce no mundo é bastante reduzida, esta, atualmente, se apresenta sendo um dos bens mais preciosos e importantes, por ser indispensável para a sobrevivência humana, principalmente em regiões onde a quantidade é pouca frente a uma alta densidade demográfica. Apesar disso, as poucas fontes hídricas disponíveis em geral vêm sofrendo a ação nefasta do homem em consequência do crescimento acelerado da população, juntamente com o desenvolvimento industrial e agroindustrial como é o caso do setor sucroalcooleiro, a falta do aumento simultâneo das redes coletoras e dos sistemas de tratamento de efluentes. A poluição dos mananciais, o desmatamento, o uso impróprio da prática da irrigação e da fertirrigação, entre tantas outras ações do homem moderno, são responsáveis pela contaminação da água impedindo-a de ser usada para os fins que inicialmente fora destinada e muitas vezes levando-a a processos de eutrofização ou ‘morte’ do corpo hídrico.

Nos últimos 30 anos, políticas internacionais de controle ambiental vêm sendo implantadas através de três instrumentos de ação do poder público: o regulatório (comando e controle), que consiste basicamente na prescrição de normas e aplicação de multas; o econômico (mecanismos de mercado), que valoriza os bens e serviços ambientais de acordo com sua escassez e seu custo social; e os gastos governamentais, que abrangem uma variedade de ações realizadas por meio de programas vinculados, quase sempre, ao orçamento do Poder Executivo. Tais instrumentos têm sido empregados conjuntamente em vários países, inclusive no Brasil, segundo os objetivos da política ambiental de cada país, para modificar o comportamento dos usuários de água (MACHADO, 1998).

No Brasil, a Lei Federal nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, também chamada de “Lei das Águas”, instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Essa política está ajustada por um modelo institucional descentralizado, voltado para a participação da sociedade civil através dos Comitês de Bacias Hidrográficas e dos Conselhos de Recursos Hídricos. Esta Lei constitui-se em um importante passo para a implementação de um sistema de gerenciamento das águas no País.

A cobrança pelo uso da água é um dos instrumentos de gestão da Lei das Águas a ser empregado para induzir o usuário de água a uma utilização racional desse recurso, buscando a mudança de comportamento por parte dos usuários de água.

Segundo MMA (2007) o instrumento da cobrança é considerado essencial para criar condições de equilíbrio entre as disponibilidades e demandas, promovendo, em consequência, a harmonia entre os usuários competidores, ao mesmo tempo em que também redistribui os

custos sociais, melhora a qualidade dos afluentes lançados, além de ensejar a formação de fundos financeiros para as obras, programas e intervenções do setor.

Quando se aplica apenas o instrumento regulatório, o poluidor procura se ajustar à norma e não faz nenhum esforço adicional para reduzir mais a poluição. A cobrança pelo uso da água é uma forma de incorporar aos custos privados, as externalidades que os usuários dos recursos hídricos impõem aos demais usuários do sistema ao utilizarem a água no consumo ou na produção (SILVA, 2006).

1.1 – Justificativa: caso de estudo

Para o desenvolvimento deste trabalho, escolheu-se como caso de estudo a Bacia do rio Pirapama em virtude desta ser de grande importância sócio-econômica e política para a Região Metropolitana do Recife (RMR). A degradação ambiental a montante do reservatório Pirapama é caracterizada, principalmente, por poluição de efluentes industriais e agroindustriais com o uso indiscriminado da vinhaça na fertirrigação causado pelos usuários do setor sucroalcooleiro, e essa é agravada pela falta de saneamento básico (redes coletoras e sistemas de tratamento desses efluentes). Portanto, é diante desse contexto que se faz uma avaliação econômica fundamentada na cobrança pelo lançamento de efluentes como meio de tentativa de indução ao uso racional dos recursos hídricos e ao apoio aos programas de investimentos na bacia que favoreçam a melhoria da qualidade ambiental.

1.2 – Objetivos

1.2.1 – Geral

O objetivo deste trabalho é fazer uma análise econômica da situação relativa ao modo da água como diluidor de efluentes agroindustriais a montante do reservatório Pirapama. Para isso procurou-se atualizar os dados referentes à contaminação por carga orgânica dos principais usuários do setor sucroalcooleiro, levantar a função de demanda ordinária para cada usuário e sua respectiva elasticidade-preço, calcular as reduções de benefícios resultantes de possíveis exigências de diminuição da carga poluidora.

1.2.2– Específicos

- ❖ Levantar a situação atual com relação a carga poluidora potencial dos principais usuários e custos atuais;
- ❖ Estimar os custos de oportunidade deste uso da água;
- ❖ Construir funções de demanda inversa para os usuários;

- ❖ Estimar a elasticidade-preço da demanda em algum ponto de operação para avaliar a sensibilidade dos usuários a possíveis experiências de cobrança;
- ❖ Verificar a redução de benefícios em função da redução das cargas potenciais poluidoras e os impactos em relação aos custos.

1.3 – Estrutura da dissertação

A Dissertação segue uma linha de raciocínio estruturada em 6 capítulos, incluindo esta introdução.

No **CAPÍTULO 2** são enfocadas as políticas de gestão ambiental e de recursos hídricos, a cobrança pelo uso da água e seus aspectos gerais, a cobrança no âmbito internacional e nacional, os princípios econômicos da cobrança da água e por fim, os conceitos sobre custo de oportunidade e demanda “tudo ou nada”.

No **CAPÍTULO 3** procurou-se descrever a região de estudo, Bacia do rio Pirapama (PE), objetivando o conhecimento das características físicas da bacia assim como suas características gerais ambientais como a degradação ambiental, dos recursos hídricos, além da situação sócio-econômica.

No **CAPÍTULO 4** relata-se a metodologia adotada, onde são delineadas as informações necessárias ao uso da mesma, bem como, as etapas para sua aplicação.

No **CAPÍTULO 5** são apresentados e discutidos os resultados das simulações de cenários de avaliações econômicas aos usuários do setor sucroalcooleiro.

No **CAPÍTULO 6** são registradas as limitações e dificuldades na aplicação da metodologia, as conclusões quanto aos resultados obtidos e recomendações para estudos futuros nesta linha de pesquisa.

Capítulo 02

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.0 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O interesse constante pelo uso sustentável dos recursos hídricos vem se tornando cada vez mais presente em virtude principalmente do aumento do consumo através de demandas cada vez mais elevadas e de sua escassez qualitativa. Ao mesmo tempo, gestores buscam a implementação de políticas ambientais que se apóiam na aplicação de instrumentos que favoreçam a gestão desses recursos.

O Brasil vem encaminhando a solução desses problemas a partir de uma abordagem regional, com o avanço dos estados na elaboração de suas leis de organização administrativa para o setor. O fato da Lei Federal 9.433 só ter sido sancionada no início de 1997, de certa forma, permitiu que as especificidades regionais pudessem ser evidenciadas em uma série de leis que, elaboradas pelos estados, buscavam solucionar seus próprios problemas (GARRIDO, 2003).

A vantagem nesta inversão do processo surge do fato de que, a lei federal certamente reflete o verdadeiro quadro de necessidades do país, no âmbito do setor. As águas superficiais estão repartidas entre a União e os estados da seguinte forma. As águas que, devido a sua localização, banham mais de um estado ou país, são de domínio da união. As demais águas, com exceção daquelas represadas por obras da União, são de domínio do estado. A bacia hidrográfica do rio Pirapama encontra-se inserida integralmente nos Estado do Pernambuco, sendo suas águas de domínio do Estado. As águas subterrâneas pertencem ao estado, se situadas sob seus limites territoriais (GARRIDO, 2003).

Este capítulo enfoca as políticas de recursos hídricos, a cobrança pelo uso da água e seus aspectos legais, os princípios econômicos da cobrança da água, conceitos sobre custo de oportunidade e demanda “tudo ou nada” e demanda ordinária e por fim, experiências de cobrança no âmbito internacional e nacional.

2.1 – Políticas de recursos hídricos

O sistema de gestão de recursos hídricos coexiste ou está inserido no sistema de gestão ambiental, o que os torna complementares um ao outro. A implantação de um sistema de gestão de recursos hídricos atende à necessidade de focar nos conflitos gerados pelo uso da água como a escassez de ordem quantitativa ou qualitativa, em que há uma incapacidade de atender toda a demanda, ou, nível de poluição que impede outros usos, inclusive o uso ambiental desejado. Portanto é importante esclarecer que as políticas públicas atuam de forma centrada em um conjunto de procedimentos formais e informais que expressam relações de poder e que se destinam à relação pacífica desses conflitos (SANTOS, 2002).

Nesse sentido, a abordagem das políticas públicas de recursos hídricos envolve os processos de negociações de diversos atores envolvidos, tanto na esfera institucional (Estado e União) quanto àqueles inseridos no espaço regional delimitado, ou seja, nas bacias hidrográficas.

De acordo com o Código Civil, o fato de todas as águas pertencerem à União e aos estados, faz com que elas sejam incluídas na categoria de bens públicos de uso comum. É importante ressaltar que, ao incluí-las nessa categoria, as águas não são suscetíveis de direito de propriedade, embora a tradição jurídica designe um titular, ao qual se confia a sua guarda e gestão. Talvez seja essa a principal causa pela utilização não apropriada da água, incluindo-se aí a diluição de poluentes. Sob o ponto de vista econômico, é a própria indefinição do direito de propriedade, a principal responsável pelo uso incorreto da água, nas suas componentes quantitativa e qualitativa. Um problema básico que decorre de o fato da água bruta ser considerada pela legislação brasileira como bem público é que os usuários tendem a subestimar o seu valor. Em conseqüência, todo bem subestimado tende a ser super utilizado (MACHADO 1998).

Na legislação brasileira, a criação do direito de águas e a definição dos critérios de outorga de direito de uso são de competência da União. No entanto, nada impede que os estados editem normas ou leis, independentemente da autorização da União, conforme lei complementar prevista na Constituição Federal.

A gestão dos recursos hídricos cabe à entidade que deles tiver o domínio, excetuando-se aqueles casos previstos na Constituição Federal, como é o caso da geração de energia elétrica, cuja gestão é de competência da União, mas deve estar articulada com os estados onde se localizam os potenciais hidroenergéticos. A utilização dos recursos hídricos deve ser precedida de anuência da entidade que deles tiver o domínio, de acordo com os critérios de outorga de direito de uso previsto no Código de Águas (MACHADO 1998).

Com base em disposição contida na Constituição Federal, alguns estados elaboraram as suas leis de organização administrativa para o setor, estabelecendo os princípios, os instrumentos e o arcabouço institucional para a promoção do gerenciamento dos recursos hídricos de seus domínios. O Estado de São Paulo liderou esse processo, discutindo amplamente e promulgando em 30 de dezembro de 1991 a sua Lei nº 7.663. Logo em seguida veio o Estado do Ceará, que pressionado pela escassez de água, também desenvolveu com rapidez o debate sobre a natureza da organização que deveria ser estruturada no estado com o objetivo de permitir uma gestão racional de uso da água. Na seqüência, outros estados vieram a promulgar suas leis.

Tanto a legislação federal quanto às leis estaduais prevêm a cobrança pelo uso da água como instrumento importante de gestão dos recursos hídricos, capaz de induzir o usuário dos recursos hídricos a uma utilização racional desse recurso. Além disso, e a depender da capacidade de pagamento dos usuários, a cobrança pelo uso dos recursos hídricos pode se transformar em um elemento importante para a consecução dos planos e programas previstos para a bacia hidrográfica. Em alguns países, o direito de propriedade ou o direito de uso da água não contempla o direito de poluir. Nesses países, o descarte, a diluição e o transporte de poluentes nos recursos hídricos requerem uma permissão, a qual é inserida dentro de certas normas, condições e parâmetros ambientais. Na legislação brasileira, tanto o instrumento de outorga de direito de uso da água quanto a cobrança pelo uso da água contemplam a possibilidade de utilização dos recursos hídricos como diluição de efluentes industriais e esgotamentos sanitários (POMPEU, 2004).

2.1.1 – Política de recursos hídricos em Pernambuco

Em 30 de dezembro de 2005, foi aprovada a Lei nº 12.984 que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos. Partindo da premissa de que a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico, social e ambiental, a lei enfatiza que o gerenciamento dos recursos hídricos deve ser compatível com as diretrizes do desenvolvimento regional e local. Nesse particular, a água é considerada um elemento estratégico para o crescimento sustentável de Pernambuco e que, por conseguinte, está atrelada à proteção do meio ambiente e à inclusão social que podem ser impulsionadas por ações participativas e descentralizadas previstas na lei (MOURA, 2006).

A Lei pernambucana nº 12.984, de 30.12.05, revogou a Lei nº 11.426, de 17.01.1997, e instituiu, no art. 5º, os seguintes instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos:

- ❖ Os planos diretores de recursos hídricos;
- ❖ O enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água;
- ❖ A outorga do direito de uso de recursos hídricos;
- ❖ A cobrança pelo uso de recursos hídricos;
- ❖ O sistema de informações de recursos hídricos;
- ❖ A fiscalização do uso de recursos hídricos;
- ❖ O monitoramento dos recursos hídricos.

Quanto ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos é composto por:

- ❖ Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CRH;
- ❖ Comitês de Bacia Hidrográfica - COBHs;
- ❖ Órgão gestor de recursos hídricos do Estado;
- ❖ Órgãos Executores do SIGRH/PE;
- ❖ Organizações civis de recursos hídricos;
- ❖ Agências de Bacia, sendo que essas últimas terão como área de atuação uma ou mais Bacias Hidrográficas e exercerão a função de órgão executivo do respectivo ou respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica – COBHs (art. 53).

A criação das Agências de Bacia será autorizada pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos, mediante solicitação fundamentada de um ou mais Comitês de Bacia Hidrográfica, comprovada a sustentabilidade financeira para o funcionamento da mesma, conforme estabelecido em regulamentação própria (art. 54). O rol de atribuições das Agências de Bacia em sua área de atuação está disposto no art. 55 e corresponde àquelas fixadas no art. 44 da Lei nº 9.433/97, cabendo ainda à Agência submeter, às autoridades competentes, as prestações de contas da administração financeira dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos (GRANZIERA, 2007).

O uso de recursos hídricos, sujeito à outorga, é passível de cobrança. Compete ao órgão gestor de recursos hídricos – Secretaria de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 13.205 de 19/01/07 e regulamentada pelos Decretos nº 30.193, de 02/02/07 e 30.329, de 30/03/07, implantar a cobrança pelo uso da água, ou delegar essa atribuição às Agências de Bacia, cabendo aos Comitês propor os valores a serem cobrados e ao CRH sua homologação.

Na ausência de comitês, caberá ao órgão gestor propor os valores a serem cobrados (art. 23). Os valores resultantes da cobrança dos recursos hídricos serão aplicados, prioritariamente, na bacia hidrográfica em que forem arrecadados, com aprovação do respectivo COBH; podendo até 30% (trinta por cento) desta arrecadação ser aplicados em outras Bacias hidrográficas a critério do CRH, consultado os respectivos COBHs (art. 26).

Com a certeza de que o gerenciamento hídrico eficiente depende de um marco jurídico e institucional que defina instrumentos de políticas públicas, a nova lei das Águas de Pernambuco acrescenta aos instrumentos essenciais já previstos – outorga e cobrança pelo uso da água – os planos diretores dos recursos hídricos, a fiscalização e o monitoramento dos recursos hídricos como instrumentos de gestão que propiciam o planejamento e acompanhamento das ações relativas ao uso e aproveitamento das águas (MOURA, 2006).

A adoção de enfoques participativos e descentralizados constitui um ponto nodal da lei. Afinal, cabem ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos, composto por conselhos, comitês de bacia hidrográfica, órgãos gestores, organizações da sociedade civil e agências de bacia, formular, implementar e coordenar a Política Estadual de Recursos Hídricos (MOURA, 2006).

2.1.2 – Cobrança: aspecto legal

Os instrumentos de natureza econômica assumem um papel preponderante no curso do processo do gerenciamento dos recursos hídricos. A cobrança pelo uso da água é um desses instrumentos que, aliado aos instrumentos de regulação de comando-controle usualmente aplicados, pode vir a ser um importante meio de racionalizar o uso e melhorar a alocação desses recursos entre os seus múltiplos usuários.

O objetivo mais importante deste instrumento é garantir a seus usuários um uso eficiente do recurso, quer seja como produto final, no consumo, ou como insumo de produção incluindo-se aí a diluição de poluentes.

A cobrança pelo uso da água já se encontra inserida na legislação brasileira desde o final da década de 70, mas com sua aplicação restrita a apenas o uso da água na irrigação (Lei nº 6.662, de 25 de junho de 1979 – dispõe sobre a Política Nacional de Irrigação que relata em seu artigo 21º “*A utilização de águas públicas, para fins de irrigação e atividades decorrentes, dependerá de remuneração a ser fixada de acordo com a sistemática estabelecida em regulamento*”) (CAMPOS, 2003).

Sobre a cobrança do uso dos recursos hídricos, os artigos 19º, 21º e 22º da Lei 9.433/97 estabelecem:

“Artigo 19º. A cobrança pelo uso de recursos hídricos objetiva:

I – reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor;

II – incentivar a racionalização do uso da água;

III – obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos;

Artigo 21º. Na fixação dos valores a serem cobrados pelo uso dos recursos hídricos devem ser observados, dentre outros:

I – nas derivações, captações e extrações de água, o volume retirado e seu regime de variação;

II – nos lançamentos de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, o volume lançado e seu regime de variação e as características físico-químicas, biológicas e de toxicidade do afluente.

Artigo 22º. Os valores arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos serão aplicados prioritariamente na bacia hidrográfica em que foram gerados e serão utilizados:

I – no financiamento de estudos, programas, projetos e obras incluídos nos Planos de Recursos Hídricos;

II – no pagamento de despesas de implantação e custeio administrativo dos órgãos e entidades integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

§ 1º A aplicação nas despesas previstas no inciso II deste artigo é limitada a 7,5% (sete e meio por cento) do total arrecadado.

§ 2º Os valores previstos no caput deste artigo poderão ser aplicados a fundo perdido em projetos e obras que alterem, de modo considerado benéfico à coletividade, a qualidade, a quantidade e o regime de vazão de um corpo de água.”

2.2 – Cobrança: princípios econômicos

Devido às danosas conseqüências das externalidades geradas pelo uso desregrado dos recursos naturais e aos impasses do Estado quanto à gestão ambiental, os neoclássicos propuseram a adoção de instrumentos econômicos de regulação da atividade econômica, visando conservar os recursos naturais para as futuras gerações (MOTA, 2001).

Segundo a análise neoclássica, estes instrumentos possibilitam gerir os problemas de escassez e degradação dos recursos naturais, buscando atingir o equilíbrio de mercado e o restabelecimento do bem-estar dos agentes econômicos. Caberia ao Estado, portanto, ao invés de regular as atividades econômicas, criar condições de livre funcionamento dos instrumentos de mercado, que por si só, agiriam em prol da minimização das externalidades negativas (MARTINS, 2003).

A adoção de instrumentos econômicos, segundo os neoclássicos, apresenta a finalidade de induzir os agentes econômicos a buscar atingir melhores resultados quanto à eficácia ambiental, reduzindo as cargas poluentes e buscando um uso mais regrado dos recursos naturais (CÁNEPA, 2000).

A maioria dos instrumentos econômicos baseia-se no Princípio Poluidor Pagador – PPP, definido e adotado por diversos países industrializados a partir de 1972. O PPP tem como origem primordial a obra *Economia do Bem Estar*, apresentada na década de 1920 por

Pigou, segundo a qual, o fenômeno da externalidade negativa é reconhecido como uma discrepância entre o custo marginal e o custo social de produção, sendo este maior que aquele exatamente em relação ao dano causado. Esta diferença, a distorção entre os custos, deve ser corrigida através da imposição de um tributo, por unidade produzida, igual a esse valor, resultando assim, no aumento do preço da mercadoria. Este aumento corrigiria a externalidade, fazendo com que o consumidor pague o preço “real” pela mercadoria, que estando mais cara, reduziria seu consumo e amenizaria os danos aos recursos naturais (CÁNEPA, 2000).

A desconsideração deste acréscimo no preço da mercadoria, a internalização das externalidades negativas, poderia conduzir à exploração excessiva dos recursos naturais e ao aumento da poluição, acima do aceitável do ponto de vista social. A cobrança da água é um preço sobre o uso da água baseado no princípio do poluidor-usuário pagador. Este uso, por sua vez, pode se realizar por quantidade ou qualidade, tal como está reconhecido na nova gestão de recursos hídricos no país. Do ponto de vista econômico, a cobrança da água deve atender para dois objetivos: o de financiamento da gestão de recursos hídricos e o de redução das externalidades ambientais negativas (SEROA DA MOTA, 1998).

A cobrança, no entanto, não deve ser vista apenas como um instrumento arrecadatório e financiador do sistema de gerenciamento dos recursos hídricos, mas, como um indutor ao seu uso racional, reduzindo inclusive, a emissão de efluentes e a degradação dos corpos d'água (THAME, 2000).

A cobrança pelo uso da água é um importante mecanismo para o equilíbrio entre a oferta e a demanda desse recurso. O objetivo mais importante da cobrança pelo uso da água é garantir aos usuários do sistema uma utilização eficiente desse recurso, na medida que corrige as distorções no uso e combate eficazmente o desperdício, garantindo assim um padrão aceitável de preservação da água. Além de ser utilizada com a finalidade de racionalizar o uso, a cobrança pelo uso da água atua também como mecanismo eficiente de redistribuir os custos sociais de forma mais equitativa; disciplinar a localização dos usuários; promover o desenvolvimento regional integrado nas suas dimensões social e ambiental; e incentivar à melhoria nos níveis de qualidade dos efluentes lançados nos mananciais.

2.2.1 – Custo de oportunidade

A tarefa de valorar a água não é trivial, não tanto por se tratar de um recurso natural escasso, mas, principalmente, pelo fato da água poder ser utilizada por uma gama de

diferentes usos, com diferentes valorizações subjetivas e variados custos de oportunidade. É óbvio que em sendo um bem econômico, a água tem um valor de uso e um valor de troca.

As doutrinas econômicas têm procurado determinar de que dependem e como se estabelecem essas diferenças de preços, e constitui-se hoje um dos pontos mais controvertidos da teoria econômica. A doutrina clássica defende a idéia de que o valor real de um bem depende da quantidade de trabalho utilizada para produzi-lo, mas que, para efeito de troca, o seu preço deve refletir a relação que existe entre a oferta e a demanda desse bem.

A doutrina econômica neoclássica reflete a tendência dos clássicos e socialistas em utilizar o trabalho como índice de valor para a água, mas ressalta a primazia de elementos subjetivos, como por exemplo, o grau de preferência que os usuários têm pela água, bem como a sua presença física e o seu *custo de oportunidade*. O custo de oportunidade da água é definido pelo seu valor em um uso alternativo. O valor da água está fundamentado na apreciação subjetiva que cada usuário atribui a água, e se materializa em um preço, através do equilíbrio entre a oferta e a demanda desse recurso. Assim, quanto mais escassa for a água e quanto maior for a sua valorização subjetiva para os vários usuários, maior será o seu preço e vice-versa (MOTA, 2001).

O preço de reserva ou custo de oportunidade da água em um dado uso pode ser avaliado através de uma simulação (ou situação hipotética), na qual se interrompe a oferta desse recurso para esse uso, de modo a fazer com que os usuários procurem uma solução alternativa, ao menor custo possível. O preço de reserva da água é obtido através do custo adicional que os usuários terão que incorrer para buscarem uma solução alternativa, ao se interromper a derivação, captação ou utilização desse manancial. O preço de reserva da água é, portanto, o máximo valor que os usuários estariam dispostos a pagar por cada metro cúbico desse recurso e estarem indiferentes entre continuarem a consumir essa água ou buscarem uma solução alternativa que cause o mesmo efeito (CARRERA-FERNANDES *et al*, 2003).

2.2.2 – Demanda “tudo ou Nada”

Esse método consiste em avaliar as funções de demanda por água utilizando o conceito de custo de oportunidade desse recurso para os vários usuários. Nessa técnica, a função de demanda tudo ou nada é ajustada através de pares de pontos, obtidos através da quantificação do preço de reserva. O preço de reserva da água é estimado através do custo adicional que os usuários terão que incorrer nessa solução alternativa. A função de demanda ordinária por água é obtida através do processo de derivação da função de demanda tudo ou nada. A figura 2.2 ajuda a entender esse conceito de demanda. (DAMÁSIO, 2002). A curva

inferior dessa figura ilustra a função de demanda ordinária (marshalliana ou walrasiana) por água no uso j , a qual é especificada por:

$$p_j = p_j(x_j), \text{ com } dp_j(x_j)/dx_j < 0 \quad (2.1)$$

Onde x_j é a quantidade demandada de água no uso j e p_j o seu preço. A altura da curva de demanda ordinária em qualquer ponto (ou seja, $p_j(x_j)$) representa a disposição a pagar, a qual é definida pelo máximo valor que o usuário da água no uso j estaria disposto a pagar por uma dada quantidade x_j de água nesse uso. Com base nessa mesma curva de demanda, pode-se avaliar ainda o conceito de preço de reserva, p_j^r , o qual é definido por:

$$p_j^r(x_j) = (1/x_j) \int_0^{x_j} p_j(x_j) dx_j \quad (2.2)$$

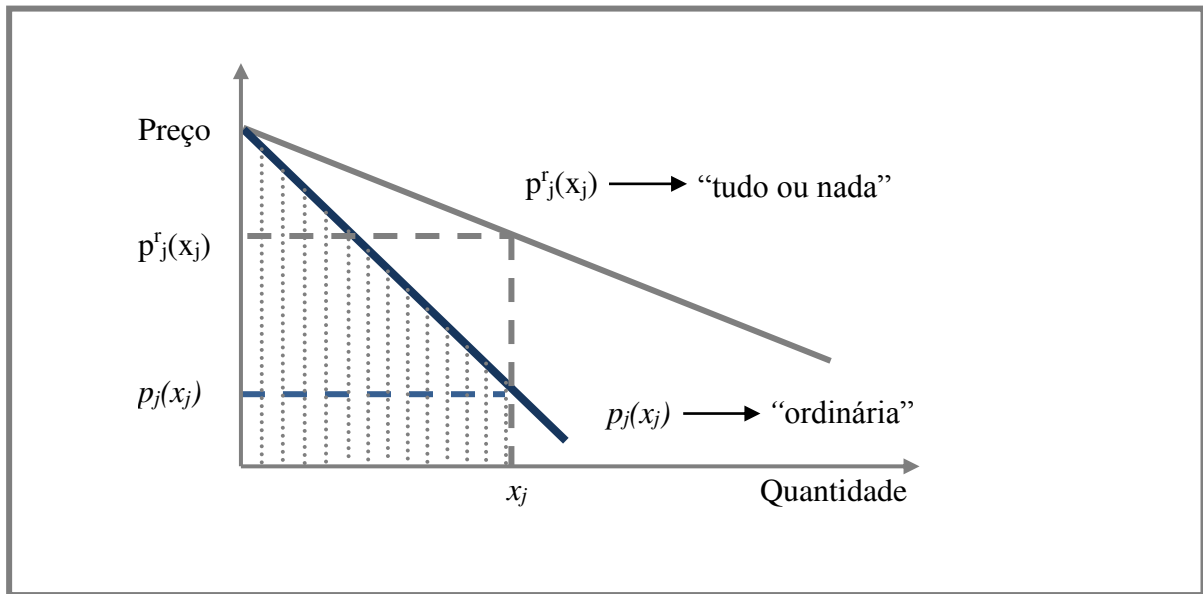
O preço de reserva corresponde à altura da curva de demanda tudo ou nada, a qual é mostrada na figura 2.2 pela curva mais alta. A expressão acima pode ser reescrita, alternativamente, da seguinte forma:

$$p_j^r(x_j)x_j = \int_0^{x_j} p_j(x_j) dx_j \quad (2.3)$$

Quando escrita dessa forma, a receita (benefício) que o usuário da água no uso j estaria disposto a não perder e pagando para isso o preço de reserva do lugar de não tê-la, absolutamente, corresponde à área por baixo da curva de demanda (área hachurada na figura 2.2). Diferenciando-se a demanda tudo ou nada em relação a x_j , obtém-se a demanda ordinária:

$$d[p_j^r(x_j)x_j]/dx_j = p_j(x_j) \quad (2.4)$$

Assim, a função de demanda ordinária, $p_j(x_j)$, pode ser obtida da função da demanda tudo ou nada, $p_j^r(x_j)$, de modo que, ao se estimar uma, pode-se obter automaticamente a outra. Além de ser uma solução simples, a principal vantagem da disponibilidade a pagar derivada a partir da demanda tudo ou nada é que o preço de reserva (ou custo da alternativa menos cara) representa uma alternativa legítima do valor social da água (DAMÁSIO, 2002).



FONTE: DAMÁSIO, 2002

Figura 2.1 – Função de demanda ordinária inversa e "tudo ou nada"

A curva de demanda ordinária inversa é a curva de demanda quando se pensa no preço em função da quantidade. Isto é, para cada nível de demanda do bem, a curva de demanda mede qual deveria ser o preço desse bem para que os usuários escolham tal nível de consumo. Portanto, a curva de demanda inversa mede a mesma relação que a curva de demanda direta, mas de outro ponto de vista (VARIAN, 1997).

2.2.3 – Elasticidade

Através da Lei da Oferta e da Procura é possível apontar a direção de uma resposta em relação à mudança de preços – demanda diminui quando o preço aumenta, oferta aumenta quando o preço diminui – mas não informa o quanto mais os consumidores demandarão ou os produtores oferecerão.

O conceito de elasticidade é usado para medir a reação frente a mudanças em variáveis econômicas. Por exemplo, para alguns bens os consumidores reagem bastante quando o preço aumenta ou diminui e para outros a demanda fica quase inalterada quando o preço aumenta ou diminui (SULLIVAN e SHEFFRIN, 2000). No primeiro caso se diz que a demanda é elástica e no segundo que ela é inelástica. Do mesmo modo os produtores também têm suas reações e a oferta pode ser elástica ou inelástica.

2.2.3.1 – A elasticidade preço-demanda (E_d)

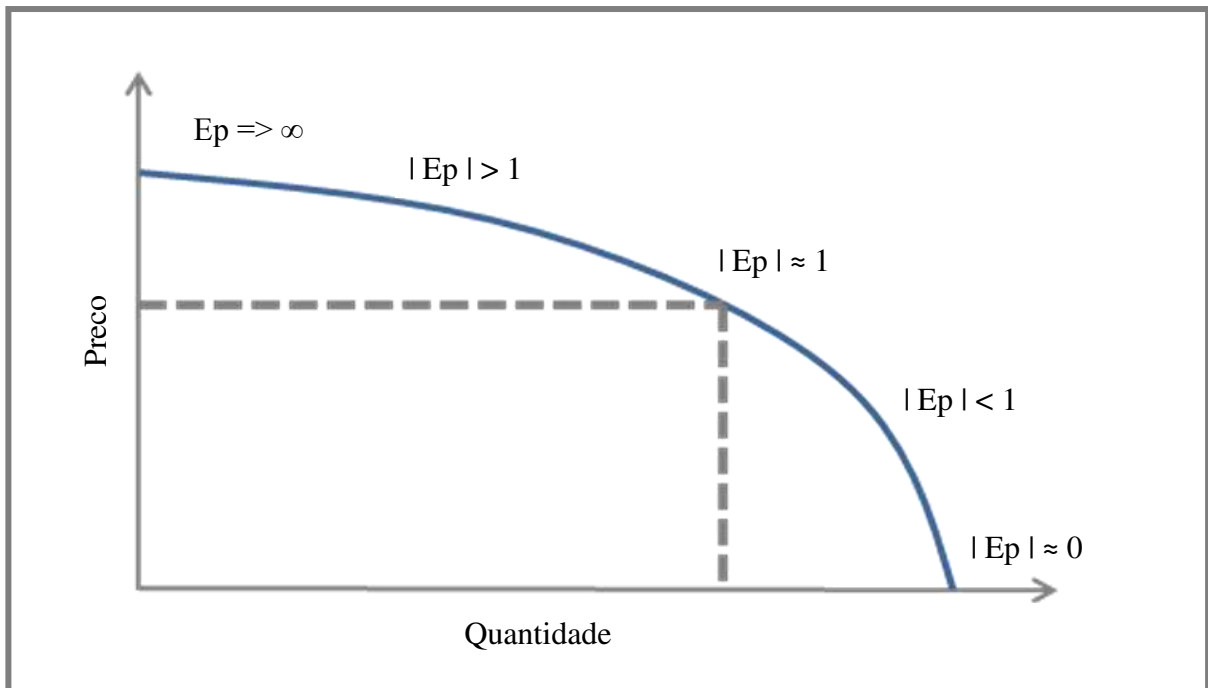
A elasticidade-preço da demanda (E_d) mede a reação dos consumidores às mudanças no preço. Essa relação é calculada pela razão entre dois percentuais: a variação percentual na quantidade demandada (∂Q) dividida pela variação percentual no preço (∂P). Ou seja,

$$E_d = \frac{\frac{\partial Q}{Q}}{\frac{\partial P}{P}} \quad (2.5)$$

Uma curva de demanda com a forma apresentada na Figura 2.3 apresenta diversos valores de elasticidade-preço ao longo da variação das quantidades Q . Observando a figura nota-se que a elasticidade tenderá a infinito quando a quantidade transacionada tender a zero, situação na qual qualquer incremento no preço anulará as transações do produto no mercado.

Nessa situação, a curva de demanda tende a uma horizontal ao eixo da quantidade e $\partial Q/\partial P$ tende a infinito. A demanda é dita *perfeitamente elástica*. A elasticidade diminuirá com o preço a partir deste limite superior. Até o ponto onde for unitária, o decréscimo de preço é compensado pelo aumento da quantidade transacionada e as receitas totais (multiplicação do preço pela quantidade) são incrementadas. Se o preço aumentar, as quantidades serão reduzidas em maior proporção e as receitas totais diminuirão (RIBEIRO, 1999).

Após atingir a *elasticidade unitária*, as receitas diminuem quando o preço decrescer ou aumentam quando o preço aumentar. Nessa faixa, ela irá até o ponto em que o preço é tão baixo que não mais afetará, significativamente, a quantidade transacionada. Nesse ponto a elasticidade é próxima a zero, a curva de demanda tende a uma paralela ao eixo dos preços e $\partial Q/\partial P$ tende a zero. A demanda é dita *perfeitamente inelástica*.



FONTE: RIBEIRO, 1999

Figura 2.2 – Representação gráfica elasticidade-preço

A análise empírica sobre a demanda de água permite observar que, enquanto há um volume considerável de aplicações ao uso doméstico e agrícola, poucos projetos analisam a demanda para uso industrial. No entanto, muitas questões relativas ao papel da água nos estabelecimentos industriais e agroindustriais permanecem sem conhecimento. Pouco se sabe sobre a participação dos recursos hídricos nos processos produtivos. Da mesma forma, o número de estudos que buscam analisar o impacto de instrumentos de política ambiental sobre o uso industrial da água é igualmente reduzido. Essa escassez de informações sobre o uso industrial da água e o impacto de políticas ambientais sobre esse tipo de uso é particularmente crítica no caso dos países em desenvolvimento (FÉRES, 2007).

Contudo, vários fatores apontam para a necessidade e atualidade de se investigar tais temas. De fato, o uso da água para fins industriais vem ganhando importância crescente em termos de volume captado, assim como a poluição de origem industrial, ela constitui-se em uma das principais causas da degradação dos recursos hídricos. Com a crescente deterioração da qualidade e quantidade desses recursos, é de se esperar a adoção de normas ambientais mais rígidas em um futuro próximo, com o estabelecimento de metas de redução de descarga de efluentes, o que resulta deste modo em aumentos significativos no custo total dos processos produtivos (FÉRES, 2007).

Como a elasticidade-preço refere-se às cogitações sobre quanto o consumidor estaria disposto a modificar o seu consumo de água caso houvesse uma alteração no preço, ela é um interessante conceito para subsidiar os valores a serem definidos para a cobrança pelo uso da água (RIBEIRO, 2000).

2.2.4 – Avaliação de benefícios de uma política ambiental

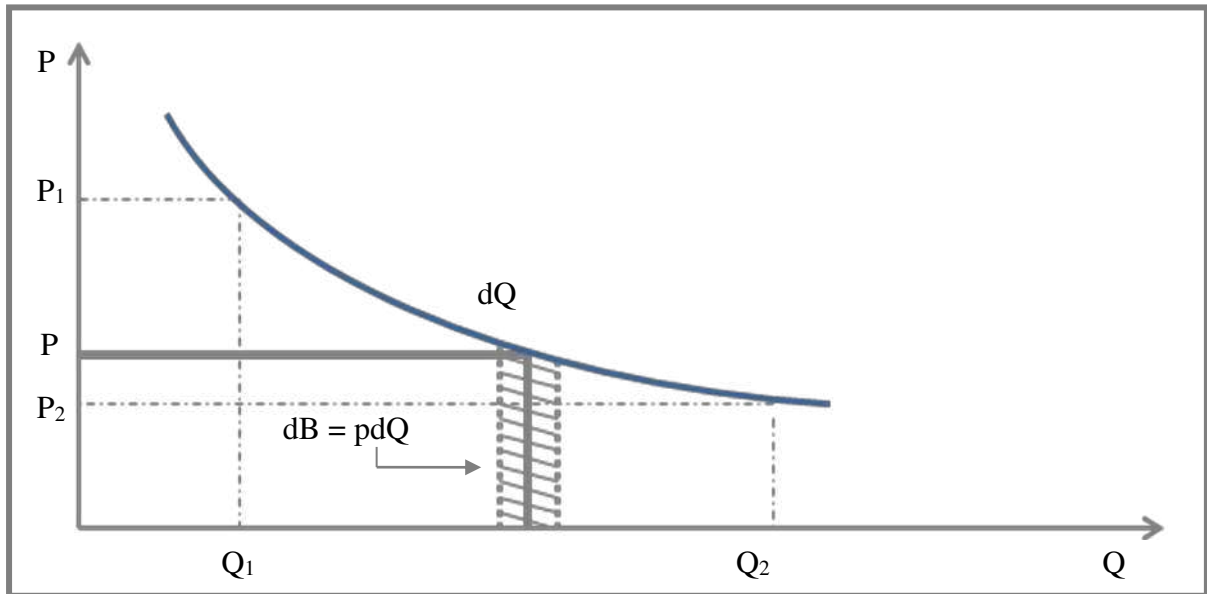
Uma política ambiental – seja por meio de regulamentação que estabeleça padrões (de emissão, de lançamento e de uso dos recursos em geral), seja por meio de mecanismos econômicos (como a taxação das cargas poluidoras) – deve provocar, no mínimo, uma redução da deterioração da qualidade ambiental, quando comparada com a que ocorreria caso essa política não fosse implantada (BRAGA, 2005).

De um modo geral, com a implementação de políticas ambientais, a sociedade passa a ter à sua disposição um ambiente potencialmente capaz de propiciar a satisfação de uma série de demandas antes impossíveis de serem atendidas. Elas vão desde natureza psicológica ligadas ao prazer estético da contemplação do ambiente belo e acolhedor, passando diretamente ligadas à produção e à eficiência do processo produtivo, como a redução das perdas de materiais e equipamentos em um ambiente menos agressivo, e chegando até as doenças.

Por meio de processos físicos, químicos e biológicos há uma melhoria na qualidade ambiental. Em conseqüência, esse ambiente melhorado passa a se constituir em um bem ou serviço para o qual existe demanda e ao qual as pessoas atribuem maior valor.

Uma das formas encontradas pelos economistas para medir esse valor baseia-se na Teoria do Benefício. Inicialmente desenvolvida para atender ao método benefício–custo para avaliação de projetos, ela vem sendo progressivamente aperfeiçoada para avaliar os bens e serviços ambientais. Segundo essa Teoria, o benefício de uma melhoria ambiental para um indivíduo deve ser entendido como uma medida, em moeda, do aumento de seu bem estar ou dos serviços que eles podem ter acesso. A avaliação desse valor monetário baseia-se na hipótese de que um indivíduo, diante de duas situações alternativas, seja sempre capaz de dizer qual delas prefere ou se é indiferente com relação as duas (BRAGA, 2005).

O cálculo do benefício como disposição a pagar depende de se conhecer as curvas de demanda de cada um dos vários bens e serviços de qualidade ambiental, conforme esquematização na Figura 2.4.



FONTE – BRAGA, 2005

Figura 2.3 – Curva de demanda ambiental

A disposição a pagar por uma variação infinitesimal da quantidade de um determinado bem ou serviço ambiental a partir da quantidade Q , sendo p o preço de um indivíduo disposto a pagar essa quantidade, equivale o incremento infinitesimal de benefício (B), ou seja:

$$dB = pdQ \quad (2.6)$$

Onde dQ é a variação infinitesimal da carga removida pelo tratamento.

O benefício proveniente da passagem da quantidade Q_1 à Q_2 , correspondendo a integral entre essas duas quantidades, equivale à área sob a curva de demanda (Figura 2.4):

$$B = \int_{Q_1}^{Q_2} pdQ \quad (2.7)$$

2.3 – Cobrança: experiências internacionais e nacional

2.3.1 – Cobrança no âmbito internacional

A cobrança exercida no exterior possui uma grande variação em relação as suas características no que está relacionado ao objetivo a ser alcançado, ao destino das receitas e na sua estrutura em si.

Nesta seção serão apresentados alguns modelos institucionais de cobrança pelo uso da água adotado por países que creditaram a este instrumento econômico a incumbência de reverter os danos causados a seus recursos hídricos. A apresentação de experiências

internacionais de cobrança pelo uso da água visa à melhor elucidação das complexas questões referentes a este instrumento.

Experiência da França

A política de gestão de recursos hídricos francesa tem servido de modelo em todo o mundo por ter sido um dos países precursores na aplicação da cobrança pelo uso da água combinada com uma gestão participativa e integrada por bacia hidrográfica.

A Lei das Águas de 1964 permitiu a implantação de um sólido e pioneiro sistema de gestão que se baseia em Comitês de Bacia ou “parlamento das águas”, onde está representado o poder público, os usuários e as associações civis interessadas. O sistema conta ainda com a figura das Agências de Bacias, entidades técnicas e financeiras que dão suporte e implementam as decisões dos comitês (SANTOS, 2002).

Foi, portanto, no contexto de uma ampla reforma na organização política e institucional de gestão das águas que a cobrança foi instituída na França. A estruturação do sistema francês de cobrança foi possível graças a duas inspirações inovadoras:

- ❖ Indenização pelas externalidades causadas (Poluidor-Pagador; Usuário-Pagador);
- ❖ Criação dos Comitês de Bacia e das Agências de Água, de forma a institucionalizar a solidariedade em nível de bacia hidrográfica;
- ❖ Os comitês de bacia foram criados com claras atribuições e amplos poderes deliberativos concernente à cobrança pelo uso da água, inclusive sobre a alocação dos recursos arrecadados através dos planos quinquenais de intervenção. Sobre todas as outras questões relacionadas às águas, inclusive conflitos de uso, os comitês têm somente poderes consultivos, embora as suas recomendações sejam sistematicamente respeitadas (MACHADO, 1998).

As Agências de Água têm como principal função os estudos e a cobrança pelo uso da água e a redistribuição dos recursos arrecadados segundo decisões dos comitês de bacia. Os comitês e as agências nasceram para exercer novas funções, essencialmente financeiras, e para ocupar somente os espaços vazios da estrutura política e institucional existente. As agências não podem ser proprietárias nem construir obras de saneamento básico, prerrogativa tradicional dos prefeitos franceses. Elas não assumiram as responsabilidades pelas atividades de comando e controle (outorga e licenciamento ambiental), exercidas pelos serviços regionais dos Ministérios responsáveis pela gestão das águas (MACHADO, 1998).

O Comitê reúne-se pelo menos duas vezes por ano e é composto com representantes dos diferentes interessados e envolvidos na gestão dos recursos hídricos, todos com mandato de 6 anos. Inicialmente, a sua composição era tripartite: 33,3% Estado; 33,3% usuários/organizações civis; e 33,3% políticos eleitos locais (das prefeituras, dos departamentos e das regiões). A partir de 1986, a representação do Estado passou a ocupar somente 20% dos assentos, cedendo 13,3% dos assentos para organizações civis de interesse difuso. O Comitê tem um presidente eleito a cada três anos entre os seus pares, sendo que os representantes do Estado são inelegíveis (MACHADO, 1998).

A Agência tem a obrigação do equilíbrio orçamentário via cobrança; ou seja, as agências são obrigadas a gastar tudo que arrecadam em ações previstas em seus programas de intervenção. Considerando que as Agências não podem ser proprietárias de obras e nem construí-las, a obrigação do equilíbrio orçamentário as obriga a implementar as ações previstas em parceria com terceiros, sem ter influência na outorga e licenciamento ambiental dos empreendimentos, matéria dos Ministérios responsáveis pela gestão das águas (SETTI, 1996).

A cobrança pelo lançamento de efluentes industriais nos corpos hídricos é avaliada de acordo com os seguintes parâmetros físico-químicos: carga de matéria em suspensão (MES), matérias oxidáveis (MO), matérias nitrogenadas (MN), matérias inibidoras (MI) e sais solúveis (SS). Os valores são estimados segundo coeficientes expressos em “unidades de poluição”, determinados pelo volume de poluição produzido por um habitante, denominado “equivalente-habitante”. Arbitrou-se que 1 habitante gera 162g de substâncias poluentes ao dia, sendo 90g de MES; 57 de MO e 15g de MN (LANNA, 1999).

Experiência da Alemanha

A gestão das águas na Alemanha, assim como na França, é fortemente caracterizada pelo federalismo e pelo princípio da subsidiariedade, onde tradicionalmente há uma distinção entre a política nacional e as questões locais, que são conduzidas pelos cidadãos e municípios. Associações de gestão das águas, que podem ser constituídas por proprietários de terras, empresas privadas e organismos públicos, exercem uma variada gama de funções, tais como o controle de enchentes, drenagem, e a proteção dos rios. Baseadas na participação dos usuários e na autonomia local, as associações podem abranger, segundo necessidades locais/regionais, desde uma pequena área rural, até a cobertura de grandes territórios, controlando orçamentos de milhões de euros (PROAGUA, 2001).

Destacam-se como exemplo notável deste tipo de organização, as associações presentes no vale do Ruhr. A gestão das águas desta importante região, de elevada concentração industrial e populacional, envolve três bacias distintas e quatro organismos de bacia, denominados sindicatos-cooperativas: o *Emschergenossenschaft*, criado em 1904 pelos ribeirinhos do rio *Emscher*; a *Ruhverband* e a *Ruhrtalsperrenverein*, hoje unificados, criados em 1913 para a gestão da qualidade e quantidade das águas do rio Ruhr; e o *Lippeverband*, criado em 1926 para a gestão do rio *Lippe*. Estas associações encontram-se tão imbricadas, que chegam a ser consideradas como sendo uma única organização do ponto de vista administrativo (FONTENELE, 1999).

O arranjo institucional de gestão das águas na Alemanha foi estabelecido a partir da promulgação da Lei Federal de Recursos Hídricos de 1957, revista em 1986. O Governo Federal (*Bund*) define uma estrutura básica para a gestão das águas em todo o território nacional, liberando os estados (*Länder*) para a complementação e detalhamento de suas normas (MACHADO, 2003).

O sistema alemão de cobrança pelo uso da água, ao possibilitar significativas deduções aos usuários que adotam medidas de controle da poluição, faz deste instrumento um indutor efetivo ao uso racional da água, além de sua eficiência financeira na manutenção do sistema. Ressalta-se, porém, o mérito da capacidade institucional de fazer cumprir as normas ambientais, que conjuntamente a aplicação das taxas, têm contribuído sobremaneira para o sucesso do sistema (SEROA DA MOTTA, 1998).

A praticidade e a aceitação social são outros méritos do sistema de cobrança alemão. Combinando fórmula simples, que adota como unidade padrão o equivalente-habitante, e considerando como base de cálculo o volume outorgado. A operacionalização do sistema evita questionamentos e facilita a compreensão dos usuários. Acresce-se a isto, a adoção de uma taxa uniforme, cobrada nacionalmente, que evita desequilíbrios relativos entre regiões do país, quanto aos efeitos de custos de produção (SANTOS, 2002).

Os elementos poluidores considerados no cálculo da cobrança estão relacionados aos valores limites legais estabelecidos pelo licenciamento ambiental. Uma vez determinada a carga total para cada parâmetro poluidor, a base de cálculo é obtida através da transformação dessa carga total em “unidades de toxicidade” sobre as quais incidem o preço unitário, determinado nacionalmente pelo governo central. Há incentivos para investimentos industriais que venham a diminuir os níveis de poluição, bem como há penalidades para os poluidores que não respeitam os limites legais do licenciamento ambiental.

O sistema é baseado nas seguintes formulações (SOUSA *et al.*, 2005), respectivamente, para a cobrança por captação de água e lançamento de efluentes:

$$\text{Cobr.} = Q \cdot V_u \quad (2.8)$$

Sendo:

Q = volume de água outorgado;

V_u = valor unitário;

Cobr. = cobrança captação.

$$\text{Cobr}_{\text{efu}} = V \cdot V_u \quad (2.9)$$

Sendo:

V = volume efluente;

V_u = valor unitário de acordo com a unidade de toxicidade;

Cobr_{efu} = cobrança lançamento.

Experiência da Holanda

Este sistema foi implementado em duas etapas onde os aspectos qualitativos foram os primeiros a serem cobrados no âmbito da regulamentação da lei relativa ao controle da poluição das águas, promulgada em 1969. Após duas décadas, os aspectos quantitativos, das águas subterrâneas, passaram a ser igualmente cobrados, a partir da lei de 1989, no âmbito de uma estrutura política e institucional completamente distinta da cobrança pela poluição das águas superficiais. O sistema de cobrança da Holanda é individualmente complexo e está contido em vários organismos em diferentes níveis de administração pública (SANTOS, 2002).

No que diz respeito à questão jurídica, a Holanda possui dois tipos de corpos d'água. São consideradas como "águas nacionais" os grandes rios e canais apresentando "interesse econômico nacional", notadamente para fins de navegação. A gestão dessas águas e a definição da política nacional de recursos hídricos são competências do Ministério de Transporte, Obras Públicas e Gestão das Águas, e em especial da Agência Nacional de Águas – *Rijkswaterstaat*, criada em 1798 e inserida mais tarde no âmbito desse Ministério. Após um século e meio de experiência, a *Rijkswaterstaat* foi reestruturada de forma a melhor assumir as suas responsabilidades na aplicação das leis relativas ao controle de poluição (1969) e à gestão quantitativa das águas (1989). Foram assim criadas treze "unidades desconcentradas"; algumas em nível de províncias outras em nível de sub-bacias. São essas unidades que operacionalizam a gestão e a polícia das águas de domínio do Estado Central, tanto nos

aspectos quantitativos (captação) quanto qualitativos (diluição). São igualmente esses serviços descentralizados que gerem a cobrança pelo lançamento de efluentes nas águas de suas responsabilidades (SANTOS, 2002).

Por outro lado, todas as águas que não são inventariadas como de “interesse econômico nacional” têm geralmente a sua gestão delegada às doze províncias que, por sua vez, podem delegá-la às *waterschappen*, como acontece em todo o País. De fato, as províncias exercem suas competências de gestora e polícia somente para as águas subterrâneas, no que se refere ao seu uso e proteção, esta última se inserindo em uma ação política global envolvendo o controle do uso do solo, a gestão de resíduos sólidos e a política agrícola. As províncias são igualmente responsáveis pela coordenação do planejamento integrado dos recursos hídricos, segundo diretivas estabelecidas pela Agência Nacional de Águas - *Rijkswaterstaat* e pela supervisão das 57 *waterschappen* e dos 537 municípios. Enfim, são as províncias quem aplicam e gerem o sistema de cobrança pelo uso das águas subterrâneas (SEROA DA MOTA, 1998).

Usuários-pagadores

Todos os principais usuários estão sujeitos à cobrança. Pelo uso quantitativo das águas, estão sujeitos à cobrança somente aqueles captando águas subterrâneas. Já pelo lançamento de efluentes, os usuários-pagadores são os seguintes:

- ❖ consumidor doméstico final;
- ❖ indústrias lançando diretamente nos corpos d'água;
- ❖ indústrias de pequeno e médio porte lançando na rede de esgotos (águas não-nacionais);
- ❖ estações de tratamento de esgoto (somente aquelas lançando em águas nacionais);
- ❖ agricultores, assimilados como indústrias de pequeno porte.

É natural que as ETE lançando em águas não-nacionais sejam isentas, uma vez que elas são operadas pelos mesmos organismos que aplicam a cobrança, as *waterschappen*; de fato, não faz sentido o agente operacionalizador da cobrança e gestor dos recursos arrecadados imputar a si próprio a cobrança pelo uso da água. Da mesma forma, faz sentido isentar as indústrias conectadas à rede de esgoto onde as ETE pagam (águas nacionais), uma vez que cabe a esta última o eventual repasse da parte da cobrança relativa às essas indústrias. Na mesma lógica, e ao contrário do caso anterior, as indústrias conectadas à rede pública pagam diretamente pela cobrança onde as ETE são isentas (águas não-nacionais) (GURGEL, 2001).

O objetivo principal da cobrança pelo uso da água na Holanda é a geração de receitas para o financiamento de programas de recuperação da qualidade das águas, notadamente a construção e manutenção de estação de tratamento de esgotos e pesquisas de novas tecnologias, e para o custeio das despesas técnico-administrativas da gestão das águas e do próprio sistema de cobrança. Do ponto de vista específico da água subterrânea, a cobrança aplicada se insere claramente na lógica de instrumento de gestão ao objetivar a redução das extrações excessivas, em determinadas regiões, e a proteção desses mananciais para abastecimento público, geralmente de melhor qualidade que as águas superficiais (GURGEL, 2001).

Cobrança pela poluição

Desde a sua aplicação em 1970, a cobrança pelo lançamento de efluentes evoluiu consideravelmente em termos de parâmetros de poluição. Inicialmente restrita à DBO e DQO. Atualmente a base técnica de cálculo considera vários parâmetros:

- ❖ DBO;
- ❖ DQO;
- ❖ Nitrogênio;
- ❖ Metais pesados; e
- ❖ Fósforo.

O conjunto de parâmetros adotados no cálculo da cobrança pode variar de um *waterschappen* a outro. Em geral, os elementos poluidores considerados são os mesmos que recebem algum tipo de tratamento por parte das obras sob o controle desses organismos.

Como na França, os lançamentos são estimados por métodos de estimação com base em coeficientes expressos em “unidades de poluição”. Uma “unidade de poluição” corresponde à quantidade de poluição produzida por um habitante, ou seja, a um “equivalente-habitante”. As medições *in loco* são reservadas aos grandes poluidores (indústrias) e aos casos contenciosos. A principal diferença com os procedimentos franceses concerne às despesas das medições dos grandes poluidores que, no sistema holandês, são sistematicamente assumidas pelo usuário pagador. De fato, os usuários que produzirem uma poluição superior a 1.000 unidades de poluição por ano são obrigados a fazer medições contínuas do volume dos efluentes lançados e a efetuar um controle da concentração das cargas poluidoras, mediante amostragens regulares. A determinação da base de cálculo por estimativa é aplicada a todos os outros usuários poluidores (SANTOS, 2002).

No caso da poluição doméstica, a cobrança é calculada para cada habitação, adotando-se a relação de 3,0 a 3,5 pessoas por habitação; as residências com um só morador pagam

somente 1,0 unidade de poluição, se assim elas o solicitarem. Para empresas de pequeno porte, ou seja, aquelas lançando menos de 20 unidades de poluição, estimam-se a cobrança da mesma forma que para o usuário doméstico final. Já a determinação da cobrança para atividades econômicas de porte médio, aquelas produzindo uma poluição inferior a 1.000 unidades de poluição, é bastante próxima da iniciativa francesa: a concentração dos efluentes é calculada utilizando-se uma “tabela de estimativa fixa” em função de uma série de características da empresa (número de empregados, tipo de atividade, consumo de água e de matéria prima etc.) (SANTOS, 2002).

A Tabela 2.1 apresenta os valores unitários da cobrança por captação e consumo segundo a fonte e o tipo de uso. A Tabela 2.2 apresenta o valor unitário da cobrança por emissão de poluente em alguns dos principais países europeus analisados.

Tabela 2.1 – Valores unitários da cobrança por captação e consumo em alguns países europeus.

País	Tipo de Cobrança	Fonte	Uso	Preço Médio US\$/1000m ³	Observações
França	Captação e Consumo	Água Superficial	Doméstico	10 a 50	variado por Bacia e por trecho de Bacia
			Industrial	5 a 20	
		Água Subterrânea	Doméstico	25 a 50	
			Industrial	10 a 30	
Alemanha	Captação	Água Superficial	Doméstico	15 a 60	variado por Estado
			Industrial	20 a 50	
			Agrícola	1,4 a 15	
		Água Subterrânea	Doméstico	15 a 180	
			Industrial	20 a 90	
			Agrícola	2 a 80	
Holanda	Captação e Consumo	Água Subterrânea	Doméstico	140 a 170 (Federal) 5 a 140 (Provincial)	cobrada duplamente (ao nível Federal e Provincial)
			Industrial e Agrícola	50 a 80 (Federal)	

FONTE: SANTOS (2002) com base em BUCKLAND & ZABEL (1998) e OCDE (1999), referente ao início da década de 1990.

Tabela 2.2 – Valores unitários da cobrança por emissão de poluentes em alguns países europeus.

Países	França		Alemanha	Holanda		
	Mínimo	Máximo		Mínimo	Máximo	
U\$\$/Kg						
Parâmetro						
DQO	0,14	1,28		0,5	1,4	
N	0,10	0,3	0,6	2,2	6,23	
P	0,15	0,9	1,3			
AOX	0,46	2,2	10,5			
Metais	As	3,8		15,8	236,2	674,9
	Cd	19,0	316,0		236,2	674,9
	Cr	0,4	63,2	316,0		
	Cu	1,8	31,6	63,2	23,6	67,5
	Hg	19,0	1580,0	31,6	236,2	674,9
	Ni	1,8	63,2	1580,0	23,6	67,5
	Pb	3,8	63,2	63,2		
	Zn	0,4	1,8		23,6	67,5

FONTE: SANTOS (2002) com base em BUCKLAND & ZABEL (1998).

2.3.2 – Cobrança no âmbito nacional

No Brasil, a cobrança pelo uso dos recursos hídricos está prevista na Lei Federal 9.433 de 1997. Ela tem por objetivos (artigo 19º): “reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor; incentivar a racionalização do uso da água e obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos”.

A definição de regras para cobrança do uso da água das bacias hidrográficas foi anunciada pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) no Dia da Água de 22 de março de 2005. A Resolução n.º 48, de 21/3/2005, estabelece critérios gerais para a cobrança em todo o País. As regras de cobrança passam a ser definidas, agora, dentro de cada comitê de bacia hidrográfica.

Em alguns Estados e bacias hidrográficas brasileiras, sistemas de cobrança pelo uso da água vêm sendo propostos. O texto a seguir discute os estudos ou experiência do Estado do Ceará, da Bacia do rio Paraíba do Sul (CEIVAP), do Estado do Rio de Janeiro, Bacia dos rios Piracicaba Capivari e Jundiá (PCJ) e do Estado de São Paulo.

Ceará

Desde dezembro de 1996, o Ceará vem cobrando pela utilização dos recursos hídricos superficiais de domínio do estado. Enquanto muitos estados regulamentaram a cobrança por meio de lei complementar, o Ceará implementou-a por decreto, sob uma forma simples e gradual.

O instrumento da cobrança pelo uso da água é aplicado no Ceará sob forma e objetivos bem diversos daqueles comumente aplicados nos países europeus e no sistema paulista. Trata-se de cobrança por captação e adução de água bruta num estado semi-árido com graves problemas de escassez.

Inicialmente, apenas as indústrias ligadas a rede pública e as concessionárias de água e esgoto formaram o cadastro dos usuários-pagadores, notadamente da Região Metropolitana de Fortaleza. Gradativamente, a cobrança se expande aos usuários do interior e ao setor de irrigação de três unidades hidrográficas.

A cobrança implantada no Ceará foi facilitada pelos seguintes fatos:

- ❖ Um convênio é assinado com o DNOCS (Departamento de Obras Contra as Secas), delegando à COGERH (Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos) a gestão de boa parte do complexo hidráulico do DNOCS, com grande importância para o abastecimento de água no estado.
- ❖ Os primeiros usuários industriais tiveram suas tarifas de fornecimento de água bruta transferidas da CAGECE (Companhia de Águas e Esgotos do Ceará) para a COGERH, ou seja, esses industriais deixaram de pagar as tarifas da CAGECE para pagar valores inferiores à COGERH, a título de pagamento pelo uso da água bruta outorgada, o que explica a facilidade com que o Ceará pôde iniciar a cobrança junto ao setor industrial.

A COGERH trouxe para si uma série de incumbências que nos demais estados brasileiros são exercidas por vários órgãos do sistema de gestão das águas. A COGERH funciona como Agência de Bacia, tem as funções herdadas do DNOCS, tem poder de comando-e-controle dos aspectos quantitativos dos recursos hídricos (outorga de direitos de uso) e ainda coordena algumas atividades que são típicas de Comitês em outros estados brasileiros, principalmente no que se refere à cobrança pelo uso da água. Portanto, o modelo cearense é mais centralizado do que a maioria dos sistemas de gestão idealizados no Brasil.

Outra grande simplificação do sistema cearense de cobrança é que se paga somente pelos aspectos de quantidade, não existindo sequer cobranças diferenciadas pela captação e

pelo consumo. Tampouco existe alguma diferenciação por tempo ou lugar de captação. O cálculo da cobrança é baseado no volume de água efetivamente utilizado pelo usuário. A COGERH arrecada mensalmente a cobrança junto aos usuários-pagadores e aplica os valores arrecadados segundo decisão da direção da empresa (RAMOS, 2007).

O Decreto nº 28.074, de 29 de dezembro de 2005, que regulamenta a referida Lei, estabelece que a tarifa a ser cobrada pelo uso dos recursos hídricos será calculada utilizando-se a fórmula abaixo (artigo 2º):

$$T(u) = (T \cdot V_{ef}) \tag{2.10}$$

Sendo:

T(u) = tarifa do usuário;

T = tarifa padrão sobre volume consumido (Preço Unitário);

V_{ef} = volume mensal consumido pelo usuário.

Conforme o artigo 3º do referido Decreto, o valor de T variará dependendo dos usos dos recursos hídricos, para captação superficial e subterrânea e do tipo de usuário.

I - Abastecimento público:

a) na região metropolitana: $T = R\$ 69,30/1.000 \text{ m}^3$;

b) nas demais regiões do interior do estado: $T = R\$ 32,77/1.000 \text{ m}^3$;

II – Indústria: $T = R\$ 1.036,63/1.000 \text{ m}^3$

III – Piscicultura:

a) em tanques escavados: $T = R\$ 15,60/1.000 \text{ m}^3$;

b) em tanques rede: $T = R\$ 31,20/1.000 \text{ m}^3$;

IV – Carcinicultura: $T = R\$ 31,20/1.000 \text{ m}^3$;

V - água mineral e água potável de mesa: $T = R\$ 1.036,63/1.000 \text{ m}^3$;

VI – Irrigação:

a) consumo de 1.441 m³/mês até 5.999 m³/mês, $T = R\$ 3,00/1.000 \text{ m}^3$;

b) consumo de 6.000 m³/mês até 11.999 m³/mês, $T = R\$ 6,72/1.000 \text{ m}^3$;

c) consumo de 12.000 m³/mês até 18.999 m³/mês, $T = R\$ 7,30/1.000 \text{ m}^3$;

d) consumo de 19.000 m³/mês até 46.999 m³/mês, $T = R\$ 8,40/1.000 \text{ m}^3$;

e) consumo a partir de 47.000 m³/mês, $T = 9,60/1.000 \text{ m}^3$;

VII – Demais categorias de uso: $T = R\$ 69,30/1000 \text{ m}^3$.

Rio de Janeiro

A aprovação de uma lei de cobrança pelo Governo do Estado do Rio de Janeiro, no final do ano de 2003, teve um ritmo de concepção e implementação muito veloz, gerando avanços e resistências nos diversos setores do Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos.

A Lei Estadual nº 4.247, de 16 de dezembro de 2003, dispõe sobre a cobrança pela utilização dos recursos hídricos de domínio do Estado do Rio de Janeiro e dá outras providências. A formulação apresentada nesta Lei é similar a do CEIVAP, com algumas diferenciações particulares a aplicação da política de gestão no Estado.

Dentre os objetivos desta Lei, destaca-se reconhecer a água como bem econômico e como recurso limitado; incentivar o uso racional, estimular processos produtivos tecnologicamente menos poluidores; obter recursos para proporcionar a gestão dos recursos hídricos (artigo 2º).

A Lei 5.234 criada em maio de 2008, que altera a Lei 4.247 de dezembro de 2003 em alguns pontos. Segundo essa lei:

Art 4º – Passam a ter nova redação os incisos II, III e IV do Art. 11 da Lei nº4.247/03, ficando revogados os incisos I e V, nos seguintes termos:

“Art 11 - para os fins tratados nesta Lei, devem também ser considerados os seguintes critérios:

II – Do montante arrecadado pela cobrança sobre o uso dos recursos hídricos de domínio estadual, serão aplicados 90% (noventa por cento) na bacia hidrográfica arrecadadora, bem como os outros 10% (dez por cento) no órgão gestor de recursos hídricos do Estado do Rio Janeiro;

III – Dos valores arrecadados com as demais receitas do FUNDRHI, será aplicado, na bacia hidrográfica de captação dos recursos, um mínimo de 50% (cinquenta por cento) em despesas com investimentos e custeio, e o restante aplicado em quaisquer outras bacias hidrográficas do Estado e no órgão gestor de recursos hídricos, mediante proposta enviada pelo órgão gestor e aprovação pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERHI;

IV – Em virtude da transposição das águas do rio Paraíba do Sul para abacia do rio Guandu, serão aplicados, obrigatoriamente, na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, 15% (quinze por cento) dos recursos oriundos da cobrança pelo uso de água bruta na bacia hidrográfica do rio Guandu, até que novos valores

sejam aprovados pelo Comitê para Integração da Bacia do Rio Paraíba do Sul - CEIVAP e Comitê Guandu, e referendado pelo CERHI.”

Art. 24 – No mínimo, 70% (setenta por cento) dos recursos arrecadados pela cobrança pelo uso da água incidente sobre o setor de saneamento serão obrigatoriamente aplicados em coleta e tratamento de efluentes urbanos, respeitadas as destinações estabelecidas no art. 4º desta Lei, até que se atinja o percentual de 80% (oitenta por cento) do esgoto coletado e tratado na respectiva Região Hidrográfica.

Compete à SERLA (Fundação Superintendência Estadual de Rios e Lagoas) arrecadar, distribuir e aplicar receitas oriundas da cobrança, segundo o plano de aplicação de receitas definidos pelos comitês (onde existirem) em articulação com as prioridades apontadas pelo Plano de Bacia Hidrográfica.

Os “Preços Públicos Unitários (PPU’s)” adotados no Estado do Rio de Janeiro para os diversos usos estão definidos na Tabela 2.3 a seguir:

Tabela 2.3 – Valores unitários da cobrança em para diversos usos no Rio de Janeiro.

Experiências e estudos no Brasil	Tipo de Cobrança	Fonte	Uso	Preços ou Tarifas Médias R\$/1000m ³	Obs.
Estado do Rio de Janeiro e CEIVAP ¹	Captação, Consumo	Água Superficial e Subterrânea	Saneamento	20	- Cobrança insignificante de derivações e captações com vazões de até 1l/s, com seus efluentes correspondentes.
			Industrial	20	- Cobrança insignificante: idem saneamento
			Agropecuário	0,5	- DBO = zero, exceto suinocultura; - Cobrança inferior a 0,5% dos custos de produção; - Cobrança insignificante: idem saneamento.
			Aqüicultura	0,4	- DBO = zero; - Cobrança inferior a 0,5% dos custos de produção; - Cobrança insignificante: idem saneamento.
			Geração de energia	-	- 0,75% do valor da energia gerada - Cobrança insignificante para potência instalada de até 1MW (megawatt).
			Mineração	20	- Cobrança insignificante: idem saneamento.

Nota: 1 – Deliberações CEIVAP (nº 08/2001 e nº 15/2002) e Lei Estadual 4.247 (2003)

Bacia do rio Paraíba do Sul

A Bacia do rio Paraíba do Sul foi a primeira bacia brasileira, onde foi implantado, de fato, o sistema de gestão das águas previsto em Lei 9433/97. Seu pioneirismo, seus sucessos e insucessos devem servir de aprendizado para as bacias que pretendem avançar no processo de gestão. Nesse sentido, o presente texto abordará a experiência já vivida no que se refere à cobrança e, em seguida, abordará alguns cenários futuros de evolução conceitual da cobrança.

Essa bacia apresenta-se bastante preparada, do ponto de vista técnico, político e institucional, para avançar rapidamente na implementação da gestão por bacias hidrográficas. Sua história mostra o interesse que ela despertou para receber estudos vários de natureza técnica, a saber: Cooperação Brasil-França (1992- 1998); Projeto Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica – PQA (1997-999); Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos da Bacia do Paraíba do Sul – PPG (1999-2000); Projeto de Gestão da Bacia do rio Paraíba do Sul – PGRH (2000-2002).

Do ponto de vista político e institucional, o grande interesse dos agentes da bacia pela conservação, proteção e recuperação das águas pode ser mensurado pela quantidade e qualidade dos organismos de bacia criados a partir de 1994; três comitês de bacia e seis consórcios intermunicipais e/ou associação de usuários, onde se destaca o CEIVAP – Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul por sua responsabilidade de integração de todos os demais, sob a perspectiva da gestão da Bacia do Paraíba do Sul como um todo. Criado em 1996 e re-estruturado em 1998, o CEIVAP tem intensificado suas atividades técnicas nos últimos anos graças, principalmente, ao seu Escritório Técnico e ao apoio permanente prestado pelo Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente da COPPE/UFRJ de 1997 até dezembro de 2002.

A implantação da cobrança pelo uso da água numa bacia do porte e complexidade da do Paraíba do Sul é imaginada ser bastante difícil, seja pelos problemas decorrentes das quatro diferentes dominialidades das águas, seja pela incipiente cultura do uso racional da água no país. Uma vez que a implantação da cobrança deve se dar em nível de bacia hidrográfica mediante esforço conjunto por parte do poder regulador e por parte dos organismos de bacia, pode se avaliar os difíceis níveis de negociação e pactuação em torno dos métodos e valores da cobrança (SERRICCHIO *et al*, 2005).

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

São potenciais pagadores todos os usuários de rios federais da bacia, quais sejam: indústrias, setor saneamento, setor agropecuário, aquicultura, Atividades mineradoras de características industriais e PCHs isentas da compensação financeira pelo setor elétrico.

Dentre todos os setores usuários, são isentos da obrigatoriedade da cobrança somente os usos considerados insignificantes para efeito de outorga de direitos de uso, definidos nessa fase inicial pelo CEIVAP como aqueles cuja captação ou derivação não exceda 01 l/s, com seus efluentes correspondentes. Para o setor de PCHs, uso insignificante significa potência instalada inferior a 100KW. Os usuários das águas estaduais da bacia serão objeto de cobrança na medida em que os governos dos Estados envolvidos (Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo) implementem seus próprios sistemas de cobrança ou acordem em estender ao seu território na bacia, os procedimentos já implantados para o rio principal.

Metodologia de cobrança do CEIVAP:

O sistema de cobrança aprovado, após cumpridas algumas condicionantes colocadas pelo comitê, entrou em vigor em março de 2003, por um período de 3 anos. Em fevereiro de 2006 o Comitê aprovou a prorrogação da metodologia de cobrança até dezembro de 2006, enquanto se discute a alteração da cobrança para o próximo período.

O pressuposto mais importante na definição da metodologia de cobrança do CEIVAP foi a simplicidade conceitual e operacional que possibilitasse sua aplicação a curto prazo, tendo em vista as limitações de cadastro da bacia na ocasião. Além disso, a simplicidade da formulação dá aos usuários o pleno entendimento e controle do processo, minimizando a insegurança dos usuários pagadores frente à novidade da cobrança. Esses fatos são importantes para facilitar a aprovação da cobrança.

A metodologia de cobrança adotada pelo CEIVAP é aplicável a todos os setores usuários, exceto ao setor hidrelétrico. Para cada elemento gerador de cobrança (captação, consumo e diluição), a cobrança é composta de duas partes que se combinam entre si, a saber:

- ❖ conjunto de parâmetros (medidos/estimados) para expressar o volume de água (**vazão**);
- ❖ preço básico de cada elemento gerador de cobrança (**preço**).

$$C = Q_{\text{cap}} \cdot K_0 \cdot \text{PPU} + Q_{\text{cap}} \cdot K_1 \cdot \text{PPU} + Q_{\text{cap}} \cdot (1 - K_1) \cdot (1 - K_2 K_3) \cdot \text{PPU}$$

The diagram shows the formula above with three boxes below it, each connected to a part of the formula by a horizontal line. The first box, labeled 'captação', is connected to the first term of the formula. The second box, labeled 'consumo', is connected to the second term. The third box, labeled 'diluição de efluentes', is connected to the third term.

FONTE: SERRICCHIO *et al.*, 2005

Figura 2.4 – Metodologia de Cobrança CEIVAP

Onde,

- ❖ Q_{cap} é definido como vazão de captação (m³/s), fornecido pelo usuário.
- ❖ K_0 é definido como o redutor de preço unitário para captação (≤ 1); definido pelo CEIVAP.
- ❖ K_1 expressa o coeficiente de consumo para a atividade em questão, ou seja, a relação entre o volume consumido e o volume captado pelo usuário (ou ainda, percentual do volume captado que não retorna ao manancial); fornecido pelo usuário.
- ❖ K_2 expressa o percentual do volume de efluente tratado em relação ao volume produzido, ou seja, a relação entre a vazão efluente tratada e a total (ou ainda, o índice de cobertura de tratamento); fornecida pelo usuário.
- ❖ K_3 mostra o nível de eficiência de redução de DBO na estação de tratamento de efluentes; fornecido pelo usuário.
- ❖ PPU é o Preço Público Unitário, base do valor final de cobrança pela captação, pelo consumo e pelo lançamento de DBO (R\$/m³); definido pelo CEIVAP (CEIVAP, 2001).

A parcela de captação na fórmula representa a preocupação de considerar a captação como um fato gerador de cobrança, tal qual o consumo e a diluição de efluentes. O fato de um usuário dispor de uma “reserva de água”, correspondente à sua outorga, já é motivo suficiente para haver cobrança. Afinal, essa água reservada não poderá ser utilizada por outro usuário a montante. Ao instituir-se um K_0 menor que um, procurou-se estabelecer uma relação de importância entre a captação e o consumo. A premissa básica dessa relação é que o consumo tem maior impacto do que a captação, uma vez que indisponibiliza de forma definitiva a água para outros usos.

A parcela de consumo define o valor a ser pago pela vazão efetivamente consumida, expressa pelo coeficiente de consumo K_1 .

Quanto a terceira parcela, foram considerados os esforços daqueles que já buscam racionalizar o uso da água ou diminuir os níveis de poluição dos seus efluentes. Nesse caso, a

expressão $(1 - K2 K3)$ corresponde a uma redução da poluição causado pelo efluente. Quanto maior o percentual de efluentes tratados ou quanto maior a eficiência do tratamento, menor o valor pago pelo lançamento.

A simplificação dos aspectos qualitativos pela escolha de um único parâmetro (DBO) levou em conta os seguintes fatos:

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

De acordo com o Setor de Cobrança da Agência Nacional das águas (ANA), no ano de 2005 o setor agrícola deve ser responsável pela arrecadação de R\$ 8 mil a R\$ 10 mil no Paraíba do Sul. Valor insignificante perto do que é arrecadado pela indústria e empresas de saneamento - setores que também fazem parte dos usuários da água da bacia que, no ano passado pagaram mais de R\$ 6 milhões. O setor de irrigação pagou, em 2004, pouco mais de R\$ 2 mil. São números irrisórios, se levarmos em conta que 60% da água consumida para fins comerciais vai para a agricultura (SEMAH, 2005). Os “Preços Públicos Unitários (PPU’s)” adotados pelo CEIVAP para os diversos usos, estão definidos na Tabela 2.2

Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (PCJ)

Os Comitês das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá foram criados e instalados segundo a Lei Estadual nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991. A Deliberação Conjunta dos Comitês PCJ nº 025, de 21 de outubro de 2005, estabelece mecanismos e sugere os valores para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos nos corpos d’água de domínio da União existentes nas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, a ser iniciada a partir de 1º de janeiro de 2006.

São cobrados os usos: captação, consumo, irrigação, captação e consumo dos usuários do setor rural, lançamento de cargas orgânicas (DBO), geração de energia elétrica por meio de pequenas centrais hidroelétricas (PCH’s) e por fim, será cobrado o volume de água captado e transportado das bacias PCJ para outras bacias. A cobrança incide sobre águas superficiais

A cobrança para os diversos usos é determinada pelas formulações a seguir, segundo a Deliberação PCJ nº 025/05, anexo I:

$$\mathbf{Valor}_{\text{Total}} = (\mathbf{Valor}_{\text{cap}} + \mathbf{Valor}_{\text{cons}} + \mathbf{Valor}_{\text{Rural}} + \mathbf{Valor}_{\text{CO}} + \mathbf{Valor}_{\text{PCH}} + \mathbf{Valor}_{\text{transp}}) \cdot \mathbf{K}_{\text{Gestão}} \quad (2.11)$$

Sendo:

$\mathbf{Valor}_{\text{Total}}$ = pagamento anual pelo uso da água, referente a todos os usos do usuário;

$\mathbf{Valor}_{\text{cap}}$; $\mathbf{Valor}_{\text{cons}}$; $\mathbf{Valor}_{\text{Rural}}$, $\mathbf{Valor}_{\text{CO}}$; $\mathbf{Valor}_{\text{PCH}}$ e $\mathbf{Valor}_{\text{transp}}$ = pagamentos anuais pelo uso da água, conforme definido nas formulações 2.12, 2.13, 2.14, 2.15, 2.16, 2.17 e 2.18;

$\mathbf{K}_{\text{Gestão}}$ = 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 $\mathbf{K}_{\text{Gestão}}$ será tomado como 1 (um), podendo os comitês PCJ definir valor zero (SILVA, 2006).

Descrição dos itens da formulação 2.11:

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

$$\mathbf{Valor}_{\text{cap}} = (\mathbf{K}_{\text{out}} \cdot \mathbf{Q}_{\text{cap out}} + \mathbf{K}_{\text{med}} \cdot \mathbf{Q}_{\text{cap med}}) \cdot \mathbf{PUB}_{\text{cap}} \cdot \mathbf{K}_{\text{cap classe}} \quad (2.12)$$

Sendo:

$\mathbf{Valor}_{\text{cap}}$ = pagamento anual pela captação de água;

\mathbf{K}_{out} = peso atribuído ao volume anual de captação outorgado;

\mathbf{K}_{med} = peso atribuído ao volume anual de captação medido;

$\mathbf{Q}_{\text{cap out}}$ = volume anual de água captado, em m³, em corpo d'água de domínio da União, segundo valores da outorga, ou estimados pela ANA, se não houver outorga;

$\mathbf{Q}_{\text{cap med}}$ = volume anual de água captado, em m³, em corpo d'água de domínio da União, segundo dados de medição;

$\mathbf{PUB}_{\text{cap}}$ = preço unitário básico para captação superficial;

$\mathbf{K}_{\text{cap classe}}$ = coeficiente que leva em conta a classe de enquadramento do corpo d'água no qual se faz a captação (SILVA, 2006).

A cobrança pelo **consumo** de água será feita de acordo com a seguinte equação:

$$\mathbf{Valor}_{\text{cons}} = (\mathbf{Q}_{\text{capT}} - \mathbf{Q}_{\text{lançT}}) \cdot \mathbf{PUB}_{\text{cons}} \cdot (\mathbf{Q}_{\text{cap}} / \mathbf{Q}_{\text{capT}}) \quad (2.13)$$

Sendo:

$\mathbf{Valor}_{\text{cons}}$ = pagamento anual pelo consumo de água;

\mathbf{Q}_{cap} = volume anual de água captado, em m³, (igual ao $\mathbf{Q}_{\text{cap med}}$ ou igual ao $\mathbf{Q}_{\text{cap out}}$, se não existir medição, em corpos d'água de domínio da União);

\mathbf{Q}_{capT} = volume anual de água captado total, em m³, (igual ao $\mathbf{Q}_{\text{cap med}}$ ou igual ao $\mathbf{Q}_{\text{cap out}}$, se não existir medição, em corpos d'água de domínio da União, dos Estados mais aqueles captados diretamente em redes de concessionárias dos sistemas de distribuição de água);

$Q_{lan\grave{c}T}$ = volume anual de água lançado total, em m^3 , (em corpos d'água de domínio dos Estados, da União ou em redes públicas de coleta de esgotos);

PUB_{cons} = preço unitário básico para o consumo de água.

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

$$\mathbf{Valor}_{cons} = Q_{cap} \cdot PUB_{cons} \cdot K_{retorno} \quad (2.14)$$

Sendo:

$Valor_{cons}$ = pagamento anual pelo consumo de água;

Q_{cap} = volume anual de água captado, em m^3 , (igual ao $Q_{cap\ med}$ ou igual ao $Q_{cap\ out}$, se não existir medição, ou valor estimado pela ANA, se não houver outorga);

PUB_{cons} = preço unitário básico para o consumo de água;

$K_{retorno}$ = coeficiente que leva em conta o retorno, aos corpos d'água, de parte da água utilizada na irrigação (SILVA, 2006).

A cobrança pela captação e pelo consumo de água para os usuários de recursos hídricos denominados de usuários do setor Rural será efetuada de acordo com a seguinte equação:

$$\mathbf{Valor}_{Rural} = (Valor_{cap} + Valor_{cons}) \cdot K_{Rural} \quad (2.15)$$

Sendo:

$Valor_{Rural}$ = pagamento anual pela captação e pelo consumo de água para usuários do setor Rural;

$Valor_{cap}$ = pagamento anual pela captação de água, calculado conforme equação 2.12;

$Valor_{cons}$ = pagamento anual pelo consumo de água, calculado conforme equação 2.14;

K_{Rural} = 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 (SILVA, 2006).

A cobrança pelo **lançamento de carga orgânica** será feita de acordo com a seguinte equação:

$$\mathbf{Valor}_{CO} = CO_{DBO} \cdot PUB_{DBO} \cdot K_{lan\grave{c}\ classe} \quad (2.16)$$

Sendo:

$Valor_{CO}$ = pagamento anual pelo lançamento de carga orgânica;

CO_{DBO} = carga anual de DBO_{5,20} efetivamente lançada, em kg;

PUB_{DBO} = preço unitário básico da carga de DBO_{5,20} lançada;

$K_{lan\grave{c}\ classe}$ = coeficiente que leva em conta a classe de enquadramento do corpo d'água receptor.

A cobrança pelo uso da água para geração hidrelétrica, por meio de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH's), será feita de acordo com a seguinte equação:

$$\text{Valor}_{\text{PCH}} = (0,2 \cdot \text{GH}_{\text{nominal}} + 0,8 \cdot \text{GH}_{\text{efetivo}}) \cdot \text{TAR} \cdot \text{K}_{\text{geração}} \quad (2.17)$$

Sendo:

$\text{Valor}_{\text{PCH}}$ = pagamento anual pelo uso da água para geração hidrelétrica em PCH's;

$\text{GH}_{\text{nominal}}$ = energia gerada anual, em MWh, segundo capacidade nominal da PCH;

$\text{GH}_{\text{efetivo}}$ = energia anual efetivamente gerada, em MWh, pela PCH;

TAR = tarifa atualizada de referência, em R\$/MWh, relativa à compensação financeira pela utilização dos recursos hídricos, fixada, anualmente, por Resolução Homologatória da ANEEL;

$\text{K}_{\text{geração}}$ = adotado igual a 0,01 (SILVA, 2006).

A cobrança pelo uso da água referente aos volumes de água que forem captados e transpostos das Bacias PCJ para outras bacias será feita de acordo com a seguinte equação:

$$\text{Valor}_{\text{transp}} = (\text{K}_{\text{out}} \cdot \text{Q}_{\text{transp out}} + \text{K}_{\text{med}} \cdot \text{Q}_{\text{transp med}}) \cdot \text{PUB}_{\text{transp}} \cdot \text{K}_{\text{cap classe}} \quad (2.18)$$

Sendo:

$\text{Valor}_{\text{transp}}$ = pagamento anual pela transposição de água;

K_{out} = peso atribuído ao volume anual de transposição outorgado;

K_{med} = peso atribuído ao volume anual de transposição medido;

$\text{Q}_{\text{transp out}}$ = volume anual de água captado, em m³, em corpos d'água de domínio da União, nas Bacias PCJ, para transposição para outras bacias, segundo valores da outorga, ou estimados pela ANA, se não houver outorga;

$\text{Q}_{\text{transp med}}$ = volume anual de água captado, em m³, em corpos d'água de domínio da União, nas Bacias PCJ, para transposição para outras bacias, segundo dados de medição;

$\text{PUB}_{\text{transp}}$ = preço unitário básico para a transposição de bacia;

$\text{K}_{\text{cap classe}}$ = coeficiente que leva em conta a classe de enquadramento do corpo d'água no qual se faz a captação (SILVA, 2006).

Os "Preços Unitários Básicos (PUB's)" adotados nas Bacias PCJ para os usos de captação e consumo estão apresentados na Tabela 2.4 a seguir:

Tabela 2.4 – Valores unitários da cobrança para o uso de captação e consumo da Bacia PCJ.

	Tipo de Cobrança	Fonte	Uso	Preços ou Tarifas Médias R\$/1000m ³	Obs.
Bacias Hidrográficas dos Rios PCJ¹	Captação e Consumo	Água Superficial	Captação	10	
			Consumo	20	
			Transposição de Bacia	15	

Nota: 1 – Deliberação PCJ n° 063 (2006).

Estado de São Paulo

A cobrança pelo uso dos recursos hídricos no Estado de São Paulo foi aprovada pela Lei Estadual n° 12.183, de 29 de dezembro de 2005, que dispõe sobre a cobrança pela utilização dos recursos hídricos no Estado. Segundo o artigo 1° desta Lei, a cobrança pelo uso dos recursos hídricos objetiva:

“I – reconhecer a água como bem público de valor econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor;

II – incentivar o uso racional e sustentável da água;

III – obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos e saneamento, vedada sua transferência para custeio de quaisquer serviços de infra-estrutura;

IV - distribuir o custo sócio-ambiental pelo uso degradador e indiscriminado da água;

V – utilizar a cobrança da água como instrumento de planejamento, gestão integrada e descentralizada do uso da água e seus conflitos.”

O Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos (CORHI) do Estado de São Paulo considera a cobrança sobre todos os usuários, inclusive indústrias localizadas fora da rede pública de distribuição/coleta, além dos usuários de lazer, recreação, aquíicultura, navegação, entre outros. A cobrança neste Estado incide sobre os fatores: captação, consumo (calculado pela diferença entre o volume captado e o volume devolvido, dentro dos limites da área de atuação do Comitê de Bacia) de águas superficiais e subterrâneas e diluição de efluentes (Lei Estadual n° 12.183/05). Ficando estabelecido na Lei Estadual n° 12.183/05, a adoção de mecanismos de compensação e incentivos para os usuários que devolverem a água em qualidade superior àquela determinada em legislação e normas regulamentares (SILVA, 2006).

O estudo mencionado do CORHI propõe a equação para o cálculo da cobrança apresentada a seguir:

$$\text{Cobrança Total} = \text{Cobrança Captação} + \text{Cobrança Consumo} + \text{Cobrança Diluição} \quad (2.28)$$

Sendo:

$$\begin{aligned} \text{Captação} &= Q_{\text{cap}} \cdot \text{PUB}_{\text{cap}} \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot \dots \cdot X_n \\ \text{Consumo} &= (Q_{\text{cap}} \cdot K_1) \cdot \text{PUB}_{\text{con}} \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot \dots \cdot X_n \\ \text{Diluição} &= \begin{cases} (Q_{\text{eflu}} \cdot C_{\text{eflu}}) \cdot \text{PUB}_{\text{DBO}} \cdot Y_1 \cdot Y_2 \cdot \dots \cdot Y_n \\ (Q_{\text{eflu}} \cdot C_{\text{eflu}}) \cdot \text{PUB}_{\text{DQO}} \cdot Y_1 \cdot Y_2 \cdot \dots \cdot Y_n \\ (Q_{\text{eflu}}) \cdot \text{PUB}_{\text{RS}} \cdot Y_1 \cdot Y_2 \cdot \dots \cdot Y_n \\ (Q_{\text{eflu}} \cdot C_{\text{eflu}}) \cdot \text{PUB}_{\text{CI}} \cdot Y_1 \cdot Y_2 \cdot \dots \cdot Y_n \end{cases} \end{aligned}$$

Sendo:

Q_{cap} = vazão captada (m^3/s);

Q_{con} = vazão consumida (m^3/s);

Q_{eflu} = vazão efluente = $Q_{\text{cap}} - Q_{\text{con}}$ (m^3/s);

C_{eflu} = concentração do efluente = Carga/ Q_{eflu} (g/m^3);

PUB_{cap} = preço unitário básico para captação ($\text{R}\$/\text{m}^3$);

PUB_{con} = preço unitário básico para consumo ($\text{R}\$/\text{m}^3$);

PUB_{DBO} = preço unitário básico para diluição de DBO ($\text{R}\$/\text{g}$);

PUB_{DQO} = preço unitário básico para diluição de DQO ($\text{R}\$/\text{g}$);

PUB_{RS} = preço unitário básico para diluição de Resíduos Sedimentáveis ($\text{R}\$/\text{m}^3$);

PUB_{CI} = preço unitário básico para diluição de Carga Inorgânica ($\text{R}\$/\text{g}$);

X_1 e Y_1 = coeficientes para diferenciar a cobrança em função do tipo de usuário;

X_2 e Y_2 = coeficientes para diferenciar a cobrança em função da classe do rio;

X_3 a X_n = coeficientes a serem inseridos gradualmente na fórmula para considerar outros aspectos como sazonalidade;

K_1 = coeficiente de consumo.

Cada bacia hidrográfica poderá introduzir seus coeficientes multiplicadores (X_1 , X_2 , Y_1 , Y_2 ,...) de acordo com seu programa de investimento e outros aspectos como: sazonalidade, tipo de uso, classe de enquadramento do corpo hídrico etc. Segundo SANTOS (2002), os coeficientes traduzem eficiência econômica ao instrumento cobrança, já que os preços passariam a refletir a escassez ou criticidade do recurso. Os “Preços Unitários Básicos

(PUB's)" adotados no Estado de São Paulo para captação, consumo e emissão de poluentes, estão definidos nas Tabelas 2.5 e 2.6 a seguir:

Tabela 2.5 – Valores unitários da cobrança por emissão de poluentes no Estado de São Paulo.

R\$/Kg Parâmetro	Estado de São Paulo ¹		Observações
	Mínimo	Máximo	
DBO	0,10	1,00	
DQO	0,05	0,50	
RS (Litro)	0,01	0,10	
CI	1,00	10,00	

Nota: 1 – CRH (1997); DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio; DQO – Demanda Química de Oxigênio; RS – Resíduo Sedimentável; CI – Carga Inorgânica.

Tabela 2.6 – Valores unitários da cobrança para o uso de captação e consumo no Estado de São Paulo

Estado de São Paulo ²	Tipo de Cobrança	Fonte	Uso	Preços ou Tarifas Médias R\$/1000m ³	Observações
	Captação e Consumo	Água Superficial e Subterrânea	Captação	10 – 50	
			Consumo	20 – 100	

Nota: 2 – CRH (1997).

3.0 – ÁREA DE ESTUDO

3.1 – Características físicas da bacia do rio Pirapama

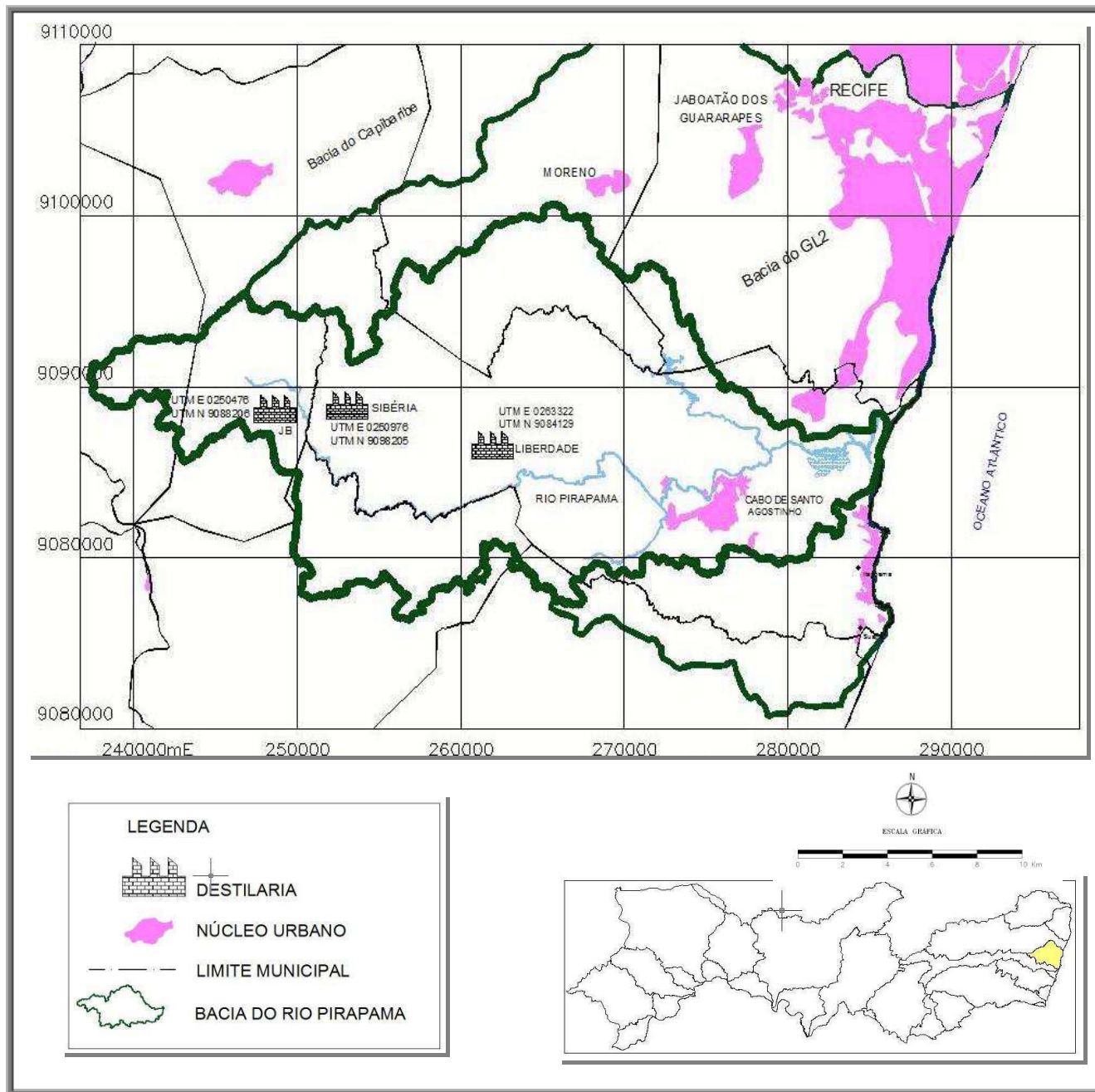
Com uma extensão aproximada de 80 km, o rio Pirapama tem sua nascente em torno de 450m de altitude, no município de Pombos (Agreste Pernambucano). A Bacia Hidrográfica Rio do Pirapama tem uma área de 600.00 km² (Figura 3.1), localizada na porção centro-sul da Zona da Mata Pernambucana, Nordeste Brasileiro, ocupando parte dos municípios de Cabo de Santo Agostinho, Jaboatão dos Guararapes, Ipojuca, Moreno, Escada, Vitória de Santo Antão e Pombos, os quatro primeiros integram a Região Metropolitana do Recife. Essa área limita-se ao Norte com as bacias dos rios Jaboatão e Tapacurá (afluente do Capibaribe), a Oeste com a Bacia do rio Ipojuca, ao Sul com as Bacias dos rios Ipojuca e Massangana e a Leste com o Oceano Atlântico (GAMA, 2002).

O trecho alto do rio Pirapama, com uma extensão aproximada de 20 km, apresenta calha estreita e profunda e vertente acentuada. Os cursos médios e baixos, cujas extensões são respectivamente 40 e 20km, caracterizam-se por vertentes mais suaves. A bacia do rio Pirapama é formada por 12 sub-bacias, cujos principais tributários são os rios Gurjaú, Cajabuçu e Arariba (ou Macacos), pela margem esquerda, e os riachos Santa Amélia, Utinga de Cima e Camaçari, pela margem direita.

Em conjunto, os municípios integrantes da Bacia abrigam 900.627 habitantes dos quais 84,4% residem em áreas urbanas. A maior proporção da área da bacia encontra-se situada no território do município do Cabo de Santo Agostinho (57,2%), ao que se segue Moreno (13,7%), Escada (11,8%), Vitória de Santo Antão (9,5%), Pombos (4,3%) e Jaboatão dos Guararapes (2,4%). O município de Ipojuca ocupa apenas 1,1% da área da bacia.

As sedes dos municípios integrantes da bacia encontram-se articuladas por um sistema viário pouco integrado, deficitário, tendo o Recife, a capital do Estado, como pólo de irradiação.

A área possui dois grandes eixos estruturados, de caráter interestadual, rodovias federais BR-101 e BR-232 e duas vias de importância intermunicipal PE-60 e PE-45, além de eixos de importância localizada.



Nota: Elaborado pelo autor com base de dados da Secretaria de Recursos Hídricos de Pernambuco – SRH-PE

Figura 3.1 – Bacia do Rio Pirapama

3.2 – Características sócio-ambientais da bacia do Pirapama

Estudos realizados demonstram que na área da bacia há um progressivo aumento da demanda da água, seja para consumo humano, novos processos industriais ou outras necessidades. Somam-se a isso os problemas crônicos de poluição, contaminação, desperdício, desmatamento inclusive de matas ciliares e de remanescentes da Mata Atlântica,

a erosão e assoreamento provocados pelo uso inadequado do solo que, juntos, contribuem para a escassez da água e o conflito entre usuários (GAMA, 2002).

Os problemas sociais e ambientais, como a de falta de serviços básicos, emprego, moradia, saneamento, seguridade social, dentre tantos outros, se multiplicam e se avolumam entre os grupos sociais de maior vulnerabilidade.

A qualidade da água do rio Pirapama já apresenta sérios sinais de comprometimento. Os diferentes usos consultivos da água ameaçam a sua disponibilidade enquanto manancial de abastecimento metropolitano, fazendo-se necessária a racionalização de seus usos. A atividade industrial apresenta elevado potencial poluidor, gerando algum tipo de resíduos sólidos ou líquidos, os quais se revertem em impactos negativos, que se agravam, especialmente, no caso da agroindústria.

A cana-de-açúcar é o principal produto agrícola da região, a qual é produzida em todos os municípios da bacia do Pirapama, com grande representatividade em termos de área plantada. O município de Escada tem mais de 88% da sua área total destinada ao plantio desse produto. O plantio de cana no município do Cabo de Santo Agostinho corresponde a 51% da sua área total. A produtividade da cana-de-açúcar em sequeiro, a qual está em torno de 50 ton/ha, é inferior à produtividade do sul e centro-oeste do país, que é de cerca de 70 ton./ha. No entanto, quando utilizada a fertirrigação a produtividade média da cana-de-açúcar aumenta em 30%, de modo que a produtividade média atinge 65 ton./ha, ainda inferior às outras regiões tradicionalmente produtoras de cana-de-açúcar (CARRERA, 2000).

3.3 – Uso da água e conflitos

A exploração da bacia do rio Pirapama para abastecimento urbano data de 1918, quando foi construída pelo Eng. Saturnino de Brito, uma barragem e a primeira adutora de água para o Recife, a partir do principal afluente, o rio Gurjaú. Posteriormente, o Plano Diretor de Recursos Hídricos para a Região Metropolitana do Recife – RMR, elaborado em 1992, previa a construção de uma barragem no rio Pirapama, como também outra no rio Gurjaú a barragem de São Braz, a montante da captação existente. Apenas em 1986 com a elaboração do Plano Diretor de Abastecimento de Água da RMR é que ficou consolidado o aproveitamento do rio Pirapama para abastecimento público (GAMA, 2002).

A partir dos estudos foi projetada a barragem do Pirapama, denominada barragem principal, cujo eixo situa-se a montante da confluência do rio Pirapama com o rio Utinga e Cima, nas proximidades do engenho Matapagipe, e a barragem de Vitória para uso eventual.

O abastecimento rural se dá através da utilização de poços amazonas nas residências dos aglomerados rurais, não se tendo registro da presença de bebedouro para animais abastecidos por poços. A utilização dos recursos hídricos para fins agro-industriais é feita pela 24 indústrias existentes na bacia, que consomem água diretamente do rio Pirapama, da rede pública ou de poços próprios. O total captado diretamente no rio para abastecimento público é de 1,14 m³/s. Todas as indústrias têm suas instalações próximas do rio Pirapama; os dados de consumo atual, de acordo com o cadastro da Companhia Pernambucana de Meio Ambiente – CPRH apresenta o seguinte balanço: o consumo a montante da barragem do Pirapama é de 0,607 m³/s e a jusante de 0,378 m³/s (GAMA, 2002).

O principal problema da bacia é, atualmente, a degradação ambiental generalizada associada aos processos de ocupação do território para habitação e para o desenvolvimento de atividades agroindustriais. A degradação substancial dos ecossistemas naturais na bacia do rio Pirapama é agravada pelas precárias condições de vida da população. A precariedade social e econômica das condições de vida da população residente na bacia resulta, em parte, num processo de ocupação do território também ele precário e acompanhado pelo contínuo desmatamento de remanescentes florestais. A expansão da área de cultivo da cana-de-açúcar tem resultado numa forte erosão dos solos, causando assoreamento e poluição da água (GAMA, 2002).

A vinhaça, até então, se mostra como o grande vilão dos resíduos agroindustriais no setor sucroalcooleiro dessa região, pois se sabe que para cada litro de álcool produzido são gerados em média de 10 a 13 litros de vinhaça. Levando em consideração sua elevada demanda bioquímica de oxigênio (DBO), que supera freqüentemente 16.400 mg/l, o processo de fertirrigação usando a mesma, vem trazendo a poluição difusa aos rios e, portanto podendo causar sérios danos à biodiversidade e ecossistemas destes meios.

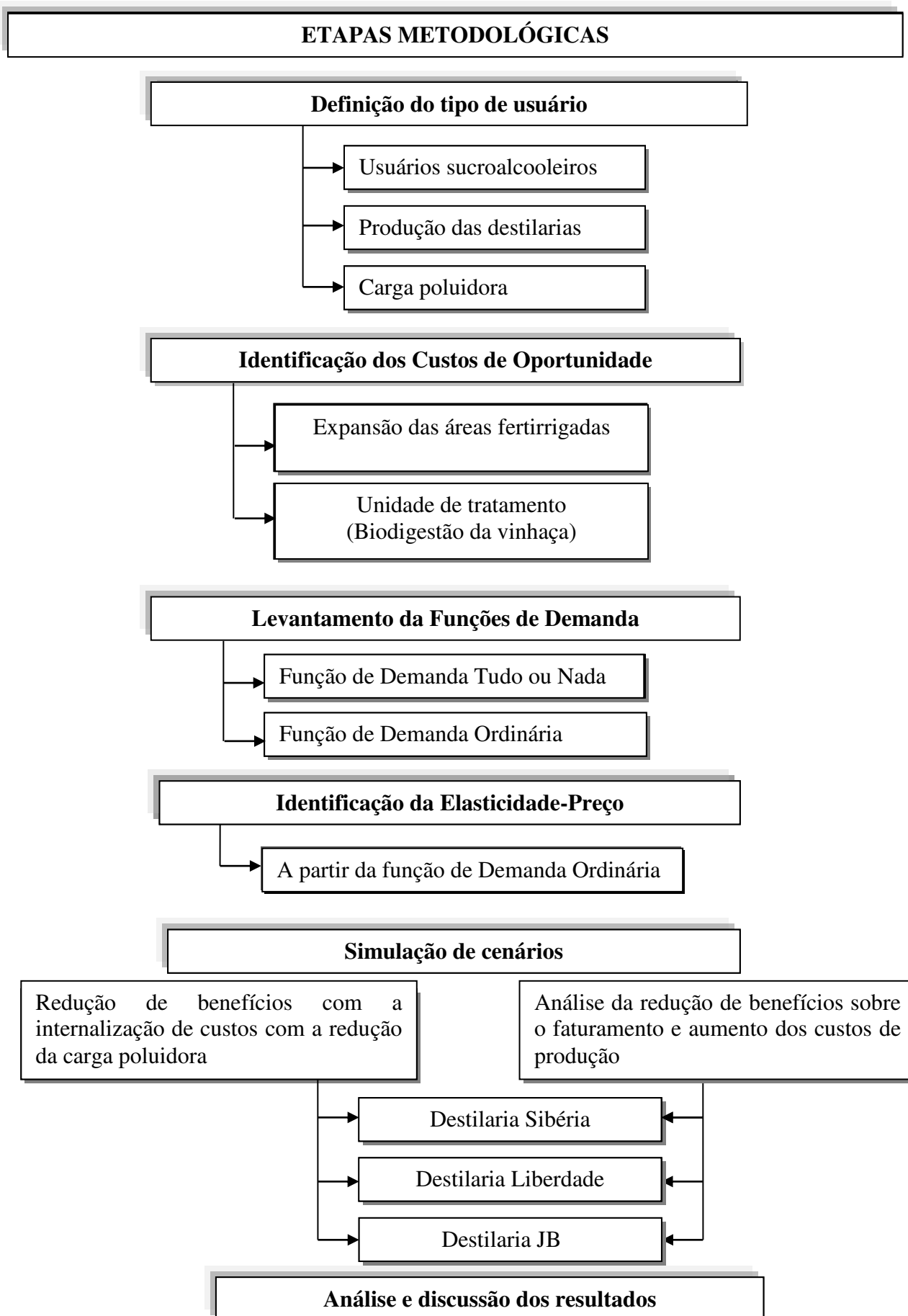
Esta dinâmica é complementada pelas atividades agrícolas dos pequenos produtores rurais, os quais ocupam as margens dos córregos e rios e também contribuem para o processo de desmatamento. Nas áreas nobres, a especulação imobiliária tem determinado a ocupação de mangues e também o desmatamento de florestas. Este processo de lapidação do território ambiental da bacia é agravado pela poluição por esgoto doméstico resultante das deficientes condições sanitárias associadas à ocupação irregular do solo e pela poluição difusa das agroindústrias existentes na região (GAMA, 2002).

4.0 – ETAPAS METODOLÓGICAS

As etapas metodológicas referentes a esta pesquisa estão relacionadas a seguir:

1. Definição do tipo de usuário considerado no estudo;
2. Identificação dos custos de oportunidade quando se busca uma melhor alternativa para uso da água tendo em vista a indiferença dos usuários;
3. Levantamento das funções de demanda tudo ou nada e ordinária;
4. Identificação das elasticidades-preços nos pontos de operação através das funções de demanda ordinária;
5. Simulações de cenários da redução de benefícios por meio das funções de demanda quando esses usuários são obrigados a reduzir sua carga poluidora;
6. Cálculos dos impactos das reduções de benefícios nos custos de produção e no faturamento quando ocorre a internalização desses custos;
7. Análise de resultados.

A Figura 4.1 apresenta o fluxograma que descreve a metodologia desta pesquisa.



A Figura 4.1 – Fluxograma das etapas metodológicas

4.1 – Definição do tipo de usuário

Nesta pesquisa, a identificação da estrutura econômica pela diluição de efluentes da vinhaça será aplicada aos usuários do setor sucroalcooleiro localizados a montante do reservatório do Pirapama. Estes foram escolhidos por serem representativos na bacia e por apresentarem-se sujeitos à cobrança pelo lançamento de efluentes.

4.1.1 – Quantificação da carga poluidora dos usuários

O parâmetro de qualidade usado neste estudo foi a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), por ser de fácil estimativa e/ou determinação e também por representarem bem as condições de poluição da água para os usuários do setor agroindustrial.

A partir da produção diária de álcool e aguardente pode-se estimar a quantidade de efluentes gerados pelas destilarias. Se para cada litro de álcool e aguardente fabricado tem-se em média 10 litros de vinhaça, de posse das concentrações da mesma, obtém-se carga potencial poluidora.

A carga poluidora é expressa em termos de massa por unidade de tempo, onde a unidade mais comum é kgDBO/dia ou tonDBO/ano.

4.2 – Identificação dos custos de oportunidade ou preços de reserva

4.2.1 – 1º custo de oportunidade: unidade de biodigestão

O custo de oportunidade ou preço de reserva dos recursos hídricos quando utilizados como corpo diluidor de efluentes industriais, denotado por p_{ea}^r , é o máximo valor que o agregado das agroindústrias (agentes poluidores) estariam dispostos a pagar para continuar a diluir seus efluentes, com certa concentração aceitável de poluentes, e ficar indiferente entre continuar a produzir do mesmo modo ou, ao ser hipoteticamente impedida de diluir seus efluentes nos mananciais, ter que buscar uma solução alternativa mais cara que produza o mesmo efeito. Uma solução alternativa seria a construção de um sistema de tratamento anaeróbio de efluentes industriais através do reator UASB.

Nesse caso, o custo de oportunidade da água seria o valor que a destilaria teria que desembolsar a mais para construir esse sistema de tratamento e permanecer indiferente entre produzir com uma carga orgânica (ou concentração de poluentes) mais baixa ou continuar a produzir com a mesma carga orgânica (ou concentração de poluentes) produzida anteriormente, ou seja:

$$p_{ea}^r = \Delta C_i / X_{DBO} \quad (4.1)$$

Onde,

- ❖ ΔC_t é o acréscimo do custo de produção com a construção do sistema de tratamento dos efluentes industriais, o diferencial de custo de produção entre a tecnologia atual e a mais limpa (ou seja, com tratamento anaeróbio de efluentes industriais);
- ❖ X_{DBO} é a carga orgânica potencial dos efluentes industriais.

4.2.2 – 2º Custo de oportunidade: expansão das áreas fertirrigadas

Tendo em vista que a remoção de matéria orgânica pelo primeiro tratamento chega a níveis de 95%¹, uma segunda solução que complementaria a primeira alternativa seria a expansão das áreas fertirrigadas eliminando desde então as “áreas de sacrifício” da vinhaça e reduzindo a níveis baixíssimos sua poluição difusa.

Carrera (2000) define o preço de reserva pelo uso dos recursos hídricos da bacia do Pirapama para fertirrigação, p_f^r , o máximo valor que as usinas estariam dispostas a pagar pelo direito de fertirrigar suas lavouras de cana, poluindo os mananciais de forma difusa, e ficarem indiferente entre continuar a produzir nessas circunstâncias ou buscarem uma solução alternativa. Em solução essa que implicaria em interromper a prática de fertirrigação, de modo que essas destilarias teriam que encontrar outra forma de diluir os rejeitos industriais provenientes de seus processos de destilação. Uma solução alternativa que reduziria a poluição difusa a níveis bastante baixos seria aumentar a área de cana-de-açúcar a ser fertirrigada, complementando-se essa medida com o replantio de matas ciliares ao longo da área da bacia, objetivando evitar o carreamento do vinhoto ao leito dos rios.

O preço de reserva pelo uso dos recursos hídricos como corpo diluidor dos poluentes do vinhoto na fertirrigação da bacia seria, portanto, o custo que a sociedade teria que despender a mais para evitar a poluição de seus recursos hídricos através de aumentos nos custos de fertirrigação e replantio de matas ciliares, evitando-se assim as chamadas áreas de sacrifício e sua poluição de forma difusa nos rios e mananciais. Assim, o preço de reserva da carga orgânica potencial causada pela prática da fertirrigação pode ser avaliado da seguinte forma:

$$P_f^r = [(\delta C_f - \Delta P_{me} p_c - \Delta ca) \Delta S_f + Cr] / X_{DBO} \quad (4.2)$$

¹ Valor baseado no estudo feito por UCHIMARA, (2006).

Onde,

- ❖ δC_f é o custo adicional de fertirrigação por hectare ampliado, em R\$/ano
- ❖ ΔP_{mef} é o acréscimo da produtividade média da cana-de-açúcar com a fertirrigação, em ton/hectare.
- ❖ p_c é o preço médio da cana-de-açúcar, em R\$.
- ❖ Δc_a é a redução no custo de adubação da lavoura de cana com a fertirrigação, em R\$/ano
- ❖ ΔS_f é o acréscimo da área a ser fertirrigada, em hectare/ano
- ❖ C_r é o custo de replantio de mata ciliar, em R\$/ano
- ❖ X_{DBO} é a carga orgânica potencial do vinhoto que não foi removida produzida nas destilarias, em kg de DBO.

O custo adicional (δC_f) é calculado com base na quantidade de vinhaça ainda não tratada. Primeiramente são determinados quantos hectares seriam necessários para fertirrigação em função da dose ideal² de vinhaça aplicada no solo:

$$\text{Aumento da área fertirrigada (ano / hectare)} = \frac{\text{produção de vinhaça (m}^3\text{/ano)}}{\text{dosagem ideal (m}^3\text{/hectare)}} \quad (4.3)$$

Deste modo o custo adicional (δC_f) é obtido a partir do aumento da área fertirrigada, do aumento percentual³ dos custos para ampliação do plantio da cana e do custo por aspersão:

$$\text{Custo adicional } \delta C_f = \text{aumento da área fertirrigada (hectare)} \cdot \text{custo do replantio (\%)} \cdot \text{custo por aspersão (R\$)} \quad (4.4)$$

O acréscimo de produtividade (ΔP_{mef}) é definido como o produto da variação de produtividade⁴, do preço da cana e da área que será fertirrigada:

$$\text{Acréscimo de produtividade } \Delta P_{mef} = \text{aumento da área fertirrigada (hectare)} \times \text{variação da produtividade (\%)} \times \text{preço da cana (R\$)} \quad (4.5)$$

Os custos com o replantio da mata ciliar (C_r) são obtidos com base na área destinada a ser replantadas nas margens do rio e nas desapropriações que seriam feitas para tal replantio:

² A dose ideal para fertirrigação é usada para se ter a máxima eficiência na produção de cana e é estimado em 300 m³/hectare conforme no estudo de Salomon.

³ O aumento do custo percentual para a ampliação do cultivo da cana na bacia do Pirapama é baseado no estudo do Carrera, (2000). O valor estimado é de 0,008% por hectare ampliado.

⁴ A variação da produtividade é determinada pelo uso da fertirrigação. O valor de 50 ton/hectare equivale a produtividade das áreas não ampliadas. Quanto maior a área a ser fertirrigada maior será sua produtividade. Carrera (2000) estima em 0,004% por hectare fertirrigado.

$$\text{Custo total do replantio} = \text{área da mata a ser plantada (hectare)} \times [(\text{preço das desapropriações (R\$)} + \text{custo do replantio por hectare (R\$/ hectare)})] \quad (4.6)$$

4.3 – Levantamento da função demanda tudo ou nada (ordinária)

A partir dos dois pares ordenados (preço de reserva versus quantidade) para modalidade em questão, pode se ajustar uma função linear aos mesmos de modo a obter a função linear de demanda “tudo ou nada” e conseqüentemente a função demanda ordinária.

O coeficiente linear (α) e angular (β) que definem as funções lineares da demanda “tudo ou nada” são expressos da seguinte forma:

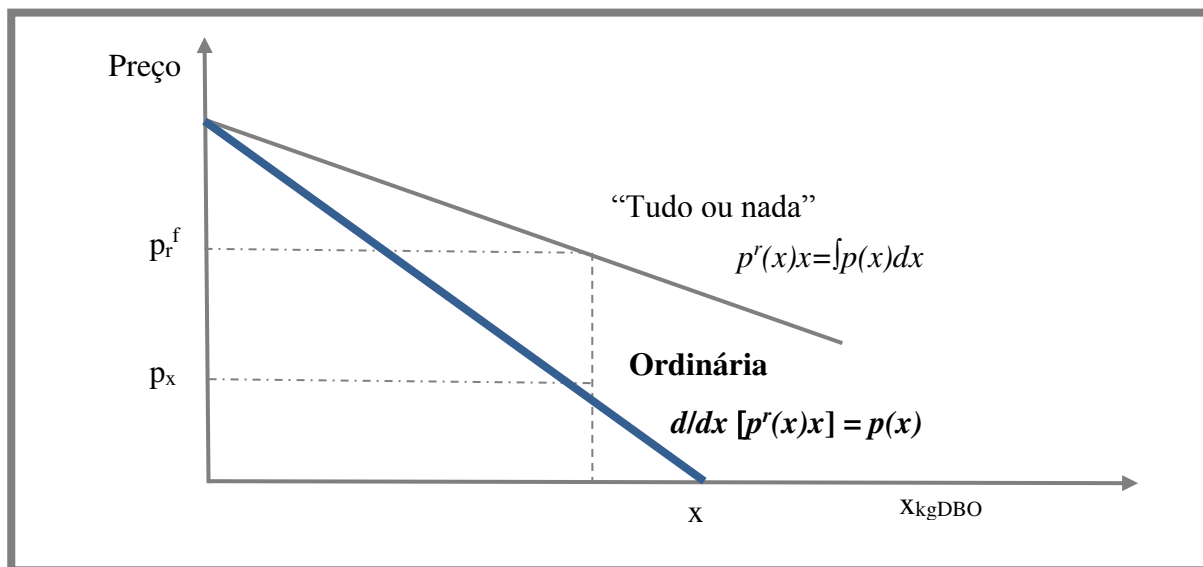
$$\alpha = (x_1 p_2^r - x_2 p_1^r) / (p_2^r - p_1^r) \quad (4.7)$$

$$\beta = (x_2 - x_1) / (p_2^r - p_1^r) \quad (4.8)$$

Onde:

- x_1 e x_2 são as quantidades demandadas das cargas poluidoras
- p_1^r e p_2^r são os preços de reservas calculados para as destilarias: Sibéria, Liberdade Inexport e JB.

Diferenciando-se deste modo a expressão envolvendo $p^r(x)x$, obtém-se a demanda ordinária com o intuito de se calcular as reduções de benefícios para cada uma das destilarias estudadas conforme é ilustrado na Figura 4.2.



Fonte: DAMÁSIO (2002).

Figura 4.2 – Demanda ordinária

4.4 – Elasticidade preço-demanda

A sensibilidade dos usuários do setor sucroalcooleiro será determinada através da elasticidade-preço da demanda, ou seja, a variação percentual da quantidade de carga potencial removida em função da variação percentual dos custos para tal remoção.

O valor absoluto das elasticidades-preço da demanda é calculado a partir do ponto de operação da carga potencial em relação aos seus custos na função ordinária.

$$E_d = \frac{\frac{\partial Q}{\partial P}}{\frac{Q}{P}} = \frac{\partial Q}{\partial P} \times \frac{P}{Q} \quad (4.9)$$

Onde:

- ∂Q = variação da carga potencial removida;
- ∂P = variação do preço quando se deseja aumentar os níveis de remoção;
- P = Custos para remoção da carga potencial poluidora;
- Q = Carga potencial total das destilarias;

As elasticidades nesse caso não são constantes, elas se comportam diferentemente em cada ponto analisado devido à função se apresentar de maneira linear. Ela será sempre um número negativo em função da relação inversa entre uma variação no preço e a variação na quantidade demandada.

No entanto, apesar do seu sinal negativo, convencionou-se analisar a elasticidade-preço em termos absolutos. Neste trabalho, portanto, o sinal negativo da elasticidade-preço estará suprimido em todos os exemplos apresentados.

Portanto se:

- A elasticidade-preço do bem sendo maior que o valor unitário, a demanda por esse bem é definida como elástica. A variação percentual na quantidade excede a variação percentual no preço, ou seja, os usuários são insensíveis a variações no preço.
- A elasticidade-preço do bem for menor que o valor unitário, a demanda por esse bem é inelástica, a variação percentual na quantidade é menor que a variação percentual no preço, isto é, os usuários são insensíveis a variações no preço.

- A elasticidade-preço do bem fica em intervalos próximos ao valor unitário, diz-se que a demanda por esse bem é de elasticidade neutra. A variação percentual na quantidade é igual à variação percentual no preço.

4.5 – Simulações de cenários

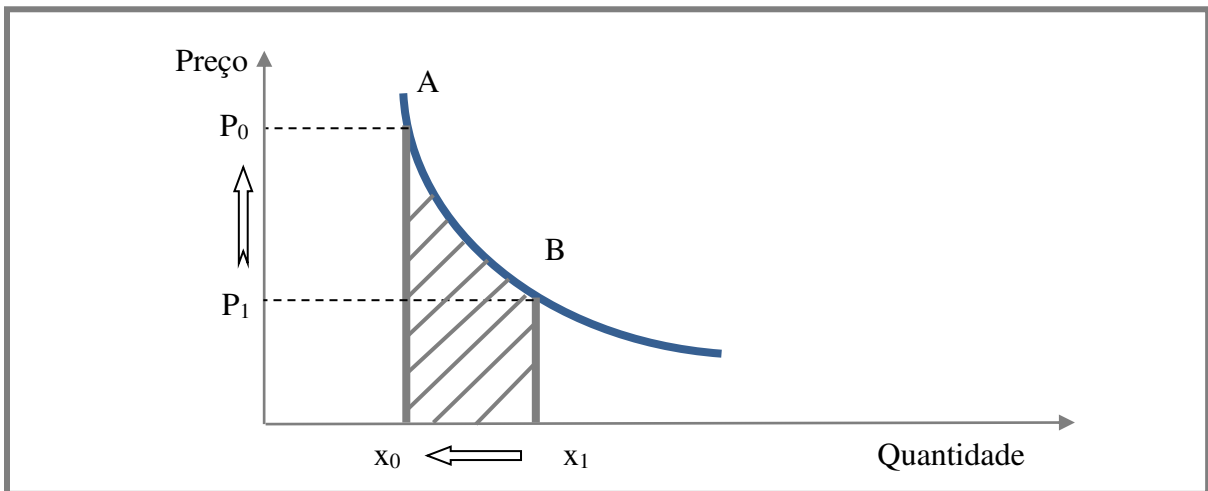
4.5.1 – Cálculo das reduções de benefícios

Uma forma alternativa de avaliar os benefícios não auferidos devido aos custos de tratamento da vinhaça, é através da função de demanda ordinária inversa do bem em questão. Este tipo de função será importante para avaliar a que níveis a carga potencial pode ser removida em função dos custos para tal fim.

Os benefícios e os custos sociais estão diretamente associados à disponibilidade a pagar e a disponibilidade a receber pelo fluxo de bens e serviços. A disposição a pagar que mede o benefício proveniente da passagem da quantidade x_1 à x_0 , correspondendo à integral entre essas duas quantidades, equivale à área sobre a curva de demanda:

$$B = \int_{x_0}^{x_1} p^d(x) dx \quad (4.10)$$

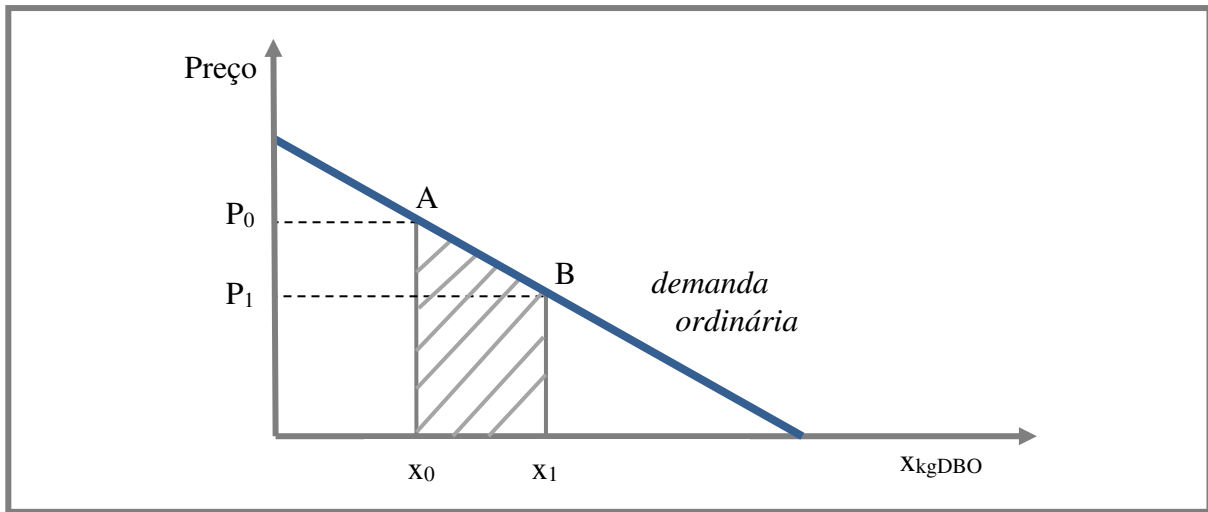
Onde $dx = x_1 - x_0$ é o acréscimo na quantidade da carga removida pelo tratamento.



Fonte: BRAGA (2005).

Figura 4.3 – Curva de demanda inversa ordinária

Aproximando a função de demanda da expressão (4.10) a uma linha reta, as reduções dos benefícios sociais podem ser computadas através da área do trapézio conforme a Figura 4.4.



Fonte: Elaborado pelo autor com base em BRAGA (2005).

Figura 4.4 – Avaliação de benefícios

Obtidas essas áreas, podem-se construir cenários que mostram a variação da carga removida em função das perdas de benefícios.

4.5.2 – Impacto no faturamento e nos custos de produção.

A partir dessas reduções são calculados os impactos na produção e o quanto essas perdas vão influenciar no faturamento anual para cada destilaria.

A seguir são mostradas as relações que determinaram tais perdas:

$$\text{Aumento nos custos produção (\%)} = \frac{\text{redução de benefícios}}{\text{custo anual de produção}} \times 100 \quad (4.11)$$

$$\text{Perda no faturamento (\%)} = \frac{\text{redução de benefícios}}{\text{faturamento anual da destilaria}} \times 100 \quad (4.12)$$

Obtidas essas relações, são propostos novos cenários que mostram, em percentagem, os acréscimos nos custos de produção e conseqüentemente as reduções no faturamento na medida em que os usuários iniciam seus processos de remoção de carga poluidora, levando-se em consideração a internalização dos seus custos.

Capítulo 05

ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

5.0 – ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1 – Estimativas do potencial poluidor

As Tabelas 5.1, 5.2 e 5.3 mostram a produção de álcool e aguardente bem como o potencial poluidor para os usuários do setor sucroalcooleiro para o parâmetro considerado como representante deste usuário (Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO).

Tabela 5.1 – Potencial poluidor: Destilaria Sibéria

Produção média de aguardente	litros/dia	97.500,00
Produção de vinhaça	litros/dia	682.500,00
DBO da Vinhaça	mg/l	16.400,00 ⁵
Carga Potencial	kgDBO/dia	11.193,00
Carga Potencial	kgDBO/ano	4.085.445,00

Fonte: Produção de aguardente: estimado a partir das funções de demanda de água de MENDES (2007).

Devido à Destilaria Sibéria produzir basicamente aguardente, foi adotado a proporção de sete litros de vinhaça gerados por litro de aguardente produzido.

Tabela 5.2 – Potencial poluidor: Destilaria Liberdade Inexport

Produção média de aguardente	litros/dia	141.000,00
Produção de vinhaça	litros/dia	1.410.000,00
DBO da Vinhaça	mg/l	16.400,00 ⁵
Carga Potencial	kgDBO/dia	23.124,00
Carga Potencial	kgDBO/ano	8.440.260,00

Fonte: Produção de aguardente: estimado a partir das funções de demanda de água de MENDES (2007).

A proporção realizada de sete litros de efluentes gerados por litro de aguardente produzido é aplicado da mesma forma para Destilaria Liberdade Inexport.

⁵ Valor médio de DBO, MORAES (2003).

Tabela 5.3 – Potencial poluidor: Destilaria JB

Produção média de aguardente e álcool	litros/dia	186.300,00
Produção de vinhaça	litros/dia	1.863.000,00
DBO da Vinhaça	mg/l	16.400,00 ⁵
Carga Potencial	kgDBO/dia	30.553,00
	kgDBO/ano	11.151.918,00

Fonte: Produção de aguardente: estimado a partir das funções de demanda de água de MENDES (2007).

O grupo JB produz tanto aguardente como álcool, a partir disto foi feito uma média de efluentes gerados por tais produções, ficando em torno de 10 litros de vinhaça por litro de álcool e aguardente produzido. Dentre as destilaria, o grupo JB se encontra como usuário que possui maior carga potencial poluidora.

5.2 – Valores obtidos para o custo de oportunidade ou preço de reserva

5.2.1 – Preço de Reserva da Destilaria Sibéria

O primeiro preço de reserva foi obtido a partir da utilização da unidade de biodigestão da vinhaça. O custo anualizado para o reator que tem uma capacidade diária de tratamento 97,5 m³ de vinhaça foi de R\$ 420.000,00⁶. Obtém-se então o preço de reserva através da relação do custo anual de tratamento pela carga potencial poluidora da destilaria a qual possui um total de 4.085.445 kgDBO/ano gerando um custo de R\$ 0,10/kgDBO.

O segundo preço de reserva foi obtido a partir da expansão das áreas fertirrigadas acrescida dos custos iniciais descritos na metodologia no item 4.3, já com o efeito do primeiro tratamento tendo em vista a redução da carga poluidora.

Tabela 5.4 – Aumento da área para fertirrigação: Destilaria Sibéria

Produção de vinhaça não tratada ⁷	litros/dia	4.875,00
	m ³ /ano	12.456,00
Dose “ideal” de vinhaça	m ³ /ha	300,00
Área de fertirrigação	hectare/ano	42,00

⁶ O Custo anualizado do reator foi estimado pelo estudo feito por SALOMON (2004).

⁷ O valor da vinhaça não tratada está relacionado aos 5% restantes da carga potencial não removida pelo primeiro tratamento. Neste caso foi feita uma relação da quantidade de vinhaça tratada sobre sua eficiência de tratamento que seria em torno de 95% do reator UASB e a partir daí determinou-se a quantidade de vinhaça que restaria ainda a ser tratada.

A partir do aumento das áreas destinadas à fertirrigação são estimados os custos reservados desta expansão para cada destilaria. Os custos adicionais⁸ para fertirrigação em cada destilaria são mostrados nas Tabelas 5.5, 5.10 e 5.15.

Tabela 5.5 – (δC_f) Custo adicional de fertirrigação por hectare ampliado: Sibéria

Aumento da área fertirrigada	ha/ano	42,00
Custo de expansão da área fertirrigada	%	0,30
custo médio de fertirrigação por aspersão	R\$/ha	8589,00
δC_f - Custo adicional:	R\$/ano	1.165,66

A variação em (0,5%) meio por cento nos custos de expansão de área fertirrigada obtido na Tabela 5.5 é baseado no aumento do custo percentual do cultivo de cana de açúcar na bacia do Pirapama. A relação desses custos é de 0,008% por hectare ampliado.

Os ganhos com produtividade em cada destilaria são estimados pelo uso da fertirrigação. Em função disto e da redução com os custos de adubação, os custos líquidos de expansão⁹ são determinados a seguir nas tabelas 5.6, 5.11 e 5.16.

Tabela 5.6 – Custo líquido de expansão: Destilaria Sibéria

Produção Inicial	t.ha ⁻¹	50,00
Produção final	t.ha ⁻¹	50,20
Variação da produtividade	t.ha ⁻¹	0,20
Área fertirrigada	ha/ano	42,00
Preço da tonelada da cana	R\$/tn	29,45
ΔP_{mef} - Ganhos com a produtividade	R\$/ano	199,84
Custo com o adubo	t.ha ⁻¹	2,39
Δc_a : redução no custo de adubação	R\$/ano	4.977,71
Custo Líquido de Expansão	R\$/ano	-4.011,89

⁸ O custo adicional para o aumento da fertirrigação foi baseado no estudo do CARRERA (2000) para as usinas situadas na bacia do Pirapama.

⁹ Os custos líquidos de expansão são determinados pela diferença entre o custo adicional com o aumento da área fertirrigada e os ganhos de produtividade e a redução com os custos de adubação. Os custos líquidos apresentaram um valor negativo, devido ao custo adicional ser menor que os ganhos com a produtividade e com os ganhos na redução da adubação.

A variação da produtividade é determinada pelo uso da fertirrigação. O valor de 50 ton/hectare na Tabela 5.6 equivale a produtividade das áreas não ampliadas. Quanto maior a área a ser fertirrigada maior será sua produtividade. O valor estimado desta variação gira em torno de 0,004% por hectare fertirrigado.

As destilarias estão localizadas e estimadas numa extensão de 15 km na bacia. O Código Florestal brasileiro (Lei 4771/65) determina a obrigatoriedade da preservação da vegetação nativa situada às margens dos rios, nascentes, lagos e represas, visando atenuar a erosão do solo, formar faixa de proteção ao longo dos recursos hídricos, proteger fauna e flora de valor científico ou histórico e assegurar condições de bem-estar público.

Segundo a Lei 4771/65 são consideradas áreas de preservação permanente as florestas ou demais formas de vegetação natural situadas ao longo dos mananciais hídricos (rios, lagos, represas, nascentes), devendo preservar as faixas de 50 (cinquenta) metros para cursos d'água com 10(dez) a 50(cinquenta) metros de largura de leito: com um plantio de 100 metros de largura (repartido em 50 metros entre suas margens) de mata ciliar e dividindo a extensão do rio para cada uma das destilarias tem-se um custo de replantio mostrado nas tabelas 5.7, 5.12 e 5.17.

Tabela 5.7 - Custo do replantio das matas ciliares: Destilaria Sibéria

Extensão do replantio	km	5,00
Largura do replantio	m	100,00
Área do replantio	ha	50,00
Preço das terras para desapropriação	R\$/ha	4.295,00
Custo com desapropriações	R\$	214750,00
Custo com o replantio por hectare	R\$	2.577,00
Cr - Custo total com o replantio	R\$	343.600,00

O custo total de oportunidade em cada destilaria foi determinado pela soma do custo líquido de expansão e do custo com o replantio das matas ciliares além dos gastos com o primeiro tratamento. Estes valores são mostrados nas Tabelas 5.8, 5.13 e 5.18.

Tabela 5.8 – Preço de reserva: Destilaria Sibéria

Custo total de oportunidade	R\$	759.588,11
Carga potencial do vinhoto	kgDBO/dia	559,65
	kgDBO/ano	204.272,25
2° Preço de Reserva	R\$/kgDBO	3,72

5.2.2 – Preço de Reserva da Destilaria Liberdade Inexport

O primeiro preço de reserva também foi obtido a partir da utilização da unidade de biodigestão da vinhaça, no entanto, o reator UASB tem neste caso uma capacidade diária de tratamento de 1.410,00 m³ de vinhaça e o custo anualizado para este fim foi de R\$770.000,00. Obtém-se então o preço de reserva através da relação do custo anual de tratamento pela carga potencial poluidora da destilaria a qual possui a uma carga total de 8.440.260 kgDBO/ano gerando um custo de R\$ 0,13/kgDBO.

O segundo preço de reserva segue a mesma metodologia calculada para destilaria Sibéria através da expansão das áreas fertirrigadas:

Tabela 5.9 – Aumento da área para fertirrigação: Destilaria Liberdade Inexport

Produção de vinhaça não tratada	litros/dia	70.500,00
	m ³ /ano	18.013,00
Dose “ideal” de vinhaça	m ³ /ha	300,00
Área de fertirrigação	ha/ano	60,00

Tabela 5.10 – Custo adicional de fertirrigação por hectare ampliado: Destilaria Liberdade Inexport

Aumento da área fertirrigada	ha/ano	60,00
Custo de expansão da área fertirrigada	%	0,50
Custo médio de fertirrigação por aspersão	R\$/ha	8.589,00
δCf - Custo adicional:	R\$/ano	R\$ 2.437,81

Tabela 5.11 – Custo líquido de expansão: Destilaria Liberdade Inexport

Produção Inicial	t.ha ⁻¹	50,00
Produção final	t.ha ⁻¹	50,20
Variação da produtividade	t.ha ⁻¹	0,20
Área fertirrigada	ha/ano	60,00
Preço da tonelada da cana	R\$/t	29,45
ΔPmef - Ganhos com a produtividade	R\$/ano	417,94
Custo com o adubo	t.ha ⁻¹	2,39
Δca: redução no custo de adubação	R\$/ano	7.209,00
Custo Líquido de Expansão	R\$/ano	-5.189,13

Tabela 5.12 - Custo do replantio das matas ciliares: Destilaria Liberdade Inexport

Extensão do replantio	km	5,00
Largura do replantio	m	100,00
Área do replantio	ha	50,00
Preço das terras para desapropriação	R\$/ha	4.295,00
Custo com desapropriações	R\$	21.4750,00
Custo com o replantio por hectare	R\$	2.577,00
Cr - Custo total com o replantio	R\$	343.600,00

Tabela 5.13 – Preço de reserva: destilaria Liberdade Inexport

Custo total de oportunidade	R\$	1.108.410,87
Carga potencial da vinhoto	kgDBO/dia	809,34
	kgDBO/ano	295.409,10
2° Preço de Reserva	R\$/kgDBO	3,75

5.2.3 – Preço de Reserva da Destilaria JB

O primeiro preço de reserva também foi obtido a partir da utilização da unidade de biodigestão da vinhaça com a mesma capacidade diária de tratamento da destilaria Liberdade Inexport de 1.830.00 m³ de vinhaça e o custo anualizado para este fim foi de R\$ 1.480.000,00. Obtém-se então o preço de reserva através da relação do custo anual de tratamento pela carga potencial poluidora da destilaria a qual possui um total de 11.151.918 kgDBO/ano gerando um custo de R\$ 0,13/kgDBO.

O segundo preço de reserva obtido através do aumento de hectares para o uso da fertirrigação é mostrado em seguida.

Tabela 5.14 – Aumento da área para fertirrigação: Destilaria JB

Produção de vinhaça não tratada	litros/dia	9.315,00
	m ³ /ano	33.999,75
Dose “ideal” de vinhaça	m ³ /ha	300,00
Área de fertirrigação	ha/ano	113,00

Tabela 5.15 - Custo adicional de fertirrigação por hectare ampliado: Destilaria JB

Aumento da área fertirrigada	ha/ano	113,00
Custo de expansão da área fertirrigada	%	0,90
custo médio de fertirrigação por aspersão	R\$/ha	8.589,00
δCf - Custo adicional:	R\$/ano	8.685,42

Tabela 5.16 – Custo líquido de expansão: Destilaria JB

Produção Inicial	t.ha ⁻¹	50,00
Produção final	t.ha ⁻¹	50,40
Variação da produtividade	t.ha ⁻¹	0,40
Área fertirrigada	ha/ano	113,00
Preço da tonelada da cana	R\$/t	29,45
ΔPmef - Ganhos com a produtividade	R\$/ano	1.489,03
Custo com o adubo	t.ha ⁻¹	2,39
Δca: redução no custo de adubação	R\$/ano	13.664,08
Custo Líquido de Expansão	R\$/ano	-6.467,69

Tabela 5.17 - Custo do replantio das matas ciliares: Destilaria JB

Extensão do replantio	km	5,00
Largura do replantio	m	100,00
Área do replantio	ha	50,00
Preço das terras para desapropriação	R\$/ha	4295,00
Custo com desapropriações	R\$	214750,00
Custo com o replantio por hectare	R\$	2577,00
Cr - Custo total com o replantio 6	R\$	343.600,00

Tabela 5.18 – Preço de reserva: Destilaria JB

Custo total de oportunidade	R\$	1.817.132,31
Carga potencial do vinhoto	kgDBO/dia	1.527,66
	kgDBO/ano	557.596
2° Preço de Reserva	R\$/kgDBO	3,26

A Tabela 5.19 mostra o resumo de todos os pares de preço que foram obtidos através do custo de oportunidade para as destilarias estudadas, levando em consideração a carga potencial poluidora restante a serem tratada e seus respectivos custos os quais complementam o segundo preço de reserva.

Tabela 5.19 – Preços de reserva das destilarias		
Preço de reserva	1° Preço (R\$ kg/DBO)	2° Preço (R\$ kg/DBO)
Destilaria Sibéria	0,10	3,72
Destilaria Liberdade Inexport	0,13	3,75
Destilaria JB	0,13	3,26

Todos esses custos foram atualizados pelo índice IGP-M (Índice Geral de Preço de Mercado) para o ano de 2004.

5.3 – Levantamento das funções de demanda tudo ou nada, ordinária e da elasticidade-preço da demanda

As Tabelas 5.20, 5.21 e 5.22 mostram os dois pares ordenados (preço de reserva versus quantidade) para o uso de diluição dos efluentes do setor sucroalcooleiro obtidos a partir dos preços de reserva da água e das respectivas quantidades demandadas. Os referidos quadros também mostram os coeficientes linear (α) e angular (β) que definem as funções lineares de demanda “tudo ou nada”.

Tabela 5.20 – Pares de preço e de quantidade e coeficiente angular e linear da demanda tudo ou nada – destilaria Sibéria		
1° preço de reserva (p_r^1)	0,10	R\$ kg/DBO
2° preço de reserva (p_r^2)	3,72	R\$ kg/DBO
Quantidade (x_1)	11.193,00	kg/DBO/dia
Quantidade (x_2)	559,65	kg/DBO/dia
Coeficiente linear (α)	11.495,33	
Coeficiente angular (β)	-2.940,88	

Tabela 5.21 – Pares de preço e de quantidade e coeficiente angular e linear da demanda tudo ou nada – destilaria Liberdade Inexport

1° preço de reserva (p_r^1)	0,13	R\$ kg/DBO
2° preço de reserva (p_r^2)	3,75	R\$ kg/DBO
Quantidade (x_1)	16.186,80	kg/DBO/dia
Quantidade (x_2)	809,34	kg/DBO/dia
Coeficiente linear (α)	16.740,15	
Coeficiente angular (β)	-4.245,81	

Tabela 5.22 – Pares de preço e de quantidade e coeficiente angular e linear da demanda tudo ou nada – destilaria JB

1° preço de reserva (p_r^1)	0,13	R\$ kg/DBO
2° preço de reserva (p_r^2)	3,26	R\$ kg/DBO
Quantidade (x_1)	30.553,20	kg/DBO/dia
Quantidade (x_2)	1.527,66	kg/DBO/dia
Coeficiente linear (α)	31.785,40	
Coeficiente angular (β)	-9.284,74	

As funções de demanda por água na modalidade do uso para a diluição dos efluentes da vinhaça são derivadas a partir das funções de demanda “tudo ou nada”, obtendo assim as curvas de demanda ordinária. As tabelas abaixo apresentam essas funções de demanda linear como também o valor absoluto das elasticidades-preço da demanda calculado a partir do ponto de operação da carga potencial em relação aos seus custos na função de demanda ordinária.

Tabela 5.23 – Demandas para o uso da diluição e sua respectiva elasticidade-preço da demanda – destilaria Sibéria

Demanda “tudo ou nada”	$X_{ea} = 11.495,33 - 2940,88p_{ea}$	R\$ kg/DBO
Demanda ordinária	$X'_{ea} = 11.495,33 - 5.881,76p_{ea}$	R\$ kg/DBO
Elasticidade-preço le_l	0,025	

Tabela 5.24 – Demandas para o uso da diluição e sua respectiva elasticidade-preço da demanda – destilaria Liberdade Inexport

Demanda “tudo ou nada”	$X_{ea} = 16.186,80 - 4.245,81p_{ea}$	R\$ kg/DBO
Demanda ordinária	$X'_{ea} = 16.186,80 - 8491,63p_{ea}$	R\$ kg/DBO
Elasticidade-preço lel	0,034	

Tabela 5.25 – Demandas para o uso da diluição e sua respectiva elasticidade-preço da demanda – destilaria JB

Demanda “tudo ou nada”	$X_{ea} = 31.785,40 - 9.284,74p_{ea}$	R\$ kg/DBO
Demanda ordinária	$X'_{ea} = 31.785,40 - 18.569,47p_{ea}$	R\$ kg/DBO
Elasticidade-preço lel	0,025	

Pode-se observar que todas as demandas calculadas, naquele ponto da curva indicada na curva (ponto de operação), se comportam de maneira inelástica pelo uso da água para diluição de efluentes apresentando a elasticidade-preço da demanda, em valor absoluto, menor que a unidade. Isto mostra que esses usuários se comportam de maneira insensível a mudança no preço da água.

5.4 – Análises da redução dos benefícios

A partir das curvas de demanda linear são obtidas as reduções de benefícios em função dos custos internalizados com os tratamentos dos efluentes para cada destilaria.

Tendo em vista as determinações as quais obrigassem os usuários reduzirem sua carga poluidora visando à preservação ambiental ou pelo menos o enquadramento do rio na bacia, isto de fato implicaria em perda de benefícios com a internalização desses custos. Esta perda de benefício pode ser computada através das áreas obtidas sob a curva de demanda ordinária para cada usuário conforme mostrada nas Figuras 5.1, 5.2 e 5.3.

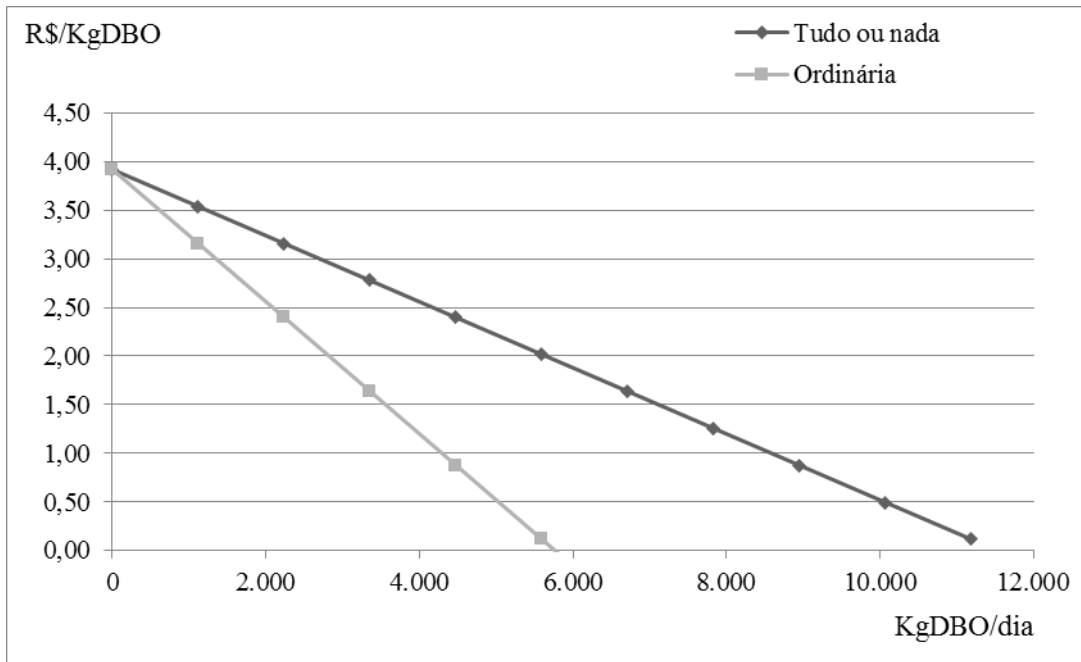


Figura 5.1 – Curva de demanda linear – Destilaria Sibéria

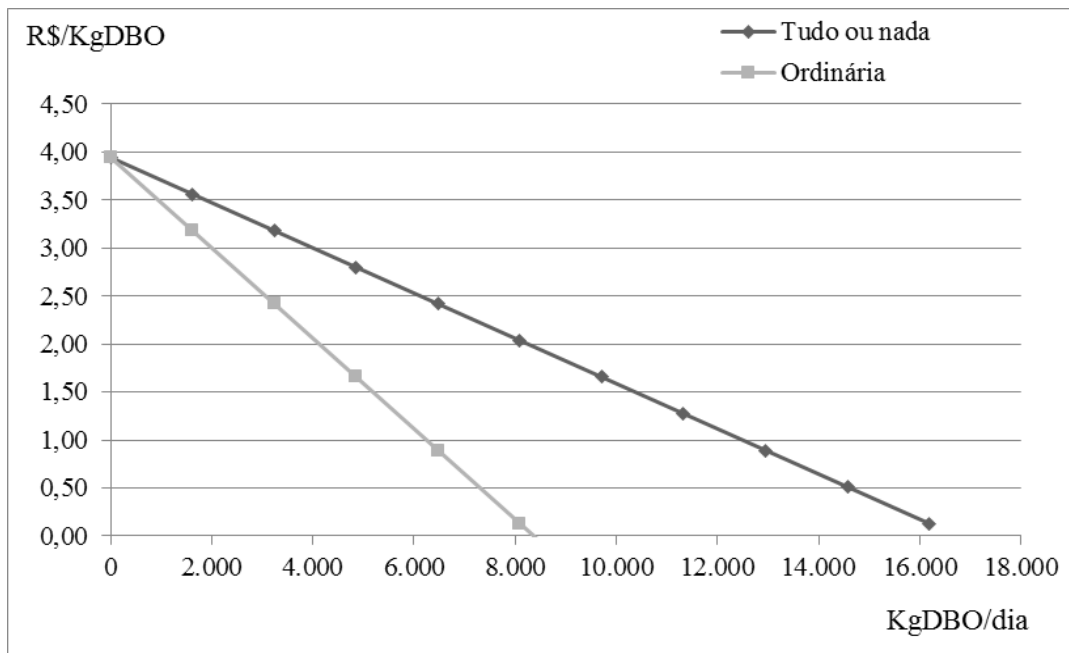


Figura 5.2 – Curva de demanda linear – destilaria Liberdade Inexport

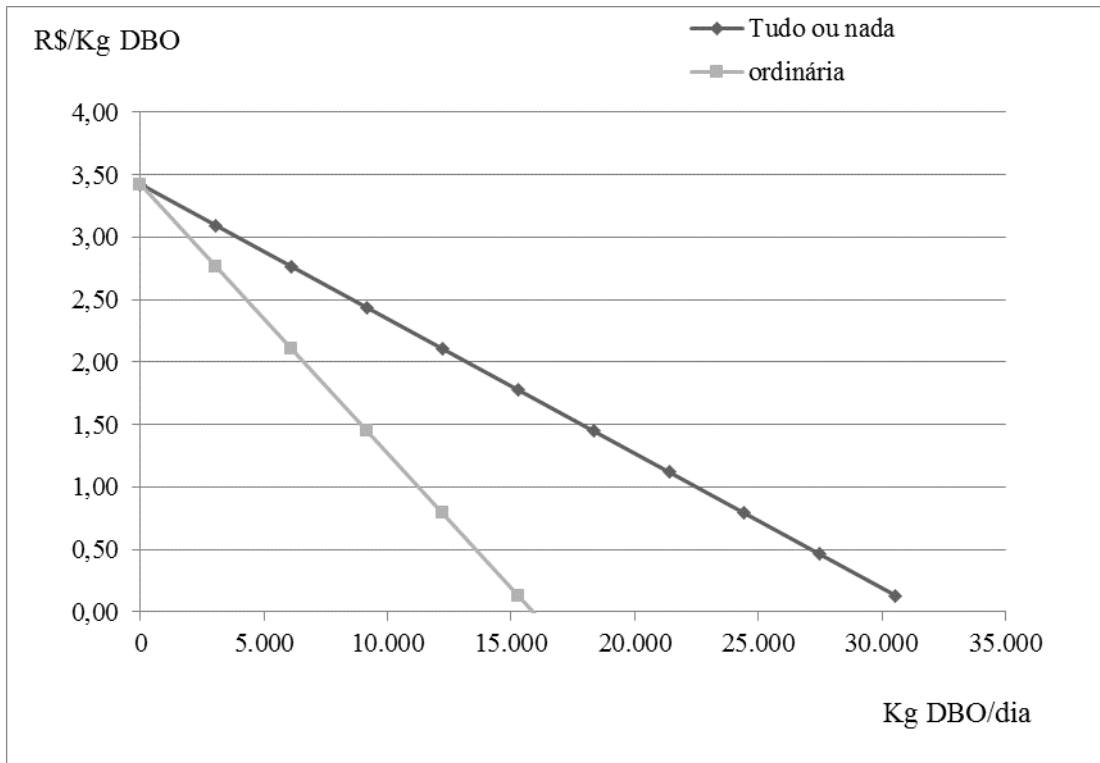


Figura 5.3 – Curva de demanda linear – destilaria JB

Em seguida são propostos cenários que mostram essas variações de custos na medida em que se busca uma maior eficiência de remoção da carga poluidora para cada usuário estudado.

Tabela 5.26 – Redução de benefícios: Destilaria Sibéria

Redução de Carga Poluidora	Carga Poluidora kgDBO/dia	$\sum(A_i)$ Benefício Total (R\$/ano)
	11.193,00	
10%	10.074,00	59.873,06
20%	8.954,00	197.492,23
30%	7.835,00	412.857,52
40%	6.716,00	705.968,93
50%	5.597,00	1.076.826,46
60%	4.477,00	1.525.430,10
70%	3.358,00	2.051.779,86
80%	2.239,00	2.655.875,73
90%	1.119,00	3.337.717,72
100%	0,00	4.097.305,83

A perda do benefício total representa a soma das áreas da curva no ponto analisado representando de fato os custos internalizados para o valor de redução da carga potencial poluidora na função de demanda ordinária.

Tabela 5.27 – Redução de benefícios: Destilaria Liberdade Inexport

Redução de Carga Poluidora	Carga Poluidora kgDBO/dia	$\sum(A_i)$ Benefício Total (R\$/ano)
	16.187,00	
10%	14.568,00	94.811,10
20%	12.949,00	302.244,39
30%	11.331,00	622.299,89
40%	9.712,00	1.054.977,58
50%	8.093,00	1.600.277,46
60%	6.475,00	2.258.199,55
70%	4.856,00	3.028.743,83
80%	3.237,00	3.911.910,31
90%	1.619,00	4.907.698,98
100%	0,00	6.016.109,86

Tabela 5.28 – Redução de benefícios: Destilaria JB

Redução de Carga Poluidora	Carga Poluidora kgDBO/dia	$\sum(A_i)$ Benefício Total (R\$/ano)
	30.553,00	
10%	27.498,00	165.743,81
20%	24.443,00	514.975,22
30%	21.387,00	1.047.694,25
40%	18.332,00	1.763.900,90
50%	15.277,00	2.663.595,15
60%	12.221,00	3.746.777,02
70%	9.166,00	5.013.446,50
80%	6.111,00	6.463.603,59
90%	3.055,00	8.097.248,29
100%	0,00	9.914.380,60

As Tabelas 5.26, 5.27 e 5.28 mostram as perdas de benefícios na medida em que estes usuários são obrigados a lançarem seus efluentes em uma melhor qualidade. Percebe-se que na Destilaria Sibéria há menores perdas em virtude da menor quantidade de carga potencial a ser removida. A Destilaria JB possui as maiores reduções de benefícios devido a sua maior geração de carga poluidora.

5.4.1 – Análise das reduções sobre faturamento e o aumento dos custos de produção

As Tabelas 5.29 e 5.30 mostram os custos de produção por litro de álcool e aguardente bem como o seu faturamento.

Tabela 5.29 – Custos de produção da Destilarias

Destilaria	Tipo de produção (litros)	Produção da safra (litros)	Custo R\$/Litro	Custo por safra (R\$)
JB	álcool e aguardente	67.999.500,00	0,60	40.799.700,00
Liberdade Inexpot	aguardente	51.465.000,00	0,48	24.703.200,00
Sibéria	aguardente	46.355.000,00	0,48	22.250.400,00

Nota: Custo por unidade de produção para o litro de álcool, MELO (2005).

Custo por unidade de produção para o litro de aguardente, VERDI (2006).

Tabela 5.30 - Faturamento das Destilarias

Destilaria	Produção diária álcool	Produção da safra	R\$/Litro	Faturamento da safra (R\$)
JB	álcool e aguardente	67.890.000,00	1,05	71.284.500,00
Liberdade Inexpot	aguardente	51.465.000,00	0,90	46.318.500,00
Sibéria	aguardente	46.355.000,00	0,90	41.719.500,00

Nota: Preço do litro de álcool repassado pelas destilarias, MELO (2005).

Preço do litro de álcool repassado pelas destilarias, VERDI (2006).

As Tabelas 5.31, 5.32 e 5.33 mostram o quanto essas reduções de benefícios vão influenciar os custos no processo produtivo e na redução do faturamento dessas empresas.

Tabela 5.31 – Análise da variação das reduções de benefícios sobre o faturamento e custos de produção: destilaria Sibéria

Redução da carga potencial	Carga Potencial (kgDBO/dia)	Redução de benefícios anual (R\$)	Perda no faturamento	Aumento no custo de produção
0%	11.193,00			
10%	10.074,00	59.873,06	0,19%	0,35%
20%	8.954,00	197.492,23	0,62%	1,16%
30%	7.835,00	412.857,52	1,29%	2,42%
40%	6.716,00	705.968,93	2,20%	4,13%
50%	5.597,00	1.076.826,46	3,36%	6,30%
60%	4.477,00	1.525.430,10	4,76%	8,93%
70%	3.358,00	2.051.779,86	6,41%	12,01%
80%	2.239,00	2.655.875,73	8,29%	15,55%
90%	1.119,00	3.337.717,72	10,42%	19,54%
100%	0,00	4.097.305,83	12,79%	23,99%

Tabela 5.32 – Análise da variação das reduções de benefícios sobre o faturamento e custos de produção: destilaria Liberdade Inexport

Redução da carga potencial	Carga Potencial (kgDBO/dia)	Redução de benefícios anual R\$	Perda no faturamento	Aumento no custo de produção
0%	16.187,00			
10%	14.568,00	94.811,10	0,20%	0,38%
20%	12.949,00	302.244,39	0,65%	1,22%
30%	11.331,00	622.299,89	1,34%	2,52%
40%	9.712,00	1.054.977,58	2,28%	4,27%
50%	8.093,00	1.600.277,46	3,45%	6,48%
60%	6.475,00	2.258.199,55	4,88%	9,14%
70%	4.856,00	3.028.743,83	6,54%	12,26%
80%	3.237,00	3.911.910,31	8,45%	15,84%
90%	1.619,00	4.907.698,98	10,60%	19,87%
100%	0,00	6.016.109,86	12,99%	24,35%

Tabela 5.33 – Análise da variação das reduções de benefícios sobre o faturamento e custos de produção: destilaria JB

Redução da carga potencial	Carga Potencial (kgDBO/dia)	Redução de benefícios anual (R\$)	Perda no faturamento	Aumento no custo de produção
0%	30.553,00			
10%	27.498,00	165.743,81	0,23%	0,41%
20%	24.443,00	514.975,22	0,72%	1,26%
30%	21.387,00	1.047.694,25	1,47%	2,57%
40%	18.332,00	1.763.900,90	2,47%	4,32%
50%	15.277,00	2.663.595,15	3,74%	6,53%
60%	12.221,00	3.746.777,02	5,26%	9,18%
70%	9.166,00	5.013.446,50	7,03%	12,29%
80%	6.111,00	6.463.603,59	9,07%	15,84%
90%	3.055,00	8.097.248,29	11,36%	19,85%
100%	0,00	9.914.380,60	13,91%	24,30%

Percebe-se que as reduções no faturamento e conseqüentemente os aumentos nos custos de produção podem ser supridos pelas destilarias causando de certa forma um impacto razoável a esses usuários.

6.0 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1 – Conclusões

A avaliação econômica deve servir de suporte para proposições de cobrança para o uso da água, a qual sinaliza para a sociedade o uso racional dos recursos hídricos de forma que atenda aos princípios do desenvolvimento sustentável, incorpore os custos sociais derivados do uso e influencie o comportamento dos usuários, de forma a melhorar a qualidade ambiental. As políticas e programas públicos direcionados a mudança da estrutura econômica voltada para a redução da demanda de água são tão importantes quanto o aumento da oferta para o crescimento econômico.

O aumento da poluição dos recursos hídricos tem levado a escassez deste recurso em todo o mundo, causando uma situação, de fato, preocupante, tendo em vista que, ações para a recuperação dos corpos hídricos demandam elevados investimentos. Diante disto, inicialmente buscou-se a determinação do potencial poluidor dos usuários considerados neste trabalho, já que a avaliação econômica da cobrança pelo lançamento de efluentes, neste caso, tem como principal componente a carga potencial poluidora.

O estudo desenvolvido na presente dissertação conduziu a informações relevantes apresentando: informações sobre a poluição da bacia, estimativa dos custos de oportunidade através de soluções alternativas para o uso da água, estimação da elasticidade-preço da demanda. Buscou-se, também, verificar o impacto causado aos custos de produção e ao faturamento em relação à redução de benefícios gerados para os usuários.

Na bacia, a destilaria Sibéria, Liberdade Inexport e JB são os maiores responsáveis pela poluição contribuindo para um potencial poluidor de aproximadamente de 4.000.000, 5.900.00, 11.000.000 kgDBO/ano respectivamente.

As diferentes simulações realizadas, neste estudo, contemplam metodologias de caráter financeiro (arrecadatório) e econômico (indutivo de aplicação de medidas de redução da poluição lançada). A respeito da metodologia de cobrança aplicada conclui-se que:

A análise desenvolvida para essas metodologias permitiu estimar a função de demanda por água mais especificadamente para o uso para diluição de efluentes sem que se disponha de pares de preço-quantidade revelados pelo mercado, pois que ainda não existe o mercado de água bruta. No que se diz respeito à sensibilidade dos usuários, todas as demandas se comportam de maneira inelástica por apresentarem valores menores que a unidade. A Destilaria JB apresenta-se com a demanda mais inelástica (0,025), isto quer dizer que para um aumento de 100% do valor para uso em questão, esta destilaria conseguiria reduzir 2,5% as

suas quantidades de carga poluidora. A Destilaria Liberdade é a que se apresenta com a demanda menos inelástica com valor não superior a 0,034 .

Com a crescente deterioração da qualidade e quantidade desses recursos, é de se esperar a adoção de normas ambientais mais rígidas em um futuro próximo, com o estabelecimento de metas de redução de descarga de efluentes, o que resulta em aumentos significativos no custo total dos processos produtivos. Em relação à redução de benefícios devido à internalização dos custos para o uso mais sustentável dos recursos hídricos, a destilaria Sibéria pode sofrer uma redução em seus benefícios em pouco mais de R\$ 4.000.000 aproximadamente. A destilaria Liberdade Inexport pode sofrer uma variação de perda de benefícios de R\$ 94.000 a mais de R\$ 6.000.000 dependendo do grau de remoção de carga poluidora. Dentre as destilarias, o grupo JB apresenta as maiores perdas, evidentemente por ter demandas mais elevadas apresentadas na sua função ordinária. Sua redução de benefícios chega a quase R\$ 10.000.000 anuais quando há uma redução de 100% da sua carga potencial poluidora.

Em relação aos custos de produção, as destilarias Sibéria, Liberdade Inexport e JB podem sofrer um aumento de até 23,99%; 24,35% e 24,30% respectivamente. No que se refere a perdas no faturamento com a inclusão desses custos, a destilaria Sibéria tem uma redução de 12,79% e a destilaria Liberdade Inexport tem um abatimento de 12,99%. A destilaria JB é a que possui maiores perdas, atingindo valores máximos de 13,31%, os quais não são tão impactantes e podem ser adicionados nos números da cadeia produtiva.

As preocupações ambientais devem estar em primeira linha, ignorar estas questões resulta em uma série de distorções, do fato em que os usuários se beneficiem pelo uso da água enquanto a comunidade em geral irá suportar integralmente estes custos. A internalização desses diversos custos, sejam econômicos, sejam ambientais, no preço da água permite um uso mais justo ao mesmo tempo em que influencia a procura a uma conduta de utilização mais racional.

6.2 – Recomendações

Recomenda-se para estudos posteriores:

- ❖ Estender as avaliações econômicas com base na cobrança pelo lançamento de efluentes aos usuários do setor sucroalcooleiro a jusante da barragem do Pirapama como também a outras indústrias;
- ❖ Considerar, nos estudos de cobrança pelo lançamento de efluentes, a carga efetiva lançada e as melhorias governamentais implementadas;

- ❖ Estudar a possibilidade de inserção nos modelos de cobrança de outros parâmetros de qualidade físico-químicos e biológicos;
- ❖ Considerar a cobrança pela captação de água bruta conjuntamente com a cobrança pelo lançamento de efluentes;
- ❖ Verificar a aceitabilidade social da cobrança.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENINCASA, M., ORTOLANI, A. F., LUCAS JUNIOR, J. **Biodigestores convencionais**. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal, 1991. 25p.

BRASIL. **Lei Federal nº. 9.433, de 08 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Disponível em: < <http://www.lei.adv.br/9433-97.htm>>. Acesso em: 18 de março de 2007.

BRASIL. **Resolução nº 48 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), de 21 de março de 2005**. Estabelece critérios gerais para a Cobrança pelo uso dos Recursos Hídricos. Disponível em: <<http://www.cnrh-srh.gov.br/>>. Acesso em: 20 de outubro de 2005.

BRASIL. **Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965**. Institui o Código Florestal. Presidência da República Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos.

Brasília: IPEA; PNUD, 2005. 242p. (Livros. Série IPEA, 126) (DOC/DIPES/IPEA 29-90) **Meio ambiente: aspectos técnicos e econômicos**. (DOC/DIPES/IPEA -96). Obs.: 2ª ed., 1996.

BRAGA, B.P.F.; BARROS, M.T.; CONEJO, J.G.; PORTO, M.F.; VERAS M.S.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. HESPANHOL, I.- **Introdução à Engenharia Ambiental**, Makron Books, São Paulo, 2005.

CAMPOS, N., STUDART, T. M. C. **A Cobrança pelo uso da Água**. In: _____. (Ed(s)). **Gestão das águas: Princípios e práticas**. Porto Alegre – RS: ABRH, 2003. p. 113-126.

CANEPA. **Os comitês de bacia no Rio Grande do Sul: formação, dinâmica de funcionamento e perspectivas**. Porto Alegre: Taquari Antas, 2001

CARRERA, **Estudo de cobrança pelo uso da água na bacia hidrográfica do rio Pirapama**. Relatório Final, Recife, 2000.

CARRERA-FERNANDEZ, J. *et al.* **Impactos da Cobrança pelo Uso da Água sobre a Economia Regional**. Anpec, 2003.

CEARÁ. **Decreto do Estado do Ceará nº. 28.074, de 29 de dezembro de 2005**. Regulamenta o Art.7º da Lei nº 11.996 de 24 de julho de 1992, no tocante à cobrança pelo uso dos Recursos Hídricos Superficiais e Subterrâneos e o Art.4º da citada Lei no que se refere a Outorga de Direito de Uso e dá outras providências.

CEIVAP – Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul. **Cobrança pelo uso da água bruta: experiências européias e propostas brasileiras**. GPS-RE-011-R0, Ministério do Meio Ambiente (MMA), Secretaria de Recursos Hídricos (SRH), Subprograma de Desenvolvimento Sustentável dos Recursos Hídricos (PROAGUA). Laboratório de Hidrologia da COPPE/UFRJ. 2001.

COGERH – Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. **Modelo de Custos para o Sistema Integrado de Abastecimento de Água Bruta da Região Metropolitana de Fortaleza**. Relatório Final, 2001.

DAMÁSIO, J.; CARRERA-FERNANDEZ, J.; SILVEIRA, A. H.; GARRIDO, Raymundo-José. **Impactos da cobrança pelo uso da água sobre a economia regional**. XXX Encontro Nacional da ANPEC. Nova Friburgo - RJ, 2002.

GARRIDO, R. J. S. **Alguns pontos de referência para o estágio atual da Política Nacional de Recursos Hídricos**. In: FREITAS, M. A. V. (Org.). O Estado das águas no Brasil 2001 – 2002. Brasília: Agência Nacional de Águas (ANA), 2003. p. 3-15.

GAMA, A. M. C. F. **PROJETO MARCA D'ÁGUA. RELATÓRIOS PRELIMINARES 2001**. A Bacia do rio Pirapama, Pernambuco. Recife, 2002.

GRANZIERA M., **Relatório contendo estado da arte institucional no Brasil sobre agências de bacia e entidades delegatárias na Bacia Hidrográfica do rio São Francisco**, Agência Nacional de Água, ANA. 2007.

GURGEL, V. A. **Cobrança pelo Uso da Água: experiência internacional e nacional. Instrumentos Econômicos e Políticas Públicas para a Gestão Ambiental**. Centro de Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília. Brasília -DF. 11 p. 2001.

FÉRES J., REYNAUD A., THOMAS A. **Reuso de água nas indústrias da bacia do rio Paraíba do Sul**. Rio de Janeiro, janeiro de 2007.

FONTENELE, R. **Proposta Metodológica para Implantação do Sistema de Cobrança Pelo Uso dos Recursos Hídricos no Estado do Ceará**. Revista Econômica do Nordeste, Fortaleza, v. 30, n.3 p.296-315, jul/set. 1999.

LANNA, A. Hidroeconomia. In: REBOUÇAS, A.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. (Orgs). **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras. Editora 1999.

MMA, Ministério Do Meio Ambiente. **Política Nacional de Recursos Hídricos. Instrumentos da política** (2007). Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/srh/politica/instrumentos/cobranca.html>>. Acesso em: 10 de dezembro de 2007

MACEDO, H. P., 2000, “A Experiência do Estado do Ceará”. In: A. C. Mendes Thame (Org.) A Cobrança pelo Uso da Água. IQUAL, Instituto de Qualificação e Editoração LTDA, São Paulo, pp. 29 – 34.

MACHADO, E. **Comparação de aspectos institucionais na gestão de recursos hídricos em alguns países europeus e sua implicação para a gestão da Bacia do Alto Iguaçu –PR**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v.3, n.1, jan./mar. 1998, p. 65-73.

MACHADO, C. **A cobrança pelo uso da água: contribuição para a sua implementação no Estado do Rio de Janeiro**. Revista Rio de Janeiro, n. 9, p. 55-75, jan./abr. 2003a. O preço da água. Revista Ciência Hoje, Vol. 32, nº. 192, abril de 2003b, p. 66-67.

MARTINS, R.; VALENCIO, N., A concretude da moderna crise sócio-ambiental. In: **Uso e gestão dos recursos hídricos no Brasil: desafios teóricos e político-institucionais**. São Carlos: RiMa, Vol. II, 2003.

MEDEIROS, P.C.; RIBEIRO M. M. R., **Elasticidade-Preço Da Demanda Por Água na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba-Pb**. Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. Campina Grande-PB. VIII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. 2006.

MELO, F. A. D. **Verticalização Da Cana-De-Açúcar Renda e Competitividade para o Produtor**. Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE. Recife – PE, novembro de 2005.

MENDES, G. (2007). “**Avaliação de metodologias de cobrança através de modelo econômico-hidrológico Integrado: O caso da bacia do rio Pirapama**”. Dissertação no Programa de Pós-Graduação em Economia, UFPE, 2007.

MORAES, M. M. G. A., FILHO, B. E. A, ROCHA, S. P. V. da, (2007) **Avaliação do Mecanismo de Outorga no Alcance do Ótimo Social Usando Modelagem Econômico-Hidrológica Integrada: O caso da bacia do Rio Pirapama**, Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos 2007.m

MORAES, M. M. G. A., **Modelo Econômico-Hidrológico Integrado para Alocação Ótima de Água em Diferentes Usos e Vinhoto em Áreas Plantadas de Cana na Bacia do Rio Pirapama**. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal de Pernambuco - UFPE. Pernambuco. Recife – PE. 2003.

MOTA, J. **O valor da natureza: economia e política dos recursos ambientais**. Rio de Janeiro: Garamond, 2001.

MOURA. A. S. S. Pernambuco. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. **Política e Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos de Pernambuco: Leis das Águas**. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente – Recife 2006.

PERNAMBUCO. **Constituição Estadual. Pernambuco, 1989**. Disponível em <<http://www.tce.pe.gov.br/sistemas/constituicao-estadual/>>. Acesso em 25 de abril de 2007.

PERNAMBUCO. **Lei Estadual nº 11.426, de 17 de janeiro de 1997**. Dispõe sobre a Política Estadual dos Recursos Hídricos e o Plano Estadual dos Recursos Hídricos. <<http://www.ana.gov.br/Institucional/ASPAR/legislacaoEstadosDF.asp>>. Acesso em 18 de março de 2007.

PERNAMBUCO. **Lei Estadual nº 12.984, de 30 de dezembro de 2005**. Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos e cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Disponível em: < <http://www.lei.adv.br/9433-97.htm>>. Acesso em: 18 de março de 2007.

POMPEU, C. **A gestão das águas e a competência estadual**. In: MACHADO, C (Org.). **Gestão de águas doces**. Rio de Janeiro, 2004.

PROAGUA. **Cobrança pelo uso da água bruta: experiências européias e propostas brasileiras.** Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, GPS – RE – 011 – R0, 2001.

RAMOS, M. **Gestão de Recursos Hídricos e Cobrança pelo Uso da Água.** Fundação Getúlio Vargas. Março de 2007.

RELATÓRIO PRELIMINAR SOBRE COBRANÇA, **Plano Diretor De Recursos Hídricos Da Bacia Hidrográfica Do Rio Das Velhas.** Setembro de 2004.

RIBEIRO, M. M. R.; LANNA, A. E. e PEREIRA, J. S. (1999), **Elasticidade-Preço da Demanda e cobrança pelo o uso da água.** In. XIII. Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 1999, Belo Horizonte. XIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos.

RIBEIRO, M. M. R. **Alternativas para a outorga e a cobrança pelo uso da água: simulação de um caso.** 2000. 200f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. Rio Grande do Sul - Porto Alegre – RS. 2000.

RIO DE JANEIRO. **Lei Estadual n° 4.247, de 16 de dezembro de 2003.** Dispõe sobre a Cobrança pela utilização dos Recursos Hídricos de domínio do Estado do Rio de Janeiro e dá outras providências, no Estado do Rio de Janeiro. Disponível em:< URL:http://www.rededasaguas.org.br/legisla/view_legislacao.asp?IDLei=25 >. Acesso em: 15 de dezembro de 2007.

RIO DE JANEIRO. **Lei Estadual n° 5.234, de 05 de maio de 2008.** Altera a lei n°4.247, de 16 de dezembro de 2003, que dispõe sobre a cobrança pela utilização dos recursos hídricos de domínio do estado do Rio de Janeiro e dá outras providências. Disponível em <<http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/>>. Acesso em: 04 de junho de 2008.

SALOMON, K. R., **Avaliação Técnico-econômica da Biodigestão Anaeróbia de Vinhaças.** II GERA: Workshop de Gestão de Energia e Resíduos na Agroindústria Sucroalcooleira. UNIFEI. 2007.

SÃO PAULO. **Lei Estadual n° 12.183, de 29 de dezembro de 2005.** Dispõe sobre a cobrança pela utilização dos recursos hídricos do domínio do Estado de São Paulo, os procedimentos para fixação dos seus limites, condicionantes e valores e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.bancor.com.br/legisla%E7%E3o/lei12183sp.pdf>>. Acesso em: 20 de dezembro de 2006

SANTOS, M. O. R. M. **O Impacto da Cobrança pelo uso da Água no Comportamento do Usuário.** 2002. 231f. Tese (Doutorado em Ciências e Engenharia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro - COPPE. Rio de Janeiro – RJ. 2002.

SEMAHR, 2005. **Cobrança da água volta a pauta.** Estado de São Paulo, 2005.

SERRICCHIO, C.; CALAES, V.; FORMIGA-JOHNSSON, R.; LIMA, A.; RODRIGUES, J.;

ANDRADE, E. Prêmio CAIXA melhores práticas em gestão local 2003-2004: **O CEIVAP e a gestão integrada dos recursos hídricos da bacia do rio Paraíba do Sul**. Um relato da prática Rio de Janeiro: GESTEC/CAIXA, 2005.

SEROA DA MOTTA, R. **Utilização de critérios econômicos para a valorização da água no Brasil**. Rio de Janeiro: IPEA, 1998.

SETTI, A. **A necessidade do uso sustentável dos recursos hídricos**. Brasília: MMA - IBAMA, 1996.

SILVA, S. B., **Cobrança pelo lançamento de efluentes: simulação para a bacia do rio Paraíba – PB**. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Universidade Federal de Campina Grande – UFCG – Campina Grande – PB, 2006.

SOUSA, E. C.; SOUSA JÚNIOR, W.C.; SINISGALLI, P. A. A.; ROMEIRO, A. R. **A Política de Recursos Hídricos e a Cobrança pelo uso da Água – Formulações Nacionais e Internacionais**. XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, João Pessoa – PB. Anais em CD-ROM. 2005.

O SULLIVAN, A.; SHEFFRIN, S. M. **Princípios de Economia**. Rio de Janeiro. LTC, 2000.

THAME, A. C. M., “Fundamentos e Antecedentes”. In: A. C. Mendes Thame. (Org.) **A Cobrança pelo Uso da Água**. IQUAL, Instituto de Qualificação e Editoração LTDA, São Paulo, pp. 11 – 18, 2000.

UCHIMARA, M. S., **Serviços de Respostas Técnicas**. Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR, 2006.

VEDIR, A. R., **Dinâmicas E Perspectivas Do Mercado Da Cachaça**. Informações Econômicas. São Paulo – SP, v.36, n.2, fevereiro de 2006.

VIANA, C. ELOI, **Produção de Biogás a Partir de Vinhoto, BRASIL – EUROPA – Seminário de energia de biomassa e resíduos – Belo Horizonte, 1988**.

VARIAN, H. R. **Microeconomia: Princípios Básicos**, Quinta Edição Americana, Editor Campus Ltda, Rio de Janeiro, 1997.

Sites Consultados

www.abrh.org.br

http://www.bnb.gov.br/content/aplicacao/ETENE/Artigos/docs/sober_sucroalcooleiro.pdf

www.worldwater.org

www.aguaonline.com.br

www.hidroweb.ana.gov.br

www.governo.pb.gov.br

www.semarh.gov.br

www.periodicos.capes.org.br

www.ipea.gov.br

<http://www.destilariasiberia.com.br/producao.htm>

www.cachacaorganica.com.br/riodecontas.htm

www.pernambuco.com.br

<http://www.pernambuco.com/diario/2003/11/28/opinio.html>

<http://www.semarh.rn.gov.br/detalhe.asp?IdPublicacao=4752>.

<http://www.jornalcana.com.br/noticia/Jornal-Cana/15657+Destilaria-JB-volta-ao-normal-depois-de-principio-de-incendio>

<http://engenhosdepernambuco.blogspot.com.br/p/nome-de-engenhos-letra-c.html>

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

http://www.old.pernambuco.com/diario/2004/11/09/especialorgdepe18_0.asp