

# USP

## Campus de São Carlos

CAPACIDADE DE PAGAMENTO E COBRANÇA  
PELO USO E DEGRADAÇÃO DOS RECURSOS  
HÍDRICOS

**Giovanni Margarido Righetto**

Orientador: Prof. Associado Marcelo Pereira de Souza

## UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO



## ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

# Capacidade de Pagamento e Cobrança pelo Uso e Degradação dos Recursos Hídricos

Giovanni Margarido Righetto

DEDALUS - Acervo - EESC



31100036739

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências da Engenharia Ambiental.

ORIENTADOR: Prof. Associado Marcelo Pereira de Souza

Serviço de Pós-Graduação EESC/USP  
EXEMPLAR REVISADO  
Data de entrada no Serviço: 14 / 08 / 01  
Ass.: *Guilherme*

São Carlos  
2001



Class.	TESE - EESC
Cutt.	5310
Tombo	T0191101

at 1199074

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento  
da Informação do Serviço de Biblioteca - EESC/USP

R571c Righetto, Giovanni Margarido  
Capacidade de pagamento e cobrança pelo uso e  
degradação dos recursos hídricos / Giovanni Margarido  
Righetto. -- São Carlos, 2001.

Dissertação (Mestrado) -- Escola de Engenharia de  
São Carlos-Universidade de São Paulo, 2001  
Área : Ciências da Engenharia Ambiental.  
Orientador: Prof. Assoc. Marcelo Pereira de Souza.

1. Cobrança. 2. Capacidade de Pagamento.
3. Elasticidade. I. Título.

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

Candidato: Economista **GIOVANNI MARGARIDO RIGHETTO**

Dissertação defendida e aprovada em 10-05-2001  
pela Comissão Julgadora:



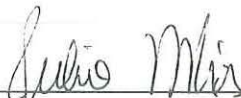
---

Prof. Associado **MARCELO PEREIRA DE SOUZA (Orientador)**  
(Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo)



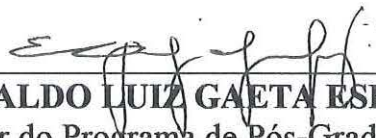
---

Prof. Titular **FAZAL HUSSAIN CHAUDHRY**  
(Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo)



---

Prof. Doutor **JULIO MANUEL PIRES**  
(Faculdade de Economia e Administração – Universidade de São Paulo)



---

Prof. Doutor **EVALDO LUIZ GAETA ESPÍNDOLA**  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação  
em Ciências da Engenharia Ambiental



---

**JOSÉ CARLOS A. CINTRA**  
Presidente da Comissão de Pós-Graduação da EESC

*Dedico este trabalho a minha  
esposa Solange e ao meu filho Giovanni que são a razão de  
minha existência.*

“De tudo ficaram três coisas:  
A certeza de que estava sempre começando  
A certeza de que era preciso continuar  
E a certeza de que seria interrompido antes de terminar

Fazer da interrupção um caminho novo

Fazer da queda um passo de dança

Do sonho uma ponte

Da procura um encontro”

**Fernando Pessoa**

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, e este é um lugar incontestável, não apenas agradeço como peço desculpas a minha mulher Solange, pelo tempo que estive ausente de relações familiares tão importantes para a realização deste trabalho. Agradeço a ela pela paciência e carinho que me proporcionou durante o período de intenso estudo necessário à preparação deste trabalho. Espero que a vida me proporcione condições de retribuir a dedicação e a lealdade que ela sempre me ofereceu. Amo você Solange.

No mês de abril de 1999 tive a felicidade de ver nascer meu filho Giovanni. O seu nascimento me fez encarar a vida com muito mais responsabilidade e alegria. Seu sorriso, seu carinho e sua forma tão natural de demonstrar o seu amor para comigo e minha esposa tornam as tarefas cotidianas muito mais prazerosas e com um significado especial. Agradeço a você, meu filho, pelo incentivo a vida e pelo seu amor, o qual exprime com a doçura e encantamento de seus gestos.

Não poderia esquecer os agradecimentos aos meus familiares, minha mãe Maria do Carmo e meus irmãos Julian, Carolina, Marcos, Jean e Heloísa pelo bem-estar familiar, condição essencial para o equilíbrio pessoal, necessário para a realização de qualquer trabalho.

Em especial quero agradecer meu pai, o Prof. Associado Antonio Marozzi Righetto que dedicou toda a sua vida profissional ao aperfeiçoamento da pesquisa científica. Admiro a sua inteligência e a sua atitude de buscar uma elevação espiritual. Agradeço a ele por me incentivar em meus objetivos pessoais e as críticas, sempre construtivas, que norteiam nossa relação e o meu trabalho profissional.

Caro Marcelo, obrigado pela sua cordial atenção e pela sua ajuda, principalmente por sempre acreditar na minha capacidade intelectual e pela liberdade que sempre concedeu aos seus orientados. Acredito que com ela fui capaz de realizar um trabalho interessante e desenvolver habilidades que serão úteis na insaciável curiosidade que rege a minha conduta na pesquisa científica. Lembro-me com saudade dos agradáveis encontros de quarta-feira, os quais fortaleceram minha devoção ao meio ambiente e ajudaram-me na solidificação da minha formação acadêmica. Mais uma vez, agradeço ao Prof. Associado Marcelo Pereira de Souza, meu orientador e ao amigo Marcelo.

Em hipótese alguma poderia esquecer dos amigos Gisela e Mauro (meu caro amigo Caju) pelas agradáveis conversas e pelo estimado convívio durante toda a minha passagem no curso de mestrado no CRHEA. Ao Caju agradeço pelos seus comentários que me fizeram entender, com maior clareza, que os conflitos são parte constante do convívio entre as pessoas e que devemos aprender a entendê-los se pretendemos propor soluções para eles.

Agradeço aos professores Marcius, Fazal, Luiz Daniel, Maria do Carmo, Maria Lucia, Ricardo Shirota, Luciana Togeiro de Almeida, Evaldo e Haydee pelas preciosas aulas que contribuíram para fortalecer meu entendimento sobre o meio em que vivemos e sua relação com o sistema econômico.

Obrigado aos colegas da turma de 1999 do curso de Pós-Graduação do CRHEA e a todos os seus funcionários, que de alguma forma contribuíram para a estruturação deste trabalho.

Agradeço a FAPESP pela concessão da bolsa de mestrado, sem a qual este trabalho não poderia ser realizado.



## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS E QUADROS</b>	<b>i</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS</b>	<b>iv</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	<b>vi</b>
<b>RESUMO</b>	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>x</b>
<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>8</b>
<b>1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>11</b>
1.1. Quantidade de Água	11
1.2. A água como um Recurso Natural e Ambiental – a dimensão qualidade	12
1.3. Poluição e Contaminação	18
1.4. Critérios de Qualidade da Água	25
1.5. Padrões de Qualidade da Água	26
1.6. Análise Econômica da Problemática Ambiental	29
1.6.1. Eficiência Econômica	32
1.6.2. Taxação e o Ótimo de Poluição	37
1.6.3. Valoração Econômica do Meio Ambiente	44
1.6.3.1. Métodos da Função de Produção	47
1.6.3.2. Métodos da Função de Demanda	49
1.7 Aplicações dos Métodos de Valoração Econômica Ambiental nos Recursos Hídricos	56
1.8 Aspectos de Gestão em Recursos Hídricos e a Cobrança pelo Uso e Degradação da Água	66
1.9 Cobrança e Capacidade de Pagamento	74
<b>2. OBJETIVO</b>	<b>91</b>
<b>3. METODOLOGIA</b>	<b>92</b>
3.1. Caracterização da Área de Estudo – Bacia Hidrográfica do Rio Atibaia	92
3.1.1. Área de Estudo e Estrutura Hídrica	92
3.1.2. Demanda de Água	95
3.2. Cargas Poluidoras	102
3.2.1. Cargas Urbanas	102

3.2.2. Cargas Industriais	102
3.2.3. Cargas Difusas	106
3.2.4. Autodepuração e condição atual dos corpos d'água	107
3.2.5. Identificação das desconformidades	108
3.3. Cobrança	109
3.4. Capacidade de Pagamento	113
3.4.1. Irrigação	113
3.4.2. Indústria	117
<b>4. RESULTADOS OBTIDOS E CONSIDERAÇÕES</b>	<b>129</b>
4.1. Irrigação	129
4.2. Indústria	152
4.3. Considerações Finais	172
<b>5. CONCLUSÕES</b>	<b>175</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>180</b>
<b>Anexo 1. Volume de captação de água e capacidade de pagamento dos irrigantes no estado do Ceará</b>	<b>191</b>

## LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 1. Usos Múltiplos da Água	13
Tabela 2. Associação entre os usos da água e os requisitos de qualidade	15
Tabela 3. Principais processos poluidores da água	19
Tabela 4. Doenças relacionadas com a água	21
Tabela 5. Efeitos gerados pelos principais poluentes nas águas residuárias	23
Tabela 6. Componentes químicos que podem afetar a saúde	26
Tabela 7. Valores da Disposição à Pagar (DDP) encontrados em estudos utilizando o método da Valoração Contringencial nos EUA	57
Tabela 8. Aplicações do Método de Valoração Contingente no setor de Recursos Hídricos	49
Tabela 9. Custos Ambientais associados ao Esgoto Doméstico (US\$ milhões)	61
Tabela 10. Custos Ambientais Associados aos Efluentes Industriais (US\$ milhões)	61
Quadro 1. Demonstração dos Resultados	81
Tabela 11. Demanda de água industrial a jusante do Sistema Cantareira – 1990 Bacia do Rio Piracicaba	96
Tabela 12. Principais consumidores industriais - Bacia do Rio Piracicaba	97
Tabela 13. Maiores consumidores individuais por sub-bacia e por vazão de captação e de despejo	99
Tabela 14. Demanda de água urbana e agropecuária a jusante do Sistema Cantareira – 1990. Bacia do Rio Piracicaba	100
Tabela 15. Balanço hídrico por sub-bacia (Bacia do Rio Piracicaba)	101
Tabela 16. Carga poluidora urbana e industrial a jusante do Sistema Cantareira – 1990 (Kg DBO/dia)	103
Tabela 17. Principais fontes poluidoras e principais pontos de captação das cidades de Limeira, Americana, Piracicaba, Santa Bárbara D'Oeste, Sumaré e Campinas	105
Tabela 18. Carga Difusa – 1990 (Bacia do Rio Piracicaba)	106
Quadro 2. Relação entre elasticidade-preço e receita total	119
Figura 1. Efeito de um Imposto	124
Figura 2. Maximização de Lucro	127

Tabela 19. Consumo de Água por Cultura na Bacia do Rio Atibaia	130
Tabela 20. Compartimento Ambiental, vazão de referência ( $Q_{95}$ ) e carga remanescentes na Bacia do Rio Atibaia	131
Tabela 21. Compartimento Ambiental, vazão ( $Q_{7,10}$ ) e carga remanescentes na Bacia do Rio Atibaia	132
Tabela 22. Compartimento Ambiental, vazão média ( $Q_{\text{médio}}$ ) e carga remanescentes na Bacia do Rio Atibaia	132
Tabela 23. Cargas de Saturação para a Vazão Média, Vazão de Referência e Vazão $Q_{7,10}$	133
Tabela 24. Valores para a Cobrança na condição de Vazão Média	134
Tabela 25. Valores para a Cobrança na condição de Vazão de Referência ( $Q_{95}$ )	135
Tabela 26. Valores para a Cobrança na condição de Vazão $Q_{7,10}$	136
Tabela 27. Capacidade de Pagamento da Cultura de Milho	138
Gráfico 1. Capacidade de Pagamento – Milho	139
Tabela 28. Capacidade de Pagamento da Cultura de Abacate	139
Gráfico 2. Capacidade de Pagamento – Abacate	140
Tabela 29. Capacidade de Pagamento da Cultura de Pêssego	140
Gráfico 3. Capacidade de Pagamento – Pêssego	141
Tabela 30. Capacidade de Pagamento da Cultura de Uva	141
Gráfico 4. Capacidade de Pagamento – Uva	142
Tabela 31. Capacidade de Pagamento da Cultura de Cana-de-Açúcar	142
Gráfico 5. Capacidade de Pagamento – Cana-de-Açúcar	143
Tabela 32. Capacidade de Pagamento da Cultura de Goiaba	143
Gráfico 6. Capacidade de Pagamento – Goiaba	144
Tabela 33. Capacidade de Pagamento da Cultura de Feijão	144
Gráfico 7. Capacidade de Pagamento – Feijão	145
Tabela 34. Cobrança e Capacidade de Pagamento dos Irrigantes da Bacia do Rio Atibaia	146
Tabela 35. Cobrança e Capacidade de Pagamento dos Irrigantes da Bacia do Rio Atibaia	147
Quadro 3. Valores Cobrados para a vazão de referência $Q_{95}$	153
Quadro 4. Valores Cobrados para a vazão média $Q_{\text{médio}}$	153

Quadro 5. Valores Cobrados para a vazão média $Q_{7,10}$	154
Quadro 6. Rhodía Ster S.A.	155
Quadro 7. Empresa A – Setor Petroquímico	158
Quadro 8. Empresa B – Setor Papel e Celulose	160
Quadro 9. Empresa C - Setor Têxtil	162
Quadro 10. Empresa D – Setor Químico	163
Quadro 11. Empresa E – Setor Bebidas	166
Quadro 12. Empresa F – Setor Alimentício	167
Quadro 13. Empresa G – Setor Químico	169
Quadro 14. Empresa H – Setor Petroquímico	171

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BLPM	- Benefício Líquido Marginal Privado
BMgLP	- Benefício Líquido Marginal Privado
BMgS	- Benefício Marginal Social
BST	- Benefício Social Total
C	- Custo Privado
C.ATI	- Compartimento Atibaia
C.ITA	- Compartimento Itatiba
C.PAN	- Compartimento Pinheiros-Anhumas
C.SGR	- Compartimento Salto Grande
CE	- Custo Externo
CFT	- Custos Fixos Totais
CMg	- Custo Marginal
CMgE	- Custo Marginal Externo
CNT	- Custos Não-Transferidos
CO	- Custos Operacionais
CP	- Capacidade de Pagamento
CTC	- Custo Total de Controle
CTE	- Custo Total Externo
DAA	- Disposição à Aceitar
DAP	- Disposição à Pagar
DBO	- Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	- Demanda Química de Oxigênio
FB	- Faturamento Bruto
IOG	- Investimento Operacional em Giro
MB	- Margem Bruta
MCV	- Método do Custo de Viagem
OD	- Oxigênio Dissolvido
PIB	- Produto Interno Bruto
RA	- Recurso Ambiental
RB	- Renda Bruta

RD	- Renda Disponível
RL	- Renda Líquida
SM	- Salário Mínimo
TMgS	- Taxa Marginal de Substituição
TMgST	- Taxa Marginal de Substituição Técnica
TMgT	- Taxa Marginal de Transformação
VE	- Valor de Existência
VET	- Valor Econômico Total
VO	- Valor de Opção
Vol.	- Volume
VU	- Valor de Uso
VUD	- Valor de Uso Direto
VUI	- Valor de Uso Indireto

## LISTA DE SÍMBOLOS

- $\pi$  - Lucro
- $\iota$  - Taxa do imposto em porcentagem
- $\partial \text{BMgS} / \partial Q$  - Maximização do benefício marginal social
- $\partial \text{BST} / \partial W$  - Maximização do benefício marginal social
- $\partial C / \partial Q$  - Custo marginal
- $\partial \text{CE} / \partial Q$  - Custo marginal externo
- $\partial \text{CS} / \partial Q$  - Custo marginal social
- $\partial \text{CTC} / \partial W$  - Custo marginal de controle
- $\partial \text{CTE} / \partial W$  - Custo marginal de controle
- $\varepsilon_d$  - Elasticidade preço da demanda
- $\delta D$  - Variações Marginais do Produto Privado
- $\varepsilon_o$  - Elasticidade preço da oferta
- $\Delta P$  - Variação da precipitação
- $\Delta P$  - Variação do preço
- $\Delta Q$  - Variação da quantidade
- $\Delta \text{RA}$  - Variação do recurso ambiental
- $\delta \text{RA}$  - Variações Marginais do Recurso Ambiental
- $\Delta t$  - Ciclo da cultura
- $\Delta V_e$  - Variação do volume evaporado
- $\Delta V_{et}$  - Variação do volume evapotranspirado
- $\Delta V_q$  - Variação do escoamento superficial
- $\Delta V_s$  - Variação do volume armazenado na superfície
- $\Delta V_{\text{solo}}$  - Variação do volume de água armazenada na superfície
- $A_i$  - Área irrigada
- $C_\tau$  - Quantidade reciclada no tempo  $\tau$
- $C(Q)$  - Custo privado
- $C_e$  - Carga de poluição remanescente
- $c_e$  - Concentração do poluente no efluente final (mg/l)



- CE(Q) - Custo externo
- $c_p$  - Concentração máxima permitida pelo padrão de emissão
- $C_{pi}$  - Capacidade de pagamento de cada cultura
- $C_s$  - Carga de saturação
- D - Produto Privado
- D(Pd) - Demanda por um bem
- $E_c$  - Valor dos serviços ambientais com o controle da poluição
- $E_n$  - Valor dos serviços ambientais sem o controle da poluição
- $f(X_{mk})$  - Deseconomia externa
- $F_t$  - Quantidade do recurso fluxo no tempo t
- $H_\tau$  - Quantidade descoberta do recurso exaurível no tempo  $\tau$
- $I_c$  - Índice de Carga
- $K_1$  - Coeficiente multiplicador antes da captação superficial
- $K_2$  - Coeficiente multiplicador depois da captação superficial
- $K_c$  - Coeficiente Multiplicador
- O(Po) - Oferta por um bem
- P - Precipitação
- P - Preço do bem
- p - Preço do bem substituto
- $P^*$  - Preço de equilíbrio
- P.Q - Benefício bruto da atividade
- Pd - Preço da demanda
- $P_{f(X_{mk})}$  - Preço da deseconomia externa
- $P_i$  - Preço do produto da atividade  $X_{ij}$
- Po - Preço da oferta
- Q - Quantidade produzida
- $Q^*$  - Quantidade de equilíbrio
- $Q^*$  - Quantidade Ótima
- $Q_{95}$  - Vazão de referência
- $Q_c$  - Valor da quantidade produzida com o controle da poluição
- $Q_c$  - Vazão do efluente final ( $m^3 \cdot s^{-1}$ )
- $Q_{com}$  - Vazão de água consumida

$Q_d$	- Quantidade demandada
$Q_e$	- Vazão do efluente final ( $m^3 \cdot s^{-1}$ )
$Q_{médio}$	- Vazão média
$Q_n$	- Valor da quantidade produzida sem o controle da poluição
$Q_o$	- Quantidade ofertada
$R_\tau$	- Extração no tempo $\tau$
$R_t$	- Uso do recurso fluxo no tempo $t$
$S$	- Fator ponderador do tipo de usuário, sazonalidade e eficiência econômica do
$S_0$	- Estoque existente do recurso no tempo 0
$S_t$	- Estoque existente do recurso no tempo $t$
$t$	- Valor da tarifa
$t^*$	- Taxa Ótima
$Te$	- Valor a ser Pago
$U$	- Fator ponderador do tipo de usuário, sazonalidade e eficiência econômica do
$VE$	- Valor do Recurso Ambiental
$V_e$	- Volume Evaporado
$V_{et}$	- Volume Evapotranspirado
$V_i$	- Volume Infiltrado
$Vol$	- Volume
$V_q$	- Escoamento Superficial
$V_s$	- Volume Armazenado na Superfície
$V_{solo}$	- Volume de Água Armazenada no Solo
$W_t$	- Perda ocorrida do recurso fluxo no tempo $t$
$Y$	- Renda do indivíduo

## RESUMO

RIGHETTO, G.M. (2001) *Capacidade de Pagamento e Cobrança pelo Uso e Degradação dos Recursos Hídricos*. São Carlos – SP. Dissertação de Mestrado – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

O presente trabalho analisa a implantação de uma metodologia de cobrança pelo uso da água na qual os aspectos econômicos e ambientais são considerados como variáveis fundamentais na determinação do valor a ser cobrado. Evidencia formas de mensurar a capacidade de pagamento dos usuários de água, a fim de confrontar este dado com os valores da cobrança. A capacidade de pagamento é um mecanismo importante para a obtenção de informações a respeito dos impactos econômicos causados pela cobrança. Os resultados apontam que dependendo do grau de saturação do corpo d'água, mesmo com capacidade de pagamento positiva, alguns setores teriam dificuldades de honrar com o pagamento da cobrança, o que evidencia a importância de um processo de gestão que considere o binômio localização – tipologia no processo de tomada de decisão quanto à implantação de atividades econômicas. Outro aspecto interessante se refere a elasticidade preço da demanda. Dependendo das condições de elasticidade uma unidade de produção, mesmo com situação financeira precária, estaria em condições de honrar com o pagamento da cobrança.

**Palavras Chaves:** Cobrança, capacidade de pagamento, elasticidade.

## ABSTRACT

RIGHETTO, G.M. (2001) *Users Willingness to pay and Charge for the Use and Degradation of Water Resources.* São Carlos – SP. Dissertação de Mestrado – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

This study analyses the introduction of a method for levied on the use of water in which economic and environmental aspect, are considered as basic variables in the determination of the amount to be charged. It presents various ways for measuring the willingness of the users to pay for water in order to compare it to the the charges levied. The willingness to pay is an important mechanism for obtaining information about the economic impact of the policy of levying taxes. The results show that, depending upon the saturation degree of the water bodies, some sectors would have difficulty in paying the charges even when they show positive willingness to pay. It shows the importance of a management policy that considers the duality site-type in the decision-making process as regards the implantation of economic activities. Elasticity in demand prices is another important factor in this process. Depending upon the conditions of elasticity, a production unit would be able to honor its tax liabilities despit its delicate financial situation.

**Key Words:** Water Charges, users willingness to pay, elasticity.

## INTRODUÇÃO

Coordenar e gerenciar são ações que necessitam de informações e, mais do que isso, as informações devem fluir entre as partes, devem ser processadas para que a tomada de decisão seja a mais acertada possível. Se este conjunto de necessidades, que perfazem um processo de gestão, encontra barreiras numa organização privada, na qual as informações são usadas para um objetivo comum, o que poderia ser dito a respeito da gestão dos recursos hídricos, que trabalha com objetivos conflitantes e com dificuldades na obtenção das informações, principalmente sociais e econômicas.

O uso múltiplo da água gera a necessidade da criação de instrumentos capazes de direcionar a disponibilidade hídrica aos usos requeridos pela sociedade. O que se observa atualmente, principalmente nas questões ambientais, é uma ocupação indiscriminada do meio natural, sem respeitar as características deste meio. O processo de urbanização e industrialização sem um prévio estudo das suscetibilidades e vocações da região ocupada tem gerado sérios problemas ambientais como, por exemplo, uma intensa degradação dos recursos hídricos. A bacia do rio Atibaia é apenas mais um contundente exemplo.

A não observância das características do meio (suscetibilidades e vocações naturais) acarreta conseqüências adversas não apenas para o ambiente natural, mas também às próprias atividades econômicas que se instalam nestes meios.

Considerando as premissas comentadas anteriormente, seria interessante perguntar: meio ambiente e recursos hídricos poderiam estar dissociados em um processo de gestão? Haveria resultado positivo na gestão dos recursos hídricos se variáveis como uso e ocupação do solo não fossem levadas em consideração no processo decisivo? O presente trabalho acredita que o processo de gerenciamento dos recursos hídricos deve considerar as suscetibilidades e vocações do meio como fator ponderador no processo alocativo destes recursos, enfatizando que a gestão das águas e do meio ambiente são processos indissociáveis.

Afinal, o processo de gestão requer uma coordenação entre a sociedade, economia e meio ambiente, principalmente nos aspectos temporais e espaciais, a qual requer um processo decisivo que utilize instrumentos capazes de considerar estas variáveis em conjunto.

O instrumento analisado no presente trabalho é a cobrança pelo uso dos recursos hídricos, que pode ser utilizado de várias formas, dependendo do referencial analítico considerado. A metodologia adotada considera a capacidade assimilativa do corpo de água e a ocupação do solo, medida indiretamente pela carga de poluição, como fatores fundamentais na determinação dos valores a serem cobrados, reforçando a idéia de que o instrumento proposto é utilizado para a gestão dos recursos hídricos e não como objeto de financiamento de obras.

Considerando a capacidade assimilativa como um ponderador essencial, os valores a serem cobrados pela metodologia proposta variam significativamente, dependendo da localização de cada usuário. No caso da irrigação, a capacidade de assimilar os valores cobrados varia substancialmente.

O presente trabalho realiza uma simulação de localização de atividades agrícolas na bacia do rio Atibaia que mostra, claramente, que o binômio tipologia-localização influencia sobremaneira os valores cobrados e a capacidade de assimilação dos mesmos pelos irrigantes, indicando que atividades consumidoras de água deveriam estar em locais cujas suscetibilidades e vocações naturais permitissem o seu uso na quantidade e qualidade requerida.

Para a implementação da cobrança pelo uso da água bruta, a capacidade de pagamento dos agentes econômicos é essencial para a análise dos impactos advindos desta prática. Esta análise não tem por objetivo questionar ou propor valores limitantes para a cobrança, apenas se propõe investigar em que medida este instrumento é assimilável ou não pelas atividades econômicas que utilizam os recursos hídricos para consumo ou como receptores dos resíduos de suas produções. Para a atividade industrial, a hipótese considerada é que mesmo apresentando dificuldades financeiras certas empresas não sofreriam impactos significativos nas suas demonstrações financeiras, já que as características dos mercados em que atuam contribuem para que os custos advindos da cobrança sejam repassados aos consumidores de seus produtos.

Considerando a gestão dos recursos hídricos integrada com a gestão ambiental como o objetivo maior a ser alcançado, esta dissertação está dividida em cinco capítulos, a saber:

No primeiro capítulo é feita uma revisão bibliográfica que engloba os aspectos qualitativos e quantitativos dos recursos hídricos, os aspectos teóricos da economia do meio ambiente, as diretrizes para a gestão dos recursos hídricos e formas de apuração da capacidade de pagamento dos agentes econômicos. As técnicas analisadas para se chegar na capacidade de pagamento dos agentes econômicos se baseiam na análise financeira, freqüentemente utilizada para concessões de créditos bancários.

No segundo capítulo é apresentado o objetivo do presente trabalho.

No capítulo três são especificadas as metodologias tanto para o cálculo dos valores a serem cobrados como para a especificação da capacidade de pagamento dos setores industrial e agrícola na bacia do rio Atibaia.

O quarto capítulo discute e apresenta os resultados alcançados com as aplicações das metodologias para a cobrança e para a capacidade de pagamento.

No quinto e último capítulo é feita uma conclusão baseada nos capítulos precedentes, enfatizando a sinergia entre os resultados apresentados e o referencial analítico considerado neste estudo.

Este trabalho pretende tão somente iniciar os debates referentes a cobrança pelo uso da água e a capacidade de pagamento dos agentes econômicos, ressaltando que estudos mais aprofundados sobre as estruturas de mercado, e suas respectivas elasticidades preço da demanda, e sobre aspectos distributivos e inflacionários são essenciais para uma análise mais detalhada desta problemática.

## **1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **1.1. Quantidade de Água**

A quantidade de água no Planeta depende do que se denomina de ciclo hidrológico, que é “o processo natural de evaporação, condensação, precipitação, detenção e escoamento superficiais, infiltração, percolação da água no solo e nos aquíferos, escoamentos fluviais e interações entre esses componentes” (Righetto, 1998).

Ainda segundo o mesmo autor, as mudanças de fase da água em função da liberação ou absorção de calor latente são de vital importância para a manutenção do equilíbrio termodinâmico do Planeta e oferece as condições ideais para a manutenção da biosfera terrestre.

As taxas de precipitação e evaporação/transpiração, praticamente, definem a quantidade de água que estará disponível para consumo humano (Peirce, Veilind e Weiner, 1988). Portanto, a quantidade de água disponível na Terra é resultante do balanço hídrico, o qual depende dos seguintes fatores (Righetto, 1998):

- precipitação (P);
- volume armazenado na superfície ( $V_s$ );
- escoamento superficial ( $V_q$ );
- volume infiltrado ( $V_i$ );
- volume evaporado ( $V_e$ );
- volume de água armazenada no solo ( $V_{solo}$ ); e
- volume evapotranspirado ( $V_{et}$ ).

A expressão para o balanço hídrico é:

$$\Delta P = \Delta V_s + \Delta V_{solo} + \Delta V_q + \Delta V_g + \Delta V_e + \Delta V_{et} \quad (1)$$

Segundo Righetto (1998), a avaliação de cada termo da expressão do balanço hídrico deve envolver os dados observados ou equações que expressem o mecanismo



de transporte de volumes de água por infiltração, evaporação, evapotranspiração, deflúvios superficiais e percolação de água no meio poroso, sendo que a quantificação dessas variáveis necessitam de modelos determinísticos com embasamento físico ou empírico, com ou sem componentes aleatórios ou probabilísticos.

A quantidade de água é unidimensional, ou seja, pode ser medida, como mostrado anteriormente, por unidade de volume ou massa. Por este motivo o valor da água para o ser humano varia de acordo com a sua disponibilidade e reserva, capacidade de renovação e pela forma ou grau de dificuldade de extração (Pinheiro, 1998).

A disponibilidade de água no Planeta pode ser apresentada da seguinte forma (Wolman, 1962 in Branco, 1983):

- 97%: água salgada;
- 2,2%: calotas polares e geleiras; e
- 0,8%: água doce. Destes 97% correspondem a água subterrânea e apenas 3% são águas superficiais.

Portanto, é de fundamental importância compreender a influência da atividade antrópica no ciclo hidrológico caracterizando as dimensões quantidade, qualidade e tempo para que o uso do recurso água seja utilizado de forma que a alocação eficiente do mesmo, em termos econômicos, seja alcançada.

## **1.2. A Água como um Recurso Natural – a dimensão qualidade**

A água apresenta características, em pressões e temperaturas normais, as propriedades químicas e físicas que proporcionam, como nenhum outro solvente no Planeta, condições ideais para a existência de processos biológicos essenciais para a geração do equilíbrio entre os vários ecossistemas existentes, sendo, portanto, um líquido essencial para a manutenção da vida na Terra (Porto, 1991).

**Tabela 1. Usos Múltiplos da Água**

Aspectos	Utilidades
Elemento ou componente físico da natureza	- manutenção da umidade do ar, da relativa estabilidade do clima na Terra e da beleza de algumas paisagens; - geração de energia; - meio para a navegação, pesca e lazer; e - transporte de resíduos, despejos líquidos e sedimentos
Ambiente para a vida aquática	- ambiente para a vida dos organismos aquáticos
Fator indispensável à manutenção da vida terrestre	- irrigação dos solos, dessedentação de animais e abastecimento público e industrial

Fonte: Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios (1996).

Além de essencial para os processos biológicos, ela é de fundamental importância como matéria-prima para vários setores industriais, para a irrigação de vegetais, para a navegação, geração de energia elétrica, a refrigeração de máquinas, aos processos químicos industriais, para a limpeza urbana e ao transporte de dejetos e resíduos, tanto do setor urbano e rural, como também do setor industrial (Barth e Pompeu, 1987) (ver tabela 1)

Segundo Porto (1991), cada um destes usos requer uma exigência de qualidade distinta, isto é, o grau de pureza varia com o emprego que será feito da água. Por exemplo, para processos químicos o grau de pureza exigido é o máximo possível, ou seja, exige-se água sem a presença de sais minerais, condutividade, etc.. Já para o consumo humano a presença de sais minerais é requerida na medida que ela é importante para a manutenção da saúde da população. Para este uso, a água deve estar isenta de microorganismos patogênicos, mas para a navegação, por exemplo, a presença destes microorganismos não impede o seu uso. A exigência neste caso a água deve estar isenta de substâncias que agriam as estruturas intervenientes. No caso dos peixes, o aumento da turbidez, ocasionado pelo material sólido suspenso, e a baixa concentração de oxigênio dissolvido contribuem para um decréscimo da quantidade e número de espécies de peixes, mas, entretanto, existem espécies de peixes, como é o caso da carpa, que conseguem sobreviver em águas sujas, inclusive respirando na superfície se necessário, encontrando farta alimentação que auxilia no processo de multiplicação da espécie (Peirce, Vesilind e Weiner, 1988; e Porto, 1991). Logo, a exigência de qualidade, neste caso, é outra e assim sucessivamente.

Portanto, há um grau de pureza desejável, que depende do uso que será destinado para a água, que varia dependendo da atividade nela desenvolvida, como é o caso da pesca, do uso industrial, da geração de energia, como já foi citado

anteriormente. Portanto, o grau de pureza exigido e, conseqüentemente, o nível de tratamento que a água será submetida depende do destino que será dado a ela. Existe um grande número de possibilidades técnicas de depuração, mas sempre haverá um limite econômico do tratamento, dependendo do uso que será feito da água (Porto, 1991) (ver tabela 2).

**Tabela 2. Associação entre os usos da água e os requisitos de qualidade**

<b>Uso Geral</b>	<b>Uso Específico</b>	<b>Qualidade requerida</b>
Abastecimento doméstico de Água	Consumo humano, higiene pessoal e usos domésticos	Isenta de substâncias químicas prejudiciais para serviços domésticos, baixa agressividade e dureza, esteticamente agradável (baixa turbidez, cor, sabor e odor) e isenta de micro e macroorganismos
Abastecimento industrial	A água não entra em contato com o produto	Baixa agressividade e dureza
	A água entra em contato com o produto	Variável com o produto
	A água é incorporada ao produto	Isenta de substâncias químicas e organismos prejudiciais à saúde e esteticamente agradável
Irrigação	Hortaliças, produtos ingeridos crus ou com casca	Isenta de substâncias químicas e organismos prejudiciais à saúde e salinidade não excessiva
	Demais plantações	Isenta de substâncias químicas prejudiciais ao solo e às plantações e salinidade não excessiva
Dessedentação de animais	Nenhum	Isenta de substâncias químicas e organismos prejudiciais à saúde dos animais
Preservação da flora e fauna	Nenhum	Variável com os requisitos ambientais da flora e da fauna que se deseja preservar
Recreação e lazer	Contato primário (natação, surfe, etc.)	Isenta de substâncias químicas e organismos prejudiciais a saúde e baixos teores de sólidos em suspensão, óleos e graxas
	Contato secundário (pesca, navegação de lazer, etc.)	Aparência agradável
Geração de energia	Usinas Hidrelétricas	Baixa agressividade
	Usinas nucleares ou termoelétricas	Baixa dureza
Diluição de dejetos	Nenhum	Nenhuma
Aquicultura	Nenhum	Presença de nutrientes e qualidade compatível com as exigências das espécies a serem cultivadas
Transporte	Nenhum	Baixa presença de material grosseiro que possa por em risco as embarcações
Paisagismo e manutenção da umidade do ar e da estabilidade do clima	Estética e conforto térmico	Nenhuma

Fonte: Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios (1996).

Os aspectos mais comuns a serem considerados para verificação da qualidade da água são: estéticos (cor, turbidez, odor e sabor); fisiológicos (toxicidade,

patogenicidade e salinidade); e ecológicos (pH, oxigênio dissolvido e produtividade) (James e Lee, 1971; Porto, 1991; e Barros, Chernicharo, Heller e Sperling, 1996).

Os parâmetros estéticos afetam quase que exclusivamente os usos humanos da água. A cor, o sabor, o odor, a presença de espumas, a turbidez, o teor de matérias em suspensão ou flutuantes na água não constituem, por si só, impedimentos ao seu uso na alimentação, na irrigação ou na sustentação da vida vegetal ou animal. Estas características para impedirem o uso devem estar associados a indicadores de qualidade fisiológica ou mesmo ecológica, que indiquem a presença de elementos nocivos, tanto para os animais, quanto para os vegetais (Peirce, Vesilind e Weiner, 1988; e Porto, 1991). O odor pode indicar putrefação, o sabor indicar presença de substâncias tóxicas, a cor pode refletir a presença de contaminantes acompanhados de seres patogênicos e assim por diante.

Os parâmetros fisiológicos ou sanitários são os fatores que afetam a saúde, especialmente do ser humano que bebe a água contaminada. A água para ser consumida deve estar isenta de microorganismos patogênicos, bem como de substâncias tóxicas. Os organismos patogênicos não existem na água em condições ditas naturais. Eles, geralmente, habitam o organismo humano, onde provocam as doenças patológicas. No caso de doenças intestinais o número destes microorganismos é extremamente alto, sendo eliminados junto com as fezes, cujo despejo nos corpos d'água, sem tratamento prévio, resulta na contaminação dos mesmos por estes patógenos. Logo, é o material fecal que constitui o veículo dos seres patogênicos para a água, onde eles passam a existir em concentrações proporcionais ao esgoto presente (Porto, 1991). Não existe a proliferação dos seres patogênicos nos corpos d'água, ao contrário, a tendência é que eles vão diminuindo a medida que se encontram com fatores que lhes são desfavoráveis, como é o caso da luz, do oxigênio, temperaturas mais baixas que as do corpo humano, sedimentação, destruição por organismos competidores, etc.. Sua concentração será inversamente proporcional ao tempo, assim como com a diluição (Barros, Chernicharo, Heller e Sperling, 1996).

Normalmente, a toxicidade da água está associada com a presença de substâncias de origem agrícola e industrial, tais como metal pesado (peso atômico maior que 40), biocidas, fertilizantes e, nestes casos, a tendência também é que a

concentração destes elementos vá diminuindo a medida que o tempo passa, em decorrência da diluição progressiva e da decomposição química e bioquímica, conhecida como degradação. Porto (1991) assegura que existem casos de potencialização do efeito tóxico, seja por reações bioquímicas que transformam o composto em outras substâncias mais tóxicas ou por acúmulo nas células e tecidos de organismos aquáticos pertencentes às cadeias de alimentação, com sérios riscos à saúde humana.

Os parâmetros ecológicos visam a proteção da vida e a reprodução dos organismos aquáticos. Assim, a água é considerada não apenas como um veículo ou como uma substância que pode ser consumida, mas sim como um ambiente propício que proporcione condições físicas, químicas e biológicas para a vida. O fato do ambiente aquáticos poder ser habitado por um permanente e complexo sistema inter-relacionado e interdependente de seres vivos, existe a necessidade da manutenção de um conjunto de propriedades físicas e químicas que somados a um estado dinâmico de trocas está intimamente relacionado com o ciclo de vida dos organismos aquáticos (Porto, 1991). É importante reconhecer o estado dinâmicos destes ambientes para identificar que não apenas os fatores sazonais, como períodos de maior ou menos pluviosidade, luminosidade, sedimentação, acesso a nutrientes, entre outros, mas também as necessidades fisiológicas de reprodução, migração, hibernação tornam bastante complexa a compreensão da mecânica destas relações.

Alguns parâmetros são utilizados para a avaliação da “habitabilidade” do meio aquática e Porto (1991) salienta os seguintes:

- concentração de oxigênio dissolvido (OD): a variação da concentração de oxigênio dissolvido é devido à demanda de oxigênio que é criada pelos próprios microorganismos aquáticos que promovem a degradação dos compostos degradáveis introduzidos na água, os quais se multiplicam em escala proporcional à quantidade de matéria orgânica que é introduzida; e
- produtividade: representa a capacidade da água de conter biomassa viva e pode ser medida pelo desenvolvimento da biomassa, ou pode ser avaliada em termos de produção potencial, através da medida dos fatores químicos responsáveis pela proliferação dos seres vivos.

Se todos os elementos químicos formadores dos seres vivos estiverem presentes na água, a biomassa crescerá até que um deles se torne limitante, fenômeno conhecido como fator limitante. Este conceito se torna importante a medida que através dele podemos estimar a produtividade do meio, como também podemos reconhecer a causa do desenvolvimento excessivo de certos organismos aquáticos, o que gera desequilíbrios ecológicos e danos a qualidade das águas, como é o caso muito comum do crescimento exarcebado de algas em mananciais destinados ao abastecimento humano (eutrofização) (Porto, 1991).

A água é exigida em diversos níveis de qualidade gerando conflitos quando uma mesma fonte de água é utilizada para diversos fins.

Porto (1991) salienta que de um ponto de vista puramente qualitativo pode-se intuir que a condição natural do corpo d'água constitui a condição mais favorável ao uso, mas duas características importantes devem ser consideradas:

- o uso da água requer uma condição relativamente uniforme de fornecimento, não podendo adaptar-se, em muitos casos, às condições de vazões variáveis que ocorrem na natureza. Desta forma, existe a necessidade de barramentos de regularização de vazões que altera, significativamente a condição natural do curso d'água, com conseqüências ecológicas e para a navegação; e
- o uso do solo, na bacia hidrográfica, altera as características naturais da água, quer do ponto de vista qualitativo ou de escoamento. Logo, as interferências ocorrerão como conseqüência da remoção da cobertura vegetal e usos diversos do solo na bacia de contribuição.

Logo, enfatiza Porto (1991), a manutenção da condição natural do próprio rio não garante a manutenção da sua qualidade, sendo, então, necessária alterações na condição natural se a pretensão é usar a água como suporte para vida, principalmente quando o uso é humano.

### **1.3 Poluição e Contaminação**

Segundo Porto (1991), a contaminação é definida pela transmissão, pela água, de elementos, compostos ou microorganismos que possam prejudicar a saúde do homem ou de animais que a bebem. O conceito de poluição, segundo o mesmo autor, se caracteriza muito mais por seus efeitos ecológicos, que produzem transformações

do meio ambiente, tornando o meio impróprio ao desenvolvimento normal das populações aquáticas. O termo poluição vem sendo definido, de modo mais pragmático, pelo uso que é feito da massa de água alterada pela poluição.

Para Sperling e Möller (1996), poluição é tudo que ocorre com um meio e que altera prejudicialmente suas características originais, afetando a saúde, a segurança e o bem estar da população, além de ocasionar danos relevantes à flora, à fauna e a qualquer recurso natural e ambiental, aos acervos históricos, culturais e paisagísticos. Para os mesmos autores, o termo poluição possui três determinantes básicos, quais sejam: introdução de substâncias artificiais e estranhas a um meio, como um agrotóxico, por exemplo, ou contaminação da água por organismos patogênicos; introdução de substâncias naturais estranhas a um determinado meio, como sedimentos em suspensão; e alteração na proporção ou nas características dos elementos constituintes do próprio meio, como a diminuição da concentração de oxigênio devido à introdução de matéria orgânica (ver tabela 3).

**Tabela 3. Principais processos poluidores da água**

Processos	Definição
Contaminação	Introdução na água de substâncias nocivas à saúde e as espécies da vida aquática
Assoreamento	Acúmulo de substâncias minerais ou orgânicas em um corpo d'água, o que provoca a redução de sua profundidade e de seu volume útil
Eutrofização	Fertilização excessiva da água por recebimento de nutrientes, causando o crescimento excessivo de plantas e a;gas
Acidificação	Redução do pH pela presença de substâncias químicas como o dióxido de enxofre, que contribui para a degradação da vegetação e da vida aquática

Fonte: Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios (1996).

Branco (1983) salienta que o estudo sistematizado do efeito ecológico global ocasionado por despejos como o esgoto doméstico e industrial devem ser realizados, já que estes tipos de despejos apresentam uma constância da sua composição em toda a sua parte. Já para os despejos que não possuem esta característica, o estudo deve ser conduzido em função da análise experimental do efeito que cada contaminante exerce, isoladamente, sobre cada organismo ou comunidade participante de um ecossistema.

Até meados do século XIX, os despejos sanitários das casas não eram ligados aos esgotos, uma vez que as instalações sanitárias não eram providas de água para a descarga e não era conhecido o fato de que os patogênicos podem ser transmitidos



pela água poluída (Peirce e Vesilind, 1988). Os esgotos das cidades formavam-se, apenas, das águas pluviais, as quais eram somadas os resíduos que eram transportados dos solos (Porto, 1991). Foi somente a partir de 1847, com início na Inglaterra, da prática de se instalar sistemas de descargas, que garante a remoção imediata dos dejetos humanos, nas residências que o esgoto residencial passou a ser despejado nos rios. Esta medida, comenta o mesmo autor, constituiu elemento fundamental do esforço de reforma sanitária operado na Inglaterra, por Chadwick, e logo seguido por outros países europeus e nos Estados Unidos. Os dejetos humanos, então, foram retirados do interior das residências, mas passaram a se concentrar nos rios, disseminando os seres patogênicos a ele associados e originaram memoráveis epidemias, como a de febre tifóide e cólera, que destruíram considerável parte da população européia. Só depois que se desenvolveram métodos seguros de desinfecção das águas que se pode controlar o contágio destas doenças (Lima, 1952) (para uma visão das doenças relacionadas com a água ver tabela 4).

Os poluentes podem ser liberados no ambiente por meio de fontes pontuais, como efluentes industriais e domésticos, e por fontes difusas, tais como escoamento urbano e agrícola. Uma vez liberado no ambiente, o poluente pode estar sujeito a processos físicos, químicos ou biológicos que levam à sua degradação. Substâncias persistentes, ou seja, difíceis de serem degradadas, normalmente, causam os mais sérios problemas.

Os problemas da poluição começam, aparentemente, no nível do ecossistema ou comunidade, mas todos os efeitos aparecem, de fato, no nível individual, isto é, no organismos presentes nos ecossistemas e comunidades (Kruijf, 1988).

**Tabela 4. Doenças relacionadas com a água**

Grupo de doenças	Formas de transmissão	Principais doenças	Profilaxia
Transmitidas pela via feco-oral	O organismo patogênico (agente causador da doença) é ingerido	Cólera, febre tifóide, leptospirose, amebíase, hepatite infecciosa, ascariíase	Proteger e tratar as águas de abastecimento e evitar o uso de fontes contaminadas. Fornecer água em quantidade adequada e promover a higiene pessoal, doméstica e dos alimentos
Controladas pela limpeza com a água	A falta de água e a higiene pessoal insuficiente criam condições favoráveis para a sua disseminação	Tracoma, escabiose, tifo,	Fornecer água em quantidade adequada e promover a higiene pessoal e doméstica
Associadas a água	O patogênico penetra pela pele ou é ingerido	Esquistossomose	Evitar o contato de pessoas com águas infectadas, proteger mananciais, adotar medidas adequadas para a disposição de esgotos, combater o hospedeiro intermediário
Transmitidas por vetores que se relacionam com a água	As doenças são propagadas por insetos que nascem na água ou picam perto dela	Malária, febre amarela, dengue, filariose	Combater os insetos transmissores, eliminar condições que possam favorecer criadouros, evitar contato com criadouros, utilizar meios de proteção individual

Fonte: Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios (1996).

As maiores fontes de poluentes orgânicos são os esgotos sanitários, os efluentes industriais e agrícolas e as várias formas de processamento e manufatura de alimentos e de outros produtos naturais. O potencial poluidor do poluente orgânico é expresso pela demanda bioquímica de oxigênio (Abel, 1989) que, de acordo com Povinelli (1972), pode ser definida como a “quantidade de oxigênio necessária para a respiração dos microrganismos responsáveis pela estabilização (oxidação) da matéria orgânica, através de sua atividade metabólica em meio aeróbio num certo tempo a uma determinada temperatura”. Em águas não poluídas, a quantidade pequena de matéria orgânica é assimilada rapidamente pela fauna e flora, uma parte é consumida por animais detritívoros e incorporada a biomassa e o restante é decomposto por bactérias e fungos, que por sua vez, servem de alimento para organismos de níveis tróficos mais elevados (Abel, 1989).

A poluição por agentes tóxicos pode ser representada pelas seguintes substâncias:

- metais pesados (peso atômico maior que 40): para Abel (1989), os principais metais pesados, do ponto de vista da poluição, são: zinco, cobre, chumbo, cádmio, mercúrio, níquel e cromo. Os processos industriais como a mineração acabamento e manufatura de objetos metálicos são as principais fontes de poluição por metais (Meletti, 1997). Outras indústrias como as de tinta, manufatura de couro, borracha, têxteis e de celulose, utilizam amplamente compostos metálicos. Os insumos utilizados em algumas culturas agrícolas colaboram para o aumento da poluição por metais. Muitos metais são conhecidos por acumularem-se em tecidos animais e vegetais que em altas concentrações representam risco imediato de toxicidade, sendo, portanto, perigo potencial para os organismos de posições mais elevadas nas cadeias alimentares, inclusive com risco para os humanos;
- amônia, cianetos e fenóis: são os compostos mais difundidos no ambiente aquático, principalmente nas regiões industrializadas, juntamente com os metais pesados cobre, zinco e cádmio. A amônia e demais formas nitrogenadas estão frequentemente presentes nos efluentes industriais e agrícolas e nos esgotos sanitários. A amônia não ionizada é muito tóxica para a maior parte dos organismos, mas com o íon amônio é considerado moderadamente tóxico (Meletti, 1997). O cianeto é o constituinte mais comum nos efluentes industriais, sendo produzido em processos que envolvem combustão, tais como fundição, produção de gás e geração de energia em termoelétricas. A dissociação e, conseqüentemente, a toxicidade do cianeto dependem do pH. Baixos pHs favorecem a formação do HCN indissociável, que é altamente tóxico. Os fenóis são encontrados em grande quantidade nos efluentes industriais e estão associados com a produção de gás, refino de petróleo, geração de energia termoelétrica e com muitos ramos da indústria química, de vidro, borracha tecidos e plásticos (Alabaster e Lloyd, 1982). A toxicidade dos fenóis nos peixes aumenta com o decréscimo da temperatura e da concentração de oxigênio dissolvido e com o aumento da salinidade (Alabaster e Lloyd, 1982).

Outro tipo de poluição encontrada é a térmica. Muitos efluentes industriais entram a altas temperaturas no corpo d'água, provocando danos aos organismos aquáticos de forma direta e indireta. Por exemplo, mudanças no regime natural de temperatura podem provocar alterações no desenvolvimento gonadal e no comportamento dos peixes. Além disso, o aumento da temperatura reduz a solubilidade do oxigênio na água e pode alterar a toxicidade de algumas substâncias, pois a dissociação de poluentes ionizáveis (amônia, cianetos) é dependente da temperatura (Alabaster e Lloyd, 1982).

As alterações de qualidade decorrentes da poluição e contaminação por resíduos líquidos podem ser de natureza física, química e/ou biológica (ver tabela 5).

**Tabela 5. Efeitos gerados pelos principais poluentes nas águas residuárias**

Poluentes	Prâmetro de caracterização	Tipo de efluentes	Consequências
Sólidos em suspensão	Sólidos em suspensão totais	Domésticos e industriais	Problemas estéticos, depósitos de lodo, adsorção de poluentes, proteção de patogênicos
Sólidos flutuantes	Óleos e graxas	Domésticos e industriais	Problemas estéticos
Matéria Orgânica biodegradável	Demanda bioquímica de oxigênio	Domésticos e industriais	Consumo de oxigênio, mortandade de peixes, condições sépticas
Patogênicos	Coliformes	Domésticos	Doenças de veiculação hídrica
Nutrientes	Nitrogênio e fósforo	Domésticos e industriais	Crescimento excessivo de algas, toxicidade aos peixes, doença em recém-nascidos (nitratos)
Compostos não biodegradáveis	Pesticidas, detergentes, outros	Industriais agrícolas	Toxicidade, espumas, redução de transferência de oxigênio, não biodegradabilidade, maus odores
Metais pesados	Elementos específicos (ex: arsênio, cádmio, cromo, mercúrio, zinco, etc.)	Industriais	Toxicidade, inibição do tratamento biológico dos esgotos, problemas de disposição do lodo na agricultura, contaminação da água subterrânea
Sólidos inorgânicos dissolvidos	Sólidos dissolvidos totais e condutividade elétrica	Reutilizados	Salinidade excessiva, toxicidade e problemas de permeabilidade do solo

Fonte: Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios (1996).

A seguir são descritos alguns parâmetros mais comuns estudados no caso de poluição e contaminação dos corpos d'água (Porto, 1991):

- demanda bioquímica de oxigênio (DBO): parâmetro sintético decorrente da introdução de matéria orgânica biodegradável no corpo de água. Matéria

biodegradável é aquela que pode ser consumida e assimilada como alimento e fonte de energia pela população de microorganismos decompositores do ambiente aquático. Existindo oxigênio no ambiente, essa reação será realizada por processo aeróbio, isto é, com consumo de oxigênio que se acha dissolvido na água. Como as reservas de oxigênio são pequenas, devido à sua baixa solubilidade na água, suas concentrações podem reduzir-se muito, dependendo das quantidades relativas de matéria biodegradável introduzidas e das populações de microorganismos decompositores que se desenvolvem por multiplicação. O uso desse processo empírico permite avaliar um efeito importante da poluição sem a necessidade de identificar os compostos orgânicos presentes;

- número mais provável de bactérias coliformes (NMP) ou colimetria: este parâmetro visa avaliar o potencial de contaminação da água por patogênicos de origem fecal. Os coliformes são organismos de presença obrigatória no intestino humano, sendo, portanto, encontrado na matéria fecal. Sua presença permite identificar a presença de fezes na água em concentrações extremamente diluídas, dificilmente verificáveis pelos métodos químicos usuais. Como as bactérias patogênicas veiculadas por água estão sempre associadas às fezes, a presença destas constitui presença potencial de seres patogênicos. Este parâmetro permite identificar o efeito nocivo da poluição sem a necessidade do estudo analítico de identificação dos patogênicos. A ausência de coliformes permite concluir que a água está isenta de matéria fecal; e
- bioensaios: é muito vasto o número de compostos tóxicos complexos que atualmente tem acesso a água através de despejos industriais e da aplicação de defensivos agrícolas e esse número cresce continuamente à medida que os laboratórios de síntese descobrem novos princípios ativos. Mas, na verdade, o que interessa é saber se a água é tóxica ou não. Para tanto, usualmente, são usados animais e/ou vegetais aquáticos, que colocados em contato com a água, em condições experimentais padronizadas, apresentam reações correspondente ao grau de toxicidade existente. A esse procedimento da-se o nome de bioensaio.

#### **1.4. Critérios de Qualidade da Água**

Segundo Porto (1991), as primeiras tentativas de se estabelecer parâmetros de controle da poluição tinham por objetivo controlar os problemas que começavam a surgir no campo da saúde pública e da preservação da vida selvagem. Eram preocupações com doenças que se descobriam ser transmissíveis pela água e com a mortandade de peixes.

Porto (1991) menciona que a partir da década de 70, do corrente século, a agência americana de controle do meio ambiente (Environmental Protection Agency – EPA), passou a publicar documentos com a relação de critérios numéricos para os principais poluentes conhecidos.

Os critérios de qualidade da água são baseados em levantamentos científicos e devem seguir certas diretrizes (EPA, 1986), a saber:

- todos os efeitos provocados por poluentes num corpo d'água sobre a saúde e o bem-estar do ser humano, sobre o ecossistema aquático, sobre as características estéticas e sobre a possibilidade de uso recreacional;
- a concentração e dispersão de poluentes e seus produtos secundários através de processos biológicos, físicos e químicos; e
- os efeitos dos poluentes sobre a diversidade de espécies, produtividade e estabilidade do ecossistema aquático.

Os critérios de qualidade da água especificam concentrações e os limites de algumas substâncias que provocam distúrbios aos ecossistemas aquáticos e sobre a saúde humana. Para a obtenção dos valores a serem utilizados como critérios são empregadas técnicas de toxicologia (para uma visão dos efeitos dos produtos químicos na saúde humana ver tabela 6), modelagem matemática, procedimentos físicos e químicos, os quais indicam as respostas dos organismos e do próprio ecossistema aos efeitos dos poluentes.

**Tabela 6. Componentes químicos que podem afetar a saúde**

Componentes		Efeitos sobre a saúde
Inorgânico	Arsênio	Em doses baixas causa debilidade muscular, perda de apetite e náusea. Em doses altas causa comprometimento do sistema nervoso central
	Cádmio	Provoca desordem gastrointestinal grave, bronquite, efizema, anemia e cálculo renal
	Chumbo	Provoca cansaço, ligeiros transtornos abdominais, irritabilidade e anemia
	Cianetos	Pode ser fatal em doses altas
	Cromo	Em baixa dosagem causa irritação nas mucosas gastrointestinais, úlcera e inflamação da pele. Em dosagem alta provocam doenças no fígado e nos rins, podendo levar a morte
	Fluoretos	Em doses baixas melhoram o índice de fertilidade e crescimento e trazem proteção contra as cáries. Em doses altas provocam doenças nos ossos e inflamação no estômago e no intestino, causando hemorragia
	Mercúrio	Causa transtornos neurológicos e renais, tem efeitos tóxicos nas glândulas sexuais, altera o metabolismo do colesterol e provoca mutações
	Nitratos	Causam deficiências de hemoglobina no sangue em crianças, podendo levar a morte
	Prata	É fatal para o homem em doses extremamente altas. Provoca descoloração da pele, dos cabelos e das unhas
Orgânico	Aldrin e Dieldrin	Afetam o sistema nervoso central. Em altas doses é fatal para o homem
	Benzeno	Exposição aguda ocasiona a depressão no sistema nervoso central
	Clordano	Provoca vômitos e convulsões. Pode causar mutações
	DDT	Causa problemas no sistema nervoso central
	Lindano	Causa irritação do sistema nervoso central, náusea, vômitos, dores musculares e respiração debilitada

Fonte: Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios (1996).

Os critérios de qualidade são utilizados pelo uso que se pretende da água. Por exemplo, se o uso for industrial (resfriamento de máquinas) os critérios são bem mais tolerantes do que se o uso fosse para consumo humano.

### 1.5. Padrões de Qualidade da Água

Os padrões de qualidade da água são especificados para que seja possível a regulamentação e controle dos níveis de qualidade de um corpo d'água, sempre dependendo do uso que se pretende do mesmo.

Porto (1991) salienta que a utilização de padrões de qualidade atende a dois propósitos, a saber:

- manter a qualidade do corpo d'água ou definir uma meta a ser atingida; e

- ser a base para definir os níveis de tratamento a serem adotados na bacia hidrográfica, de modo que os efluentes lançados não alterem as características do curso d'água estabelecidas pelos padrões.

Os padrões a serem estabelecidos podem ser divididos em 4 grupos (Porto, 1991):

- padrões para agentes etiológicos, isto é, diretamente causadores de problemas;
- padrões dados por indicadores: nos casos em que é mais fácil medir um fator associado ao agente do que o próprio, como é o caso dos coliformes para a identificação de organismos patogênicos;
- padrões para agentes precursores: elementos que entram em reações que afeterão a qualidade, como é o caso da DBO, que é um parâmetro precursor por alterar a concentração de oxigênio dissolvido; e
- outros fatores que produzirão alterações ambientais importantes.

Os primeiros padrões sanitários foram aqueles relacionados com a proteção da saúde pública. Em seguida adicionaram-se os padrões que garantem os aspectos estéticos da água e em seguida apareceram os padrões que especificam condições para o uso recreacional, vida aquática, abastecimento industrial, irrigação e outros<sup>1</sup>.

De acordo com Porto (1991), dependendo dos potenciais usos da água, definem-se as classes de uso, as quais englobam os usos cujos requisitos de qualidade sejam, de modo semelhante, os mesmos. Então os corpos d'água são classificados de acordo com o uso a que estão destinados, e possuirão um número de padrões que guiarão a sua utilização e sua proteção.

A classificação dos corpos d'água tem por base duas prerrogativas, quais sejam:

- qual o uso a ser protegido; e
- como a poluição pode afetar este uso.

Caracterizada estas duas prerrogativas é possível estabelecer as classes de uso para os corpos d'água.

---

<sup>1</sup> Para uma visão detalhada dos padrões estabelecidos para os usos dos recursos hídricos ver Resolução CONAMA nº20 de 1986.



Assim como existem padrões para os corpos d'água receptores, os efluentes também devem ser classificados e esta necessidade deriva dos seguintes fatos (Castro, Costa e Sperling, 1996):

- existindo apenas padrões para os cursos d'água que recebem os efluentes, fica difícil estabelecer quem é o lançador de efluentes responsável por uma determinada situação de não observância do padrão;
- aqueles poluidores que estejam localizados na margem dos rios com maior capacidade de diluição, isto é, maior capacidade assimilativa, estarão sendo beneficiados, pois necessitarão de níveis inferiores de tratamento de seus efluentes para manterem o padrão das águas receptoras; e
- no caso de existir apenas padrões para efluentes, em algumas bacias hidrográficas onde se realiza intensa utilização de água, mesmo que todos os poluidores estejam obedecendo os seus padrões de lançamento individualmente, a capacidade de assimilação do curso d'água pode estar sendo superada, causando graves problemas de poluição.

Segundo Porto (1991), os padrões de lançamento são, normalmente, definidos pelo tipo de poluição, de origem doméstica ou de origem industrial (englobando o setor agrícola). O mesmo autor salienta que a definição dos padrões de efluentes é normalmente fixa, de acordo com o tipo de atividade que gera o efluente.

Se o efluente lançado obedece ao padrão estabelecido e mesmo assim o rio se apresenta poluído, deve-se proceder a um estudo da capacidade assimilativa do mesmo para se estabelecer um novo padrão de lançamento. Os seguintes procedimentos são necessários (Porto, 1991):

- identificação de todos os pontos de lançamento de efluentes da bacia e sua respectivas cargas poluidoras;
- aplicação de modelos matemáticos e outras técnicas capazes de simular o comportamento da carga poluidora no rio, de modo que se possa avaliar qual a redução da carga necessária para manter o corpo d'água dentro dos padrões estabelecidos para a sua classe; e
- a partir da definição da carga que deve deixar de ser lançada, analisar quais são os responsáveis pelo lançamento dessa carga.

Um mesmo rio pode receber diversas classificações ao longo do seu curso. Isto se deve ao fato de que a sua jusante a vazão tende a crescer, variando as suas características físicas, químicas e biológicas e, conseqüentemente, a sua capacidade assimilativa. As diversas classificações também dependem do uso do solo na bacia de contribuição.

Feita a revisão dos aspectos mais importantes com relação a dimensão quantidade e qualidade da água para o atendimento dos diversos usos que a água proporciona, no próximo item, é feita uma revisão do tratamento dado pela economia à problemática ambiental. É importante entender os pressupostos que regem a análise econômica, principalmente, no que tange a questão de eficiência, conceito importante para o entendimento da necessidade da valoração monetária ambiental.

#### **1.6. Análise Econômica da Problemática Ambiental**

Segundo Randall (1987), tudo que é útil e possui valor econômico na sua forma bruta, ou seja, disponível na natureza sem intervenção humana, pode ser denominado um recurso. Logo, os recursos podem ser fatores de produção (recursos naturais) e bens de consumo direto (recursos ambientais). Tudo que não tem utilidade conhecida não é um recurso e, também, atributos ambientais que são abundantes na natureza, que não tem sentido cobrar, monetariamente, pelo seu uso não são recursos.

Outro conceito importante na análise econômica do meio ambiente é a escassez. A escassez pode ser definida como um conceito econômico, no qual a disponibilidade de um determinado recurso é limitada em relação a sua quantidade demandada. A escassez relativa do recurso é fator crucial para a determinação do preço de equilíbrio na economia, ou seja, quando a demanda se iguala a oferta.

Randall (1987) classifica os recursos como exauríveis, fluxo, fundo e biológicos. Os recursos exauríveis se caracterizam como aqueles que existem em um determinado estoque e uma determinada localização. Estes recursos podem ser extraídos e usados, mas não se pode criar, nem fabricar tais recursos. Se  $S$  for o estoque existente e  $R$  a extração do recurso exaurível,  $\tau = 0, \dots, t, \dots, \infty$  indicar o tempo,  $H$  a quantidade descoberta do recurso no período  $\tau$  e  $C$  a quantidade reciclada no período  $\tau$ , o estoque corrente de um recurso exaurível pode ser indicado como:

$$S_t = S_0 - \sum_{r=1}^{t-1} (R_r - H_r - C_r) \quad (2)$$

Portanto, as dimensões quantidade e tempo foram incorporadas na equação anterior. Logo, faz-se necessário definir mais dois conceitos, quais sejam reservas e exaustão. As reservas estão relacionadas com o estoque conhecido do recurso e com as descobertas. O conceito de exaustão está relacionado com a taxa de extração, ou seja, ele é encontrado quando a taxa de extração cai a zero. Isto não significa que houve a exaustão física do recurso, mas que a viabilidade econômica da extração não é mais verificada, isto é, o preço do recurso no mercado é menor que o custo marginal de extração e preparação do recurso para sua colocação no mercado. Portanto, exaustão se caracteriza como um conceito econômico.

Os recursos fluxos são aqueles que precisam ser aproveitados no momento de sua disponibilidade, caso contrário são perdidos. São exemplos deste tipo de recurso a luz solar, energia eólica e recursos hídricos sem reservatório. Matematicamente, tem-se:

$$F_t = R_t + W_t \quad W_t \geq 0 \quad (3)$$

sendo que  $R$  é o uso do recurso no tempo  $t$  e  $W$  é a perda ocorrida no período.

Os recursos fundo se caracterizam pelo armazenamento dos recursos fluxo. A seguinte expressão expressa o estoque de recursos fundo:

$$S_t = \sum_{r=1}^{t-1} (F_r - R_r - W_r) + F_t \geq R_t \quad (4)$$

sendo que  $F_t$  é o fluxo do recurso no período  $t$ .

Os recursos biológicos (florestas, populações de animais, etc.) utilizam os recursos fluxo e fundo para a sua sobrevivência. Para qualquer tempo dado, o estoque de recursos biológicos, ou a sua biomassa, é determinado da seguinte forma:

$$S_t = S_0 - \sum_{r=1}^{t-1} (R_r - H_r) \quad (5)$$

sendo que  $H$  é a diferença entre o crescimento do recurso e sua perda através da mortalidade, que ocorre independentemente da colheita,  $R$ .

Portanto, de acordo com a classificação proposta por Randall (1987) e para os propósitos do presente estudo, considerar-se-á a água como um recurso fluxo e fundo. Uma classificação mais geral poderia considerar a água como um recurso natural (utilizada como insumo no processo produtivo, como por exemplo na fabricação da cerveja) e como um recurso ambiental (manutenção da vida aquática, diluição e assimilação dos dejetos da indústria e dos seres humanos, etc.). A classificação de um recurso não é uma tarefa precisa, já que as características de muitos deles não permitem uma classificação rígida.

Feita a caracterização dos recursos é importante frisar quais são os indicadores econômicos de escassez destes recursos. O primeiro indicador econômico de escassez é o preço relativo da matéria-prima (Randall, 1987). Ou seja, os preços relativos, e não os absolutos, no tempo podem indicar o quanto um recurso está se tornando escasso em relação a outros recursos na economia. Outro indicador econômico de escassez é o custo real de obtenção da matéria-prima, ou seja, multiplica-se a variação física do estoque do recurso pelo preço de mercado do mesmo, líquido de custos de produção, acrescentando um fator de correção referente à inflação e a variação dos estoques ao longo do período observado (Serôa da Motta, 1995). O preço real dos recursos *in situ* é outro indicador econômico de escassez. É denominado na literatura econômica como *rent*. Os progressos tecnológicos na produção de certos minerais podem fazer com que os seus preços de mercado caiam, entretanto, o preço destes recursos *in situ* pode estar subindo, ou seja, a escassez relativa destes recursos na terra está aumentando, o que faz com que o preço da matéria-prima aumente. Portanto, não é o preço relativo, mas o preço da matéria-prima *in situ*, que indica a verdadeira escassez relativa do recurso. Segundo Randall (1987), o perfeito indicador de escassez, *rent* corrigido pela inflação, é de difícil obtenção devido à falta de séries estatísticas com relação a estes dados.

A atenuação da escassez se dá via incentivo de preços (Randall, 1987). O efeito de um aumento de preço sobre o consumidor faz com que a quantidade demandada de um certo recurso diminua (dependendo da elasticidade preço da demanda) e no lado da oferta (produtor) haverá um aumento de recursos substitutos,

de reservas marginais e incentivos para descobertas de novas tecnologias de produção e de extração de recursos. Outro efeito que poderia ser verificado seria a reciclagem.

Entendido o conceito de escassez relativa e que esta pode ser atenuada via incentivo de preços, se faz necessário entender como a economia trabalha com estes conceitos e quais as condições necessárias e suficientes que fazem com que um sistema econômico trabalhe de forma eficiente e gere os incentivos de preço que refletiriam a escassez relativa dos bens e recursos na economia. O próximo item analisa estas condições.

### **1.6.1. Eficiência Econômica**

A eficiência econômica está intimamente relacionada com o conceito de ótimo de Pareto. Numa situação ótimo de Pareto ninguém consegue aumentar seu próprio bem-estar sem reduzir o bem-estar de alguma outra pessoa (Pindyck e Rubinfeld, 1999). Para a obtenção deste tipo de situação na economia, conhecida como eficiência de Pareto, necessariamente é preciso obter a eficiência na produção e no consumo e uma coordenação destas condições entre consumo e produção.

Se for considerada uma economia de concorrência perfeita (ou competição pura), na qual não existe a presença de externalidades e as preferências individuais, tecnologia de produção e disponibilidade de recursos são dadas é possível modelar o comportamento da produção e consumo e verificar como a economia alocaria seus recursos e produtos de forma eficiente. Numa economia em que predominam apenas duas empresas produzindo apenas dois bens (pão e vinho, por exemplo) com apenas dois insumos (terra e trabalho) e somente dois consumidores (1 e 2) consumindo os dois bens, poderia ser obtida a seguinte situação:

Os produtores de pão e vinho deveriam alocar os insumos produtivos de forma que as trocas ocorridas entre eles gerariam uma situação na qual não seria mais possível existir troca sem que um deles incorresse em perdas. Esta situação ocorre quando a taxa marginal de substituição técnica (TMgST) entre terra e trabalho para os produtores de pão e vinho são iguais. A TMgST entre terra e trabalho é a razão entre os insumos terra e trabalho que gera uma quantidade específica de produtos (pão e vinho). Portanto, é indiferente para o produtor de vinho, por

exemplo, produzir uma quantidade específica de vinho com menos terra e mais trabalho e vice-versa, como também é para o produtor de pão. Logo, é possível ambos os produtores de pão e vinho realizarem trocas que beneficiariam ambos, ou ao menos um deles sem que o outro seja prejudicado. Em uma economia de competição pura a variação entre terra e trabalho para a produção de uma quantidade específica de pão e vinho ocorre de acordo com a restrição de custos e os produtores de pão e vinho minimizam seus custos de produção quando utilizam combinações de terra e trabalho de tal modo que a relação entre os produtos marginais dos dois insumos seja igual a razão entre seus preços. Algebricamente tem-se:

$$TMgST_{\text{terra,trabalho}} = \Delta_{\text{terra}}/\Delta_{\text{trabalho}} = P_{\text{terra}}/P_{\text{trabalho}} \quad (6)$$

Como a TMgST entre terra e trabalho deve ser a mesma para todos os produtores de pão e vinho, tem-se a seguinte condição:

$$(TMgST_{\text{terra,trabalho}})_{\text{pão}} = (TMgST_{\text{terra,trabalho}})_{\text{vinho}} = P_{\text{terra}}/P_{\text{trabalho}} \quad (7)$$

Esta é a primeira condição necessária para a eficiência de Pareto na economia.

A Segunda condição necessária para a eficiência de Pareto é a eficiência no *mix* de produtos. A idéia é a mesma daquela aplicada para a eficiência na alocação dos fatores de produção, mas aplicada para os produtos (pão e vinho) que serão produzidos com as quantidades limitadas de terra e trabalho. Como os produtores de pão e vinho minimizam seus custos de produção quando a taxa marginal de transformação (TMgT) entre pão e vinho se iguala a razão entre seus preços e as taxas marginais de transformação entre pão e vinho ( $\Delta_{\text{pão}}/\Delta_{\text{vinho}}$ ) devem ser iguais para todos as firmas, temos a seguinte condição de eficiência para o *mix* de produtos:

$$(TMgT_{\text{pão,vinho}})_{\text{firma 1}} = (TMgT_{\text{pão,vinho}})_{\text{firma 2}} = \dots = P_{\text{pão}}/P_{\text{vinho}} \quad (8)$$

A terceira condição necessária para uma eficiência de Pareto é a eficiência no consumo. No consumo a alocação dos produtos (vinho e pão) é feita objetivando a

satisfação das necessidades dos consumidores, medida pela utilidade que estes produtos geram. Portanto, existem diferentes alocações de pão e vinho (curvas de indiferença) que proporcionam a mesma satisfação para um determinado indivíduo, assim como existem diferentes alocações de pão e vinho que satisfazem um outro indivíduo e assim sucessivamente para todos os indivíduos na economia. A taxa marginal de substituição (TMgS) entre pão e vinho ( $\Delta_{\text{cons. de pão}}/\Delta_{\text{cons. de vinho}}$ ) mede a variação do consumo de pão em relação a variação do consumo de vinho, mantendo a satisfação do consumidor inalterada. Como o consumidor maximiza sua utilidade quando a TMgS se iguala à razão dos preços do pão e do vinho, e esta deve ser igual para todos os consumidores, a eficiência no consumo pode ser expressa da seguinte forma (para o exemplo apresentado):

$$(TMgS_{\text{pão,vinho}})_1 = (TMgS_{\text{pão,vinho}})_2 = P_{\text{pão}}/P_{\text{vinho}} \quad (9)$$

Com estas três condições, é possível estabelecer a coordenação entre consumo e produção. Dado que a TMgT deve ser a mesma para todas as firmas e que esta deve ser igual a razão dos produtos produzidos em uma economia e que a TMgS deve ser a mesma para todos os consumidores e igual a razão dos preços dos produtos consumidos, temos a seguinte condição para a coordenação entre o consumo e a produção para toda a economia:

$$(TMgS_{\text{pão,vinho}})_1 = \dots = (TMgT_{\text{pão,vinho}})_{\text{firma 1}} = \dots = P_{\text{pão}}/P_{\text{vinho}} \quad (10)$$

Estes conjuntos de condições formam as condições necessárias para a obtenção de uma eficiência de Pareto. Existem infinitos pontos eficientes de Pareto e a escolha entre um deles passa pelo julgamento de valores subjetivos, os quais não serão tratados neste texto. As condições suficientes para uma eficiência de Pareto são que as curvas de indiferenças e as isoquantas sejam convexas para a origem, permitindo que a curva de possibilidades de produção eficiente seja côncava para a origem em sua extensão relevante<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Para uma análise gráfica ver Randall (1987).

Mas, num mercado no qual não prevalecem as condições do mercado de competição pura existem as “falhas de mercado” ou ineficiências, fazendo com que as condições necessárias para uma eficiência de Pareto, anteriormente citadas, não se verifiquem. Quando existe “falha de mercado” os preços não são eficientes, gerando distorções nas alocações dos insumos e dos produtos na economia. As principais “falhas de mercado” são as seguintes: não exclusividade; não rivalidade; bens congestionáveis; monopólio; e externalidade.

A não exclusividade é resultante de uma atenuação dos direitos de propriedade<sup>3</sup>. A não exclusividade gera a impossibilidade de se impor preço a um bem decorrente de seu uso. Portanto, o sistema de preços não funcionaria como um sinalizador de preferências, escassez relativa e da tecnologia empregada na produção. Isto resultaria numa imperfeita racionalização dos bens e serviços entre os produtores e consumidores, gerando situações como diminuição da oferta de produtos, aumento no consumo e taxa de exploração acima da ótima.

A não rivalidade no consumo se caracteriza pela possibilidade que todos os consumidores têm de consumir toda a quantidade de um bem/serviço sem que a utilidade do outro consumidor seja prejudicada. Isto é, o consumo desse bem por um consumidor não diminui a sua quantidade disponível para outros consumidores. O custo marginal desse tipo de bem, uma vez produzido, é igual a zero. No entanto, para que o bem seja produzido, o custo marginal para a sua produção deve ser igual a soma vertical do valor marginal da utilidade dado ao bem pelos consumidores. Esse valor marginal, que difere de um indivíduo para o outro, deve ser o preço pago por cada consumidor. Nos termos econômicos deve existir uma perfeita discriminação de preços. O problema desse tipo de bem está na declaração do valor marginal pelos indivíduos.

Os bens congestionáveis se caracterizam pela possibilidade de consumo por muitos sem rivalidade até o limite de sua capacidade. O custo fixo desse tipo de bem é muito maior do que seu custo marginal quando a quantidade consumida é muito menor do que a quantidade máxima que pode ser consumida. O problema desse tipo de bem é definir o tamanho ótimo. Como exemplos podem ser citados as praias, os parques, um restaurante e uma caixa d’água.

---

<sup>3</sup> Para maiores detalhes sobre direito de propriedade ver Randall (1987).



O monopólio é o caso clássico de ineficiência de mercado e é caracterizado pela ausência de competição. O que ocorre neste caso é que a firma monopolista opera com lucro econômico puro, isto é, o preço cobrado não é exatamente igual ao custo marginal, mas superior a este. A quantidade produzida está aquém daquela que seria obtida na concorrência perfeita e, portanto, a sociedade estaria pagando mais por um bem ou serviço que, sob competição pura, seria ofertado em maior quantidade e menor preço. Obviamente, é importante frisar que existem limitações aos monopolistas que dependem das elasticidades preço da demanda e preço da oferta.

Uma externalidade existe quando a utilidade de um indivíduo é afetada pela atividade de um outro indivíduo e o primeiro indivíduo não é compensado pelo segundo (caso de externalidade negativa) ou paga para o segundo (caso de externalidade positiva). Quando o primeiro indivíduo não é indiferente ao efeito da atividade do segundo diz-se que a externalidade é relevante. Na economia a externalidade que interessa é aquela denominada Pareto-Relevante. É possível melhorar a situação de um indivíduo A sem piorar a situação de B. Ou seja, através de compensações financeiras o indivíduo A pode aceitar um certo nível de externalidade, o que faz com que o indivíduo B esteja numa situação melhor do antes, quando não produzia nenhuma externalidade. Os direitos de propriedade deveria especificar quem pagaria as compensações<sup>4</sup>.

O problema econômico aparece quando se compara a taxa marginal de substituição entre qualquer atividade  $X_{ij}$  e a deseconomia externa  $f(X_{mk})$ . A utilidade marginal de  $X_{ij}$  é positiva, mas a de  $f(X_{mk})$  é negativa e, como o preço de  $X_{ij}$  é positivo a condição de maximização de utilidade

$$TMgS_{X_{ij}, f(X_{mk})} = P_i/P_{f(X_{mk})} \quad (11)$$

só pode ser satisfeita se o preço de  $f(X_{mk})$  for negativo, ou seja, deve haver uma compensação igual ao preço de  $f(X_{mk})$ . Mas, como não existe preço no mercado para  $f(X_{mk})$ , a condição de maximização da utilidade está violada, comprometendo a

---

<sup>4</sup> Para maiores detalhes ver Randall (1987).

obtenção da eficiência de Pareto. Portanto, a presença de externalidades Pareto-Relevante é a manifestação de preços ineficientes para  $f(X_{mk})$ .

Portanto, o estudo se propõe a estudar a presença de externalidade negativa na bacia do Atibaia, que aumenta a escassez relativa dos recursos hídricos nesta bacia de drenagem, gerando uma ineficiência de mercado. Será dado ênfase à valoração econômica dos recursos hídricos, como mecanismo de correção, frente à presença da externalidade negativa, na tentativa de estabelecer o preço para  $f(X_{mk})$ , que no estudo de caso será o lançamento de águas residuárias industriais.

### **1.6.2. Taxação e o Ótimo de Poluição**

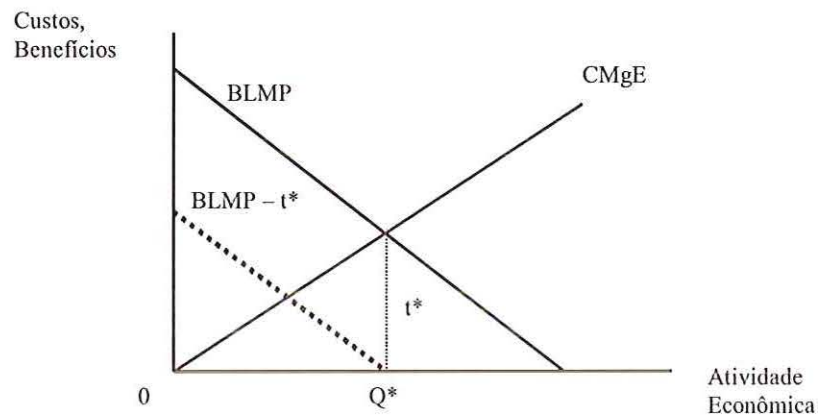
Existem várias formas de internalizar as externalidades aos agentes privados, entre elas se encontram os padrões de emissões (política de comando e controle), as quotas de emissões (bônus comercializáveis), os subsídios e as taxas/tarifas. Como o intuito é caracterizar a cobrança pelo uso da água bruta, analisar-se-á, neste trabalho, as taxas/tarifas, como o instrumento preconizado pela cobrança.

Para a internalização das externalidades negativas, Pigou (1920) propôs a cobrança de uma taxa exatamente igual ao custo externo, já que a adição deste custo ao custo privado resultaria num nível ótimo de poluição. Esta taxa deveria, necessariamente, ser imposta pelo estado, já que os agentes privados não se preocupam com os custos externos devido ao caráter público dos recursos ambientais. Essa intervenção faria com que a economia se organizasse de forma socialmente eficiente.

Segundo Pearce e Turner (1990), não existe no mundo real uma condição teoricamente correta para a aplicação da taxa Pigouviana, ao invés de níveis ótimos de poluição e de taxas ótimas, os autores tendem a mencionar um nível aceitável de poluição. A dificuldade de se obter uma taxa Pigouviana ocorre, pois é preciso encontrar a totalidade da função de dano, ou seja, deve-se mensurar o dano causado na totalidade para se obter a taxa Pigouviana de forma correta. A mensuração destes valores é muita subjetiva (como será visto adiante) e os autores enfatizam que encontrar uma boa parte do custo marginal externo já é uma boa medida, ou seja, uma medida aceitável para o custo externo.

Se uma taxa é imposta em cada unidade produzida,  $t^*$ , que produz um nível de poluição, pode-se observar que esta taxa poderia fazer com o benefício líquido marginal privado (BLMP) sofra uma redução na medida da taxa  $t^*$ , ou seja,  $BLMP - t^*$ . A taxa  $t^*$  deve ser paga para cada unidade produzida, logo o benefício líquido marginal privado, que nada mais é do que a receita marginal menos os custos marginal, sofra uma redução na medida da aplicação de  $t^*$ . O gráfico 1 ilustra esta situação.

Gráfico 1. Taxa Ótima de Poluição



Sendo que  $Cm_{gE}$  é o custo marginal externo.

O poluidor, então, deve objetivar a maximização do benefício líquido marginal privado, sujeito a taxa  $t^*$ , e isso ocorre em  $Q^*$ . Como  $t^*$  é determinada? Ela, segundo a observação de Pigou, deve ser igual ao custo marginal externo, caso se esteja procurando alcançar um nível ótimo de poluição, ou seja, de forma socialmente eficiente. A seguir é feita uma demonstração matemática da taxa Pigouviana Ótima.

O benefício marginal social ( $BM_{gS}$ ) é igual ao benefício bruto da atividade produtiva menos os custos privados menos os custos externos, matematicamente, tem-se:

$$BM_{gS} = P.Q - C(Q) - CE(Q) \quad (12)$$

sendo que: P é o preço, Q é a quantidade produzida, C é o custo privado, CE é o custo externo e P.Q é o benefício bruta da atividade. Considerando o mercado de concorrência perfeita o preço não depende da quantidade de Q, então, para maximizar o benefício marginal social, tem-se:

$$\begin{aligned}\frac{\partial BMgS}{\partial Q} &= P - \frac{\partial C}{\partial Q} - \frac{\partial CE}{\partial Q} = 0 \\ P &= \frac{\partial C}{\partial Q} + \frac{\partial CE}{\partial Q} = \frac{\partial CS}{\partial Q}\end{aligned}\quad (13)$$

sendo que: CS é o custo social. As derivadas parciais indicam acréscimos do custo privado do custo externo e do custo social a partir do aumento de uma unidade produzida. Logo, em termos marginais tem-se:

$$P = CMg + CMgE = CMgS \quad (14)$$

sendo que: CMg é o custo marginal privado, CMgE é o custo marginal externo e CMgS é o custo marginal social.

Subtraindo o custo marginal privado do preço, obtém-se o benefício marginal líquido privado, ou seja:

$$P - CMg = BLMP \quad (15)$$

sendo que: BLMP é o benefício marginal líquido privado.

Como o benefício marginal líquido privado é igual ao custo marginal externo e a taxa Pigouviana deve ser igual ao custo marginal externo, tem-se:

$$P = CMg + t^* \quad (16)$$

sendo que: t\* é a taxa Pigouviana ótima.

Por meio da introdução da taxa Pigouviana, o preço do produto é ajustado para incorporar os custos marginais externos e, dessa forma, refletir de maneira ótima

a alocação e distribuição do produto no mercado. De acordo com o modelo neoclássico, esse novo preço refletiria a eficiência social do mercado.

Randall (1987) enfatiza que muitas das atividades econômicas criam, juntamente com produtos que possuem mercados, efeitos externos, positivos ou negativos, que não possuem mercado. Estes efeitos, frequentemente, não possuem preços, violando as condições necessárias para uma eficiência de Pareto. Nestas condições uma alocação não ótima dos recursos naturais e/ou ambientais ocorreria. Quando o responsável pela deseconomia não é cobrado por esta ação, a quantidade produzida do produto de mercado será além da ótima, já que seu preço não reflete os custos associados com a externalidade negativa (Randall, 1987).

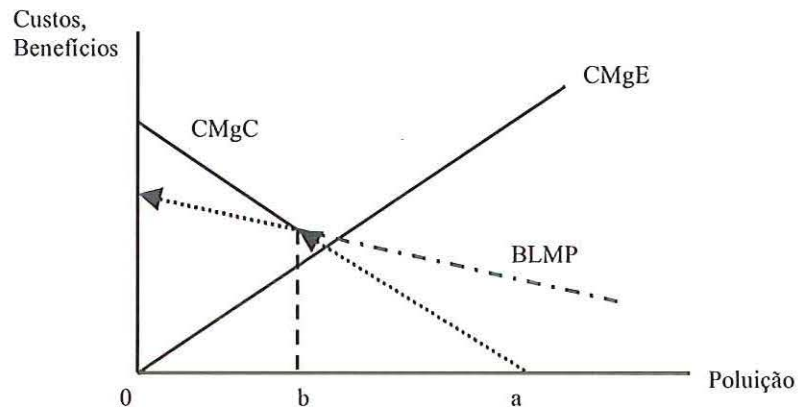
O mesmo autor cita o caso da adoção de uma taxa constante por unidade produzida, sem considerar o nível total de emissão. Sob esta condição, a quantidade de equilíbrio de emissão é determinada pela igualdade entre a taxa cobrada, por unidade produzida, e o custo marginal de abatimento. Como existe uma demanda por abatimento que, teoricamente, produziria uma quantidade de emissão de equilíbrio quando o custo marginal de abatimento se iguala a utilidade marginal do abatimento (medida por uma curva de demanda por abatimento), a autoridade governamental que estabelece a taxa/tarifa a ser cobrada, teoricamente, deveria estabelecer um preço para a taxa/tarifa o qual represente a igualdade entre a utilidade marginal e o custo marginal de abatimento, se o objetivo da implementação da taxa/tarifa for a eficiência econômica (Randall, 1987). Devido às dificuldades conceituais e empíricas que envolvem a adoção de um preço eficiente, frequentemente, as taxas e tarifas adotadas produzem resultados não ótimos.

Uma característica importante das taxas/tarifas de poluição é que elas deveriam incentivar a instalação de equipamentos de controle de poluição.

Segundo Pearce e Turner (1990) a quantidade ótima de poluição é encontrada igualando-se o custo marginal externo com o custo marginal de controle das emissões. Segundo os mesmos autores, neste ponto os custos totais, soma dos custos externos mais os custos de controle privado, são minimizados. Os autores assumem que o custo marginal de controle corresponde ao lucro perdido, ou seja, o custo com os equipamentos de controle da poluição afetariam o benefício líquido marginal privado. Ou seja, o custo de controle é entendido como reduções na quantidade

produzida, resultando em reduções de poluição. Com isso, a curva de custos do agente privado é obtida pela sobreposição da curva de custo marginal externo e da curva de custo marginal de controle. O agente toma sua decisão sempre considerando o custo de menor valor, como ilustrado no gráfico 2.

Gráfico 2. Relação entre Custo de Abatimento e Custo Externo



A linha tracejada e com setas indica qual seria a decisão um agente privado. Sendo o custo marginal de controle representado por CMgC, tem-se que de a até b o  $CMgC < BLMP$ , portanto é menos custoso controlar a poluição do que reduzir a produção. De b até 0 a redução da produção é mais interessante do que controlar a poluição, sendo que  $CMgC > BLMP$ .

Para enfatizar o papel do custo marginal de controle como um indicador importante no que tange a taxação/tarifação, Pearce e Turner demonstram matematicamente a igualdade entre o custo marginal de controle (CMgC) e o custo marginal externo (CMgE).

Sendo  $Q_c$  o valor da quantidade produzida com o controle da poluição,  $Q_n$  o valor da quantidade produzida sem o controle, tem-se:

$$Q_c = Q_n - CTC \quad (17)$$

sendo que CTC é o custo total de abatimento.

Se o valor dos serviços ambientais com o controle da poluição é  $E_c$  e sem esse controle é  $E_n$ , tem-se:

$$E_c = E_n - CTE \quad (18)$$

sendo que CTE é o custo total externo.

O benefício social total (BST) na economia é  $Q_c + E_c$ , logo:

$$BST = Q_c + E_c \quad (19)$$

$$BST = Q_n - CTC + E_n - CTE \quad (20)$$

$$BST = Q_n + E_n - (CTC + CTE) \quad (21)$$

Da última equação pode-se verificar que a poluição,  $W$ , afeta o BST através do CTC e do CTE. Para maximizar o BST, tem-se:

$$\frac{\partial BST}{\partial W} = -\left[\frac{\partial CTC}{\partial W} + \frac{\partial CTE}{\partial W}\right] = 0 \quad (22)$$

Como  $\partial CTC/\partial W$  é igual ao custo marginal de controle (CMgC) e  $\partial CTE/\partial W$  é igual ao custo marginal externo (CMgE), tem-se:

$$-(CMgC + CMgE) = 0 \quad (23)$$

$$(-)CMgC = CMgE \quad (24)$$

Portanto, segundo os autores, é viável a taxação/tarifação através tanto do custo externo como do custo de controle da poluição (quando este custo significa reduções da quantidade produzida).

Logo, um agente que se vê na obrigação de pagar uma taxa para internalizar o custo externo aos seus custos privados, tem a possibilidade de implantar uma tecnologia de controle, incorporando o custo marginal de controle de poluição ao invés do custo marginal externo. Isto faz com que o custo marginal externo e o custo

marginal de controle da poluição sejam formas alternativas de confronto com o benefício líquido marginal privado, para efeito de maximização deste.

Quando se soma o custo marginal de controle ao custo privado marginal, obtém-se um custo social marginal diferente quando da incorporação do custo externo marginal. Este resultado é esperado já que estes dois custos representam alternativas de internalização dos custos da poluição.

O controle, sendo uma alternativa à cobrança, será usado sempre que, em valor, for menor que a mesma. Ou seja, a eliminação das externalidades pode assumir tanto a forma da taxação/tarifação (igual ao custo externo) como a do custo de controle da poluição. O agente paga o valor da cobrança ou controla a poluição, através da implantação de equipamentos de controle, escolhendo a alternativa mais rentável.

Quando o controle da poluição não representa a produção sacrificada, o ponto ótimo não é obtido pelo cruzamento entre o custo marginal de controle e o custo marginal externo. Ambas as curvas de custos devem se sobrepor ao custo marginal privado. O ótimo é obtido pelo cruzamento da curva de benefício marginal líquido privado com as curvas de custo social marginal e marginal de controle de menor valor. O cruzamento entre o custo marginal de controle e o custo marginal externo determina o ponto de inflexão da curva de custos efetiva dos agentes privados, ou seja este ponto indica até onde se adota uma tecnologia de controle e a partir de onde se paga a taxa/tarifa.

Amazonas (1994) enfatiza que a igualdade entre o custo marginal de controle e o custo marginal externo não define um modelo de oferta e demanda de poluição compatível com o modelo de externalidade definido por Pigou (1920) - taxa igual ao custo externo - e, portanto, não define o valor da taxação/tarifação.

Toda essa teorização com relação ao ferramental preconizado é de fundamental importância para o desenvolvimento do trabalho proposto. Como o mesmo pretende analisar o impacto da cobrança pelo uso da água bruta nos agentes econômicos privados, o entendimento do tratamento teórico que a economia ambiental dá ao problema da taxação/tarifação é importante na medida em que a metodologia adotada preconiza a comparação entre o custo externo (medido pela método de valoração ambiental chamado de custos de controle, já que o principal



elemento de valoração é o custo do sistema de tratamento de efluentes líquidos, ponderado pela capacidade de assimilação dos corpos d'água) e o custo de controle da poluição de cada agente, incentivando a racionalização do uso e a minimização dos danos causados, garantindo a quantidade e qualidade dos recursos hídricos para seus diversos usos.

### **1.6.3. Valoração Econômica do Meio Ambiente**

Para se chegar no valor dos recursos ambientais é importante enfatizar que este valor advém dos atributos que um recurso possui, ou seja o fluxo de bens e serviços que o mesmo oferece. Estes fluxos são os insumos para a produção, as funções ecossistêmicas, a incerteza quanto a existência futura do recurso ambiental e a satisfação subjetiva da própria existência do recurso. Cada um desses fluxos ou atributos (Serôa da Motta, 1998) possuem um valor que são definidos como valores de uso e não-uso. Ou seja, é necessário desagregar o valor de um recurso ambiental para que todos os seus fluxos de bens e serviços sejam verificados.

O valor de uso (VU) de um recurso ambiental pode ser dividido em valor de uso direto, valor de uso indireto e valor de opção (Merico, 1996; Munashinghe, 1992; Pearce e Turner, 1990; Pearce, 1995; Serôa da Motta, 1998; Turner, Pearce e Bateman et al., 1993):

- valor de uso direto (VUD): utilização atual de um recurso na forma de extração, insumos para a atividade de produção ou consumo direto, recreação e visitação;
- valor de uso indireto (VUI): benefício atual do recurso quanto à suas funções ecossistêmicas. Exemplo: manutenção da estabilidade climática, proteção dos mananciais, capacidade de assimilação dos resíduos industriais e humanos e proteção do solo; e
- valor de opção: atribuição de valor em usos diretos e indiretos que poderão ser utilizados no futuro. Este valor existe na medida da incerteza da disposição do recurso no futuro, frente ao uso (direto ou indireto) que se pretende do mesmo. Está relacionado com o uso do recurso.

O valor de não-uso pode ser denominado como o valor de existência (VE). Este valor não se relaciona com nenhum uso direto ou indireto do recurso. Existe na medida que as pessoas possuem uma posição moral, cultural, ética em relação a

existência de espécies que não a humana. Um indivíduo pode atribuir valor a floresta amazônica morando em São Paulo, ou seja, a floresta não representa para ele uma forma de uso atual ou futuro, atribui valor apenas pela existência física da mesma, pelo que ela representa sentimentalmente para ele<sup>5</sup>.

Com a atribuição destes quatro valores pode-se definir o valor econômico total do recurso ambiental (VET):

$$VET = VU + VNU \quad (25)$$

$$VET = (VUD + VUI + VO) + VE \quad (26)$$

Note que a determinação do custo externo, acima exposto, não é nada trivial e corresponde a um nível de pesquisa significativo, como é o caso de se obter o valor de existência.

Valorar economicamente um recurso ambiental significa medir a variação do bem-estar das pessoas relacionada com uma variação na qualidade e quantidade de bens e serviços ambientais, seja pelo seu valor de uso ou não-uso. Para a obtenção das distintas parcelas que compõem o valor econômico total do recurso ambiental se faz necessário o desenvolvimento de técnicas ou métodos de valoração ambiental. Os principais métodos de valoração ambiental podem ser classificados como métodos da função de produção e métodos da função de demanda. Os métodos da função de produção podem ser entendidos como sendo os da produtividade marginal e de mercados de bens substitutos<sup>6</sup>. Como estes métodos não captam diretamente as preferências dos consumidores, eles são considerados métodos de valoração indireta<sup>7</sup> (Serôa da Motta, 1998). Os métodos da função de demanda são aqueles que captam o valor do recurso ambiental diretamente através das preferências dos indivíduos pela disposição à pagar e a aceitar (DAP e DAA, respectivamente). Nestes podem-se

---

<sup>5</sup> Existe uma controvérsia na literatura econômica de que o valor de existência pode representar um quase-valor de opção, isto é, a intenção de um indivíduo de conservar certos recursos ambientais para que as gerações futuras possam desfrutar do mesmo. Para maiores detalhes ver Graham-Tomasi (1998).

<sup>6</sup> Bens substitutos são aqueles em que o aumento do preço de um deles aumenta a demanda do outro (Pindyck, 1999).

<sup>7</sup> Alguns autores como Merico (1996) e Veiga (1992) chamam estes métodos de diretos, pois os recursos ambientais possuem preços estabelecidos diretamente no mercado. A qualificação quanto se um método é direto ou não depende do arcabouço analítico utilizado. Para os neoclássicos os métodos

encontrar os métodos de bens complementares (preços hedônicos e do custo de viagem) e o método da valoração contingente.

Nos método da função de produção o recurso ambiental é considerado como um insumo ou um substituto de um bem ou serviço privado, portanto, esses bens e serviços possuem seus preços estabelecidos no mercado sendo possível medir, monetariamente, a variação destes e suas conseqüências no bem-estar da sociedade (custo ou benefício), através de seus “preços sombra” (valores econômicos estabelecidos no mercado). O custo (ou benefício) da variação da disponibilidade do recurso ambiental é obtido multiplicando esta variação - em termos de quantidade - pelo “preço sombra” estimado.

Nos métodos da função da demanda o objeto que dá valor ao recurso ambiental é a disposição a pagar - ou aceitar - pela variação da disponibilidade do mesmo ou de um bem complementar<sup>8</sup> a este. Este método capta diretamente o valor econômico do recurso através de curvas de demanda (funções de demanda) derivadas de mercado de bens complementares ou a recorrência de mercados hipotéticos. Estes métodos procuram medir o excedente de satisfação que o indivíduo obtém quando paga por um recurso ambiental abaixo do que estaria disposto a pagar (Serôa da Motta, 1998). Ou seja, se o preço (que pode ser zero) de um recurso ambiental está fixado num patamar abaixo da disposição a pagar - obtida através destes métodos - o consumidor obtém um excesso de bem-estar medido pela variação entre o preço fixado no mercado e a disposição a pagar, chamado excedente do consumidor. O excedente do consumidor, então, nos dá o valor de quanto o indivíduo estaria disposto a pagar para que o recurso ambiental permanecesse com a mesma qualidade e quantidade. O estabelecimento de uma função de demanda estimada para o recurso é fundamental para captar o excedente do consumidor. Através dela se pode verificar a variação da disposição a pagar por um recurso quando o mesmo varia, em termos de quantidade e qualidade. Logo, é possível medir a variação do bem-estar do indivíduo (excedente do consumidor) quando da variação do recurso ambiental.

Desde que se pretende obter resultados que almejam os objetos do desenvolvimento sustentável é fundamental introduzir na análise o conceito de

---

diretos são aqueles que captam o valor do recurso diretamente através da preferência dos consumidores, por exemplo.

valores intertemporais, ou seja, os valores das condições atuais e futuras. Para tanto, se recorre ao desconto desses valores no tempo para que sejam ponderados no presente. Caso contrário, há uma tendência em deslocar os custos ambientais para as próximas gerações<sup>8</sup>. Com o aumento da escassez relativa dos recursos naturais o valor destes tende a crescer no tempo, o que torna a análise da alocação intertemporal dos recursos de fundamental importância.

Pelo que já foi exposto se faz necessário uma explicação mais detalhada do métodos de valoração ambiental, assunto do próximo item.

#### **1.6.3.1. Métodos da Função de Produção**

Neste método o valor do recurso ambiental é observado pela contribuição que o mesmo oferece ao processo produtivo como um *input* na produção de um bem privado. A base deste método se resume na seguinte pergunta: qual é a variação na produção de um bem privado decorrente da variação do recurso ambiental?

Supondo que um produto privado (D) depende, na sua produção, de insumos privados, como componentes semi-elaborados, por exemplo, e serviços e bens decorrentes dos recursos ambientais cujo preço de mercado é zero, apesar de possuir valor econômico, já que estes estão inseridos na função de produção do produto privado em questão. Logo, o lucro na produção de D é obtido pelo preço de mercado do mesmo multiplicado pela sua quantidade menos o custo dos insumos privados menos o custo dos recursos ambientais. Como os preços dos recursos ambientais são supostos iguais a zero o lucro obtido com a produção de D se resume ao preço deste multiplicado pela sua quantidade menos os custos com os insumos privados. Mas, como os bens e serviços ambientais são integrantes da função de produção de D, uma variação na quantidade - não suficiente para que o preço do mesmo se altere - do recurso ambiental, permanecendo constante o nível de insumos privados, faz com que a quantidade produzida de D varie, variando, portanto, o lucro com a sua produção. O lucro sacrificado com a variação do recurso ambiental é, então, o valor

---

<sup>8</sup> Bens complementares são aqueles no qual uma diminuição no preço de um deles acarreta um aumento na demanda do outro e vice-versa (Pindyck et al., 1999).

<sup>9</sup> Para maiores detalhes ver Pearce e Turner (1990).

econômico do recurso para variações marginais<sup>10</sup>. Este lucro sacrificado é igual a variação de D, devido à variação do recurso ambiental, multiplicado pelo seu preço.

O método da produtividade marginal vai de encontro com a argumentação acima. Assume, para tanto, que o preço do produto privado é conhecido, logo o valor econômico do recurso ambiental seria dado pelo preço deste produto multiplicado pela variação da quantidade do mesmo, dada pela variação do recurso ambiental. Como são variações marginais tem-se:

$$VE = p. \delta D / \delta RA \quad (27)$$

sendo que VE é o valor do recurso ambiental (RA) e  $\delta D$  e  $\delta RA$  são variações marginais do produto privado, D, e do recurso ambiental, RA. Note que as variações de D são tanto mais complexas quanto maior o nível de tecnologia empregado. Portanto, verifica-se que a escassez relativa do recurso, devido à própria atividade de produção afeta o nível de lucro, que ao mesmo tempo é a medida do valor do recurso em questão.

No método de mercado de bens substitutos as variações de D, afetadas por variações de RA, não proporcionam preços observáveis no mercado. Neste caso, o produto afetado por variações de recursos ambientais são, também, bens e serviços ambientais que estão dispostos gratuitamente. Ou seja, uma unidade do RA não consumida será compensada pelo consumo de outro bem substituto daquele, cujo preço é observado no mercado. Mas, a substituição faz com que os agentes econômicos tenham um custo, que pode ser definido como o preço do bem substituto vezes a variação do RA, i.e.,

$$C = p. \Delta RA \quad (28)$$

sendo que C é o custo privado incorrido com a substituição, p é o preço do bem substituto (que não varia devido à variação de RA) e  $\Delta RA$  é a variação do recurso ambiental. Dentro desta metodologia são estabelecidos os custos de reposição, os

---

<sup>10</sup> Variações que não são capazes de variar o preço de D.

gastos defensivos e os custos de controle (Serôa da Motta, 1998; Merico, 1996), mais especificamente:

- custos de reposição: incidência de gastos pelos usuários em bens substitutos para manter o nível desejado do RA. Exemplo: custo com fertilizante para a manutenção da produtividade de solos degradados.
- gastos defensivos: gastos incidentes em bens substitutos para não alterar o produto privado, o qual depende do nível do recurso ambiental. Exemplo: gastos em internações hospitalares devido à doenças causadas por poluição hídrica; e
- custos de controle: custos incidentes para evitar uma variação dos recursos naturais. Exemplo: custos de controle dos efluentes líquidos industriais.

Note que nestes métodos não é possível verificar a perfeita substituição entre os recursos. Desta forma, fica evidente que os mesmos não são capazes de captar todas as parcelas do VET. No máximo são captados os valores de uso direto e indireto<sup>11</sup>. Deve ser enfatizado que a não inclusão dos valores de opção e de existência gera uma subvalorização do recurso natural.

Merico (1996) e Serôa da Motta (1998) ainda mencionam a utilização dos custos de oportunidade, caracterizado pela renda sacrificada na manutenção de uma certa quantidade e qualidade dos atributos ambientais. Ou seja, se mede a renda que se perde com a preservação de um parque florestal, por exemplo. Poderia ser medido, neste exemplo, a renda perdida com a produção agrícola. Este método é amplamente usado em análises de custo-benefício na preservação da biodiversidade<sup>12</sup>.

Outra crítica quanto aos métodos da produtividade marginal e dos bens substitutos é quanto a própria distorção dos preços de mercado. Isto pode ocorrer num sistema econômico com alta instabilidade de preços (inflação elevada), presença de subsídios e impostos. Logo, a correção destas distorções são fundamentais para que os preços relativos realmente estabeleçam a escassez relativa dos bens.

### **1.6.3.2. Métodos da Função de Demanda**

Os métodos da função da demanda procuram evidenciar as preferências individuais, relacionadas com as funções de utilidade. Portanto, buscam medir o

---

<sup>11</sup> Na ocorrência de substitutos é possível se captar o valor de opção, entretanto o valor de existência fica de fora, pois a existência de substituição já descaracteriza-o.

<sup>12</sup> Para mais exemplos ver Serôa da Motta (1998) estudo de caso nº 1, 8 e 12.

nível de bem-estar da sociedade através da disposição a pagar (ou aceitar) por variações nos níveis de qualidade e quantidade dos recursos naturais.

Os métodos derivados da função de demanda são: método dos preços hedônicos e custo de viagem (método dos bens complementares) e método da valoração contingente. A seguir serão discutidos mais detalhadamente cada um deles.

O método dos preços hedônicos possui em sua base a identificação da complementaridade de um bem por um atributo ambiental. Ou seja, mantendo constantes os demais atributos de um bem, a variação da disposição a pagar (ou aceitar) mede o valor dos fluxos de bens e serviços inseridos no mesmo. O exemplo mais encontrado na literatura (Freeman III; Merico, 1996; Serôa da Motta, 1998; Veiga, 1992) é o referente à diferença entre preços de propriedade imobiliárias. Uma propriedade com as idênticas características estruturais e arquitetônicas localizada uma perto de centros poluidores e outra localizada em condomínios fechados totalmente arborizados certamente possuem valores distintos no mercado imobiliário. Essa diferença corresponde ao bem complementar caracterizado pela presença do serviço ambiental. O valor monetário dessa diferença é o valor dado ao recurso ambiental, ou seja, a disposição a pagar pelo atributo ambiental.

Outra vez, a possibilidade de capturar o valor de existência é nula. Isto decorre da constatação de que se a demanda pela propriedade for zero, o valor do atributo ambiental também o será. Como o valor de existência independe do uso, o valor do recurso ambiental deveria ser positivo ao invés de zero, mesmo com uma demanda nula.

Neste método se faz necessário isolar os fluxos de bens e serviços ambientais, já que outros atributos que não estes, fariam que as estimativas do valor econômico do recurso sejam sobrestimadas. Fatores como distância dos centros urbanos, facilidades de acesso às escolas, supermercados, entre outros influenciariam negativa ou positivamente no valor obtido. O ajuste do preço relativo também deve ser realizado nesta metodologia, caso seja necessário.

No método do custo de viagem (MCV) procura-se estimar a disposição a pagar dos indivíduos através da demanda por atividades de lazer embutidas nos recursos naturais. Essas atividades são complementares aos referidos recursos já que se estes inexistirem, não há demanda por lazer relacionada à ele. Para medir a

disposição a pagar é necessária uma técnica de valoração, que neste caso é o custo de viagem. O gasto com uma viagem para um morador de São Paulo se deslocar até o Parque Estadual do Alto da Ribeira (existência de centenas de cavernas magníficas) pode representar a disposição a pagar do mesmo de estar usufruindo dos bens e serviços ambientais oferecidos por este Parque. A função de demanda possui uma inclinação negativa já que quanto maior a distância entre um sítio natural e a localização da moradia menor o número de visitas. Entretanto, outras variáveis como condições sócio-econômicas devem ser consideradas, uma vez que um indivíduo pode ter uma disposição a pagar, mas a sua restrição orçamentária o impede de realizar seus desejos. Esta constatação deve ser relevante pois o levantamento de dados sobre o número de visitas, a distância da residência até o sítio, o custo de viagem, as condições sócio-econômicas, é feito no local de visitação, ou seja, apenas com os indivíduos que possuem restrição orçamentária suficiente para custear a viagem. Com o levantamento da taxa de visitação (visitas/1000 hab., por exemplo) e o custo médio de viagem, pode-se obter a disposição a pagar pela demanda por bens e serviços ambientais deste sítio. Entretanto, existe uma demanda reprimida por restrições orçamentárias que deveria ser levada em consideração no levantamento dos dados estatísticos. Caso contrário, a generalização do custo de viagem como o valor econômico do sítio estaria subestimando o valor de uso direto. O custo de oportunidade do tempo gasto na viagem, pode melhorar a percepção destes valores.

É interessante verificar que neste método o valor de existência também não é considerado, já que se o número de visitas é zero, a demanda pelo sítio também será e, portanto, seu valor será zero.

Este método é mais apropriado para se estimar o valor da taxa/tarifa a ser cobrada para a entrada no parque, devido às suas limitações estatísticas na estimativa do valor econômico total do recurso ambiental.

O método da valoração contingente estima os valores de disposição a pagar e a aceitar com base em mercados hipotéticos, os quais são simulados com a aplicação de questionários - pesquisas de campo - perguntando ao pesquisado a disposição a pagar e a aceitar, quando existe variação na quantidade e qualidade dos recursos ambientais. Ou seja, neste método objetiva-se encontrar a disposição a pagar (ou a aceitar) por uma variação do recurso ambiental, sem que a função utilidade do



indivíduo seja alterada. Isso pode ser dito da seguinte forma: uma alteração da qualidade ambiental ocasiona uma perda de bem-estar, portanto, para que o indivíduo não tenha o mesmo alterado este é questionado sobre quanto aceitaria receber, em termos monetários, pela perda do seu bem-estar relacionado com a variação do recurso ambiental. Em termos de disposição à pagar, o indivíduo é questionado a respeito do valor monetário que ele pagaria pela não variação (negativa) no recurso ambiental. Em termos teóricos se um indivíduo possui uma função de utilidade na qual se tem especificado uma certa quantidade e qualidade do recurso ambiental e uma renda, esta função deve ser igual quando há uma variação negativa deste recurso com um incremento na renda e, também, quando há uma manutenção ou melhora do recurso e uma diminuição da renda<sup>13</sup>, em termos matemáticos, tem-se:

$$U = f(RA, Y) = f(RA^+, Y - DAP) = f(RA^-, Y + DAA) \quad (29)$$

Sendo que U é a utilidade do indivíduo, RA é a qualidade e quantidade do recurso ambiental, Y é a renda do indivíduo, RA<sup>+</sup> é o recurso ambiental com uma melhoria, Y<sup>-</sup> é a renda do indivíduo menos a disposição a pagar, DAP é a disposição à pagar, RA<sup>-</sup> é o recurso ambiental degradado, Y<sup>+</sup> é a renda do indivíduo mais a disposição a pagar e DAA é a disposição à aceitar.

A valoração contingente parte de simulações de cenários, nos quais as preferências<sup>14</sup> individuais revelam decisões que estes tomariam se os cenários viessem a se tornar reais.

Pearce e Turner (1990); Serôa da Motta (1998); e Bishop, Champ e Mullarkey (1998) enfatizam que para a aplicação deste método se faz necessário definir os procedimentos estimativos que podem ser definidos como:

- objeto de valoração: qual a parcela de valor que se está medindo e qual o recurso ambiental que se está valorando. Ou seja, a determinação exata do bem ou serviço ambiental é de fundamental importância, na medida em que o entrevistado entenda a importância destes quando da sua variação (em quantidade ou

<sup>13</sup> Isso se considera que há uma substituição perfeita entre a variação do recurso ambiental e a correspondente compensação monetária.

<sup>14</sup> Segundo Serôa da Motta (1998) as preferências, de acordo com a teoria econômica, devem ser expressas em valores monetários.

qualidade). Também é importante saber quem utiliza e quem paga ou é compensado monetariamente;

- medida de valoração: este procedimento é dedicado à decisão de optar pela disposição à aceitar (DAA) ou à pagar (DAP). Para tanto deve-se decidir se o recurso ambiental será mantido ou melhorado ou se o mesmo sofrerá uma variação (de quantidade ou qualidade) negativa. O critério de utilização destas disposições depende da expectativa dos entrevistados quanto as características e prazos de exaustibilidade do recurso natural. No caso da DAA, quando a variação negativa do recurso é grande o entrevistado pode demandar um valor elevado para a compensação, dependendo, também, da disponibilidade de bens substitutos e em que grau se dá essa substituição, ou seja, entre a fraca e forte sustentabilidade<sup>15</sup> (May, 1995). No caso da DAP existe uma tendência de que a disposição à pagar comece a se estabilizar para grandes variações negativas dos recursos ambientais, dependendo da restrição orçamentária. Portanto, a decisão deve levar em consideração os fatores acima para não subestimar o valor a ser estimado;
- forma de elicitação (*elicitation device*): modo pelo qual se obterá os valores. No lance livre a principal questão é: “quanto você está disposto a pagar?”. Desta forma, se obtém uma série contínua de propostas produzindo, então, pela média, a DAA ou a DAP. Outra forma de se obter a DAP (ou a DAA) é pelo método referendo. Através deste método a seguinte questão é apresentada: “você está disposto a pagar US\$ Y por uma variação X do recurso ambiental?”. Dependendo da resposta a quantia mencionada é modificada até se alcançar um valor aceito pelo entrevistado. Este método restringe o viés do interesse por parte do respondente. Entretanto, existe a ocorrência de séries discretas o que dificulta a análise pela média<sup>16</sup>. Uma derivação deste método é quando existe uma segunda pergunta, dependente da primeira. Ou seja, se o entrevistado responder que sim/não está disposto a pagar a quantia estabelecida, a pergunta seguinte aumenta/reduz o valor a ser pago;

---

<sup>15</sup> Fraca sustentabilidade é definida como sendo aquela em que existe total substituição entre os recursos naturais e os produzidos pelo homem. Forte sustentabilidade é aquela onde inexiste a substituição entre os recursos ambientais e os manufaturados.

<sup>16</sup> Para maiores detalhes ver, por exemplo, Serôa da Motta (1998).

- veículo de pagamento (*Vehicle bias*): definir a forma de aplicação dos valores correspondentes à DAP e DAA. Ou seja, através de que instrumento (impostos, taxas/tarifas, cobrança pelo uso, subsídios, entre outros) o valor estimado será internalizado aos usuários do recurso ambiental;
- forma da entrevista: como será aplicado o questionário. Necessidade da compreensão dos questionários; e
- nível de informação (*information bias*): indicar a importância das características do recurso ambiental. Enfatizar os atributos e as condições atuais de exaustão dos mesmos. As consequências da degradação tanto ecologicamente, quanto para a sociedade.

Os lances iniciais, as pesquisas focais e o desenho da amostra são fundamentais para se completar o quadro estatístico e conduzir a aplicação e análise dos questionários de forma a minimizar os vieses encontrados em análises desta natureza (Oyarzun, 1996).

O valor econômico total é estimado multiplicando o valor médio obtido pelas respostas dos entrevistados (média ou mediana da disposição à pagar/aceitar) pela população, a qual é afetada por uma variação da disponibilidade do recurso ambiental.

Este método requer que a amostra seja o mais possível aleatória. Quanto menos aleatória mais vieses são encontrados e menos confiável é o resultado. O nível de informação é outro fator que minimiza os vieses e maximiza o grau de confiabilidade dos resultados. O viés estratégico se relaciona com a percepção da disposição à pagar e à aceitar. Se o entrevistado sentir que ele realmente pagará pelo uso do recurso ambiental ou receberá compensações pela deterioração do mesmo, a resposta tenderá a ser um valor abaixo de suas reais pretensões, para valores da DAP, e valores maiores, no caso da DAA. Outra viés que pode ocorrer é aquele relacionado ao comportamento do “carona” (Serôa da Motta, 1998), no qual o entrevistado pode achar que pagar pelo uso do recurso natural pode fazer com que haja possibilidade de exclusão de uso. Desta forma, todos pagariam pela provisão dos bens e serviços, o que faz com que a DAP seja inferior à real disposição, já que os outros consumidores estarão dispostos à pagar o suficiente para garantir a oferta dos mesmos. A minimização deste viés é alcançada ponderando as respostas, ou seja,

inserindo observações do tipo: só poderão usufruir os recursos quem possuir DAP acima de tal valor, as maiores DAP's terão acesso aos bens, entre outras.

Outra constatação importante é quanto ao viés do instrumento de pagamento. Para um indivíduo pagar R\$ 1,00 de imposto de renda pode significar, psicologicamente, mais do que pagar o mesmo um real como taxa de entrada num parque, por exemplo. Este fato deve ser considerado na análise estatística.

Os testes de validade são mecanismos fundamentais na análise e reforçam a veracidade dos resultados obtidos.

O método da valoração contingente trabalha com medidas ex-ante, na qual a variação da disponibilidade do recurso ambiental ainda não se deu, ou seja, trabalha-se com graus de expectativa de desejos ou, como afirma Serôa da Motta (1998), graus de desejabilidade.

Como se pode observar este método é de aplicação não trivial e com uma utilização intensa de métodos estatísticos e econométricos, assim como um extenso trabalho de campo. A informação correta e sem vieses para o entrevistado e o conhecimento dos usos e impactos dos recursos ambientais na economia é de fundamental importância, sem os quais os resultados obtidos podem gerar contradições.

Serôa da Motta (idem) mostra um painel do *National Oceanic and Atmospheric Administration*, órgão americano que define critérios para valoração de danos ambientais ocasionados por derramamento de óleo. O painel foi o resultado de se definir judicialmente a compensação monetária pelos prejuízos causados no derramamento de petróleo pelo petroleiro Exxon Valdez, em 1989. O valor da multa neste episódio chegou a US\$ 2 bilhões (Gazeta Mercantil, 1995:17). A seguir o painel:

- amostra probabilística é fundamental;
- evitar respostas nulas;
- usar entrevistas pessoais;
- treinar o entrevistador para que seja neutro;
- mostrar os resultados com todas as bases estatísticas e de cálculo;
- pesquisas pilotos para testar os questionários;
- usar o método referendo;

- informação adequada do que se está medindo;
- identificar recursos naturais substitutos que permaneçam inalterados;
- identificar de modo claro a variação da disponibilidade do recurso ambiental;
- administrar o tempo de pesquisa (para não perder acuidade das respostas);
- checar se as informações são consideradas “verdadeiras” pelos entrevistados;
- lembrar da restrição orçamentária, ou seja, a DAP incorre em menor consumo de outros bens;
- instrumento de pagamento adaptado às condições culturais e econômicas; e
- ter cuidado no processo de agregação para considerar a população relevante.

### **1.7. Aplicações dos Métodos de Valoração Econômica Ambiental nos Recursos Hídricos**

Nos anos de 1987 e 1990 o Banco Mundial (World Bank, 1993) realizou uma pesquisa sobre a aplicação do método de valoração contingencial (disposição à pagar) pela utilização de recursos hídricos na zona rural de alguns países em desenvolvimento como por exemplo Brasil, Índia, Nigéria, Paquistão, Tanzânia e Zimbábwe. Este estudo revelou que apesar da grande população pobre que existe nestes países existe disposição de pagamento pela melhoria do serviço de abastecimento de água, mostrando a importância deste instrumental na valoração da água (Lanna, Ribeiro e Tavares, 1999).

Desvousges et al. (1987) usaram o método da valoração contingencial pela melhoria da qualidade da água do rio Monogahela nos Estados Unidos (EUA) e os resultados mostraram uma curva de demanda na qual os indivíduos estavam dispostos a pagar quantias monetárias marginais altas para garantir um nível básico de qualidade de água e quantias marginais menores por grandes melhorias na qualidade da água. Foram consideradas cinco situações possíveis: água potável; banho possível; pesca possível; navegação possível; navegação impossível.

Turner e Postle (1994) mostraram alguns trabalhos realizados pela National Rivers Authority (NRA) onde foram usados métodos de valoração monetária para estimar os custos e os benefícios de melhorias na qualidade da água nos rios da Inglaterra e País de Gales com relação aos usos para a pesca e para a recreação.

Georgiou et al. (1996) estudaram os esgotos lançados no ambiente marinho e os riscos associado à saúde humana. Os autores aplicaram o método da valoração contingencial com o objetivo de investigar a disposição à pagar dos banhistas em algumas praias da Inglaterra. Na praia de Lowestoff, o padrão de qualidade da água para o banho estava de acordo com o exigido pela legislação. Já na praia Great Yarmouth, o padrão não estava sendo seguido. Logo, na primeira praia se analisava a disposição a pagar para que a praia não perdesse a sua qualidade e na segunda o objetivo era verificar a disposição de pagamento pela melhoria da qualidade de sua água.

Piper e Martin (1997) analisaram a disposição à pagar pela melhoria no sistema de abastecimento de água na zona rural de quatro regiões oeste dos EUA. Nos EUA muitos sistema de abastecimento dependem de água subterrânea, mas alguns desses sistemas possuem déficits de água para atendimento de suas demandas e é importante o seu suprimento com água superficial. Portanto, se analisou a disposição à pagar pela captação de água superficial. Os resultados obtidos mostraram que em lugares nos quais a água é mais difícil de ser captada apresentaram os valores mais altos na disposição de pagamento. A tabela 7 apresenta os valores em dólares da disposição à pagar de alguns estudos com o método da valoração contingencial nos EUA.

**Tabela 7. Valores da Disposição à Pagar (DDP) encontrados em estudos utilizando o método da Valoração Contingencial nos EUA.**

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

Fonte: Adaptado de Piper e Martin (1997) *apud* Lanna, Ribeiro e Tavares (1999).

Bateman et al. (1995) estudaram o caso de Norfolk Broads na Inglaterra. É um local de importância para a vida silvestre neste país. Em 1990 foi efetuada uma

análise custo-benefício (ABC) dos esquemas de redução dos riscos de inundação salina neste local, já que a inundação provocaria significantes alterações nos usos para a recreação, agricultura, para a fauna e flora do local. Os itens transacionados no mercado foram analisados de forma convencional e para aqueles que não possuem mercado como a recreação e os recursos biológicos, a análise foi feita através do método de valoração contingencial. Os autores concluíram que a disposição à pagar mostra que os usuários conferem alto valor ao local não inundado da região e aos bens e serviços ambientais e recreacionais a ele associado. A relação custo-benefício dos esquemas de prevenção, via ABC convencional, foi de 0,98, enquanto que incluindo os valores da disposição à pagar este valor subiu para 1,94. A tabela 8 mostra alguns estudos aplicando a técnica de valoração contingencial.

**Tabela 8. Aplicações do Método de Valoração Contingente no setor de Recursos Hídricos**

Referência	Aspecto Abordado	Local de Estudo
Whittington et al. (1990b)	Abastecimento Rural	Nigéria
Whittington et al. (1990a)	Abastecimento/esgotamento	Haiti
Desvousges et al. (1987)	Qualidade da água	EUA
Johnson e Adams (1988)	Pesca	EUA
Briscoe et al. (1990)	Abastecimento Rural	Brasil
Schultz e Lindsay (1990)	Água Subterrânea	EUA
Dahl (1992)	Qualidade da água	EUA
The World Bank (1993)	Abastecimento Rural	Brasil, Nigéria, Zimbábwe, Paquistão e Índia
Whittington et al. (1993)	Esgotamento Sanitário	Gana
Jordan e Elnagheeb (1993)	Qualidade da água	EUA
Harpman et al. (1993)	Pesca	EUA
Carson e Mitchell (1993)	Navegação, Pesca e Natação	EUA
Howe e Smith (1994)	Abastecimento	EUA
Turner e Postle (1994)	Qualidade de água, pesca, recreação, proteção de cheia	Inglaterra e País de Gales
Griffin et al. (1995)	Abastecimento Rural	Índia
Bateman et al. (1995)	Inundação Salina	Inglaterra
Georgiu et al. (1996)	Qualidade da água do mar para recreação	Inglaterra
Piper e Martin (1997)	Abastecimento Rural	EUA

Fonte: Adaptado de Lanna, Ribeiro e Tavares (1999).

Para a aplicação do método do valor hedônico, no caso dos recursos hídricos, a suscetibilidade à ocorrência de alagamentos, a disponibilidade de água, a qualidade da água e a disponibilidade de serviços de esgoto, são algumas características que afetam o valor de propriedades urbanas e rurais (Lanna, Ribeiro e Tavares, 1999).

Margulis (1994), utilizando o método dose-resposta (impacto da variação da qualidade ambiental na saúde dos seres vivos), estudou os custos relacionados aos danos à saúde para estimar o valor monetário da poluição da água em conjunto com os custos relativos à contaminação da água de irrigação. Não foi possível estimar os



custos da poluição da água em relação aos danos à saúde humana de forma separada, devido à dificuldade de determinar a origem do efeito escolhido para a análise (doenças gastrointestinais). Os custos estimados levando em consideração os salários anuais e mortalidade por doenças gastrointestinais foram de US\$ 3,6 bilhões. Já para os custos associados ao tratamento de tais doenças foram de US\$ 30 milhões.

Serôa da Motta (1995) analisou os custos ambientais relativos aos recursos hídricos, estimando-os em uma dimensão intratemporal referente aos efeitos degradadores dos mesmos. A alternativa usada pelo referido autor para mensurar os custos ambientais destes recursos foi estimar os investimentos necessários para que as variações negativas de qualidade dos mesmos fossem evitadas. Este tipo de estudo já foi utilizado em trabalhos realizados pelo escritório estatístico da Organização das Nações Unidas (ONU) para o México e Nova Guiné (Tongerren et al., 1991 e Bartelmus et al., 1992). Segundo Serôa da Motta (1995), para o esgoto doméstico as perdas na qualidade ambiental podem ser mensuradas pelos gastos em coleta e tratamento deste tipo de efluente. Para medir a quantidade de esgoto produzida, o autor classificou o número de habitantes das regiões urbanas de acordo com o serviço de esgoto a que têm acesso. As estatísticas relativas a esse serviço diferenciam-o em rede geral (coleta unitária de esgoto, mas não necessariamente tratamento), fossa séptica e precários ou inexistentes.

Serôa da Motta (1995) enfatiza que dependendo do tipo de tratamento dado ao esgoto, este pode ou não gerar externalidade negativa, portanto o nível de tratamento empregado é de fundamental importância. Os tratamentos possíveis são: tratamento primário (combinações de operações físicas e químicas que têm como objetivo eliminar sólidos suspensos, coloidais, voláteis e graxas, bem como a remoção de odores e a desinfecção das águas residuais; tratamento secundário/terciário (processos biológicos que convertem a matéria orgânica em sólidos sedimentáveis que podem ser eliminados em tanques de sedimentação); e fossas sépticas (tanques subterrâneos onde a digestão dos sólidos faz-se anaerobiamente).

Serôa da Motta et al. (1991) estimaram que o custo de coleta era de US\$ 120 por habitante, o custo do tratamento primário era de US\$ 32,50/habitante e o custo do tratamento secundário/terciário era de US\$ 97,50/habitante. Para se obter o custo

total, ou seja a necessidade de investimento para atender a população com serviço de esgoto, Serôa da Motta (1995) simulou dois cenários. No primeiro cenário todo o esgoto seria tratado de forma secundária/terciária e no segundo cenário estende-se o serviço de coleta e tratamento para quem não dispõe de qualquer serviço e amplia-se o tratamento secundário/terciário para toda a população que tem esgoto coletado. O custo ambiental é obtido aplicando o custo de oportunidade do capital de 12%, com um período de depreciação de 25 anos, acrescidos de um percentual de 5% para considerar os custos de operação

Para os efluentes industriais, Serôa da Motta (1995) analisou os seguintes estados: São Paulo; Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo, Rio Grande do Sul, Paraná, Santa Catarina, Goiás, Bahia, Pernambuco, Ceará, Maranhão e Pará. Os custos unitários de tratamento foram obtidos do trabalho de Jantzen (1992). Para os efluentes industriais também foram simulados dois cenários. No primeiro quase 100% da carga orgânica e metais pesados seria removida e no segundo o nível de 85% de remoção seria alcançado.

Para o esgoto doméstico, Serôa da Motta (1995) encontrou os seguintes resultados mostrados na tabela 9.

**Tabela 9. Custos Ambientais associados ao Esgoto Doméstico (US\$ milhões)**

	Déficit de Investimentos (custos ambientais)	Custo Anualizado	
		Valor Absoluto	% PIB (Produto Interno Bruto)
Cenário 1	10.831,17	1.451,38	0,44
Cenário 2	19.124,36	2.562,66	0,78

Fonte: Adaptado de Serôa da Motta (1995).

Para o esgoto industrial o mesmo autor obteve os resultados apresentados na tabela 10.

**Tabela 10. Custos Ambientais Associados aos Efluentes Industriais (US\$ milhões)**

	Valor Absoluto	% PIB do setor
Cenário 1	5.300	6,0
Cenário 2	3.500	3,8

Fonte: Adaptado de Serôa da Motta (1995).

Medeiros (1995) analisou os custos ambientais decorrentes do impacto causado pela plantação de uma floresta de eucalipto na quantidade de água de uma bacia hidrográfica. Segundo o mesmo autor, considerando a precipitação média anual na região dos cerrados em torno de 1.200 mm, a plantação de uma floresta de eucalipto poderia reter uma quantidade de água em torno de 300 mm ou 3.000 m<sup>3</sup>/ha de água na bacia de drenagem. Medeiros (1995), valorando parcialmente o efeito dessa retenção de água, analisou o efeito negativo da diminuição da quantidade de água para a geração de energia elétrica. Ele considerou que cerca de 60% do volume subtraído seriam turbinados para a geração de energia elétrica ao longo de um ano. Logo, o volume perdido para a geração de energia elétrica seria de 1.800 m<sup>3</sup> por hectare de eucalipto por ano. Este volume de água turbinada em uma usina de eletricidade com cerca de 60 metros de queda d'água e com eficiência de geração de 85%, geraria ao longo de um ano cerca de 255 Kw.h de energia elétrica. O autor considera a existência de pelo menos quatro usinas, do porte anteriormente mencionado, a jusante, estimando em 1,0 Mw.h a energia deixaria de ser produzida em decorrência da retenção de água pela floresta de eucalipto. Considerando um custo marginal de geração de energia elétrica de US\$ 60,00/Mw.h, o autor obteve um custo ambiental decorrente da redução da disponibilidade de recursos hídricos na plantação de florestas de eucalipto de US\$ 60,00/ha/ano e US\$ 19,35/tonelada de carvão.

Grasso et al. (1995) aplicaram os métodos do Custo de Viagem e de Valoração Contingencial em duas regiões de manguezais no estado de São Paulo (Cananéia e Bertioga). Em Cananéia os autores aplicaram o método do Custo de Viagem para a pesca esportiva na região. Em torno de 26% da população de turistas da região são pescadores desportivos, ou seja em torno de 34.212 pessoas por ano. A distância desta região ao local de origem destes turistas está num raio de 300 km e os hotéis são preferidos para a estadia, que dura em média quatro dias. Os autores obtiveram um valor de US\$ 3.785/ano por turista, o que representa uma quantia anual agregada de US\$ 33,7 milhões/ano. Quando aplicado o método da valoração contingencial o valor estimado foi de US\$ 18 milhões/ano. Uma ressalva deve ser feita, apenas 17% dos entrevistados declararam sua disposição a pagar.

Para a valoração monetária da água um método interessante é encontrado em Souza (1995), o qual desenvolve uma metodologia para obtenção de valores monetários objetivando a cobrança pelo uso da água. Esta metodologia parte da definição do padrão de qualidade do corpo de água receptor e dos usos dos recursos hídricos, a partir dos quais podem ser definidos a vazão mínima destinada a diluição e depuração de efluentes, a concentração máxima possível de um parâmetro de poluição, permitida pela legislação - padrão de qualidade do recurso hídrico. Com estas duas variáveis se define a carga de saturação, relativa a um parâmetro, de um determinado corpo receptor. Caracterizada a carga de saturação, devem ser consideradas todas as atividades cujos efluentes sejam encontrados os parâmetros passíveis de cobrança, contribuindo com a carga de poluição remanescente, interpretada como a vazão e a concentração de efluentes após o tratamento exigido pela legislação. Com as cargas remanescentes define-se o índice de carga, que expressa o nível de comprometimento da qualidade do corpo receptor, com relação a um determinado parâmetro de poluição, de forma isolada. Este índice, também, garante a ponderação da capacidade de assimilação do recurso hídrico, uma vez que todas as atividades estão contempladas e a vazão mínima para depuração e diluição devidamente incorporada ao índice especificado.

A relação entre o índice de carga e o valor a ser pago é feita através da equação definida a partir do custo médio do sistema de tratamento de efluentes (método de valoração denominado custos de controle). Nesse sentido, definiu-se um multiplicador ( $K_c$ ) para cada poluente a ser cobrado, o qual permite o cálculo do valor a ser cobrado para cada atividade.

Alguns fatores são essenciais na consideração da cobrança pelo lançamento de carga de poluição, dentre eles se destacam: a sazonalidade do lançamento, ou seja, dependendo da época do lançamento (estação de seca ou de chuva, entre outras) pode influenciar significativamente a vazão do corpo receptor destinada a diluição e depuração do corpo receptor; uso associado ao lançamento, isto é, algumas atividades podem ser estimuladas em detrimento de outras, dependendo das necessidades sociais envolvidas - acarretando em cobrança diferenciada por atividade; outro fator a ser ponderado é a eficiência na alocação de recursos financeiros para o tratamento de efluentes. Existem determinados sistemas que

possuem maior eficiência na eliminação de um mesmo poluente, os quais devem ser estimulados (observando que sempre deve ser removida a quantidade mínima estabelecida pela legislação - padrão de emissão).

Com o intuito de expressar a sazonalidade temporal, as diferentes atividades e a eficiência na alocação de recursos financeiros, defini-se um fator de ponderação (fator ponderador para a cobrança sobre o lançamento de carga poluente). O valor deste ponderador é determinado pela gestão da bacia e nunca menor do que um.

Para que haja um incentivo dos usuários que conseguem concentrações de poluentes nos seus lançamentos menores daquelas indicadas nos padrões de emissões e penalizando os que lançam em concentrações acima daquelas, utiliza-se a razão da concentração remanescente no efluente final sobre a concentração do efluente permitida pela legislação. Portanto, o valor a ser pago ( $T_e$ ) sobre o lançamento de carga de poluição é:

$$T_e = K_c \cdot Q_e \cdot U \cdot (c_e / c_p) \quad (30)$$

sendo que:  $K_c$  é o coeficiente multiplicador;  $Q_e$  vazão do efluente final ( $m^3 \cdot s^{-1}$ );  $U$  é o fator ponderador de tipo de usuário, sazonalidade e eficiência econômica do tratamento;  $c_e$  concentração do poluente no efluente final (mg/l); e  $c_p$  é a concentração máxima permitida pelo padrão de emissão.

O valor total a ser pago é o somatório dos valores individuais de cada um dos poluentes, para cada apropriador que lança efluentes no corpo receptor.

No tocante ao cálculo do consumo, considera-se somente a quantidade de água efetivamente consumida, isto é, deve-se descontar da vazão captada a quantidade devolvida na forma de efluentes (observando que os efluentes são lançados em águas superficiais). A consideração a respeito da cobrança pelo consumo de água parte do pressuposto de que a vazão captada líquida afeta a capacidade de depuração e diluição do corpo d'água. Portanto, o autor relaciona o consumo de água com a pior situação de poluição encontrada no corpo receptor (poluente que apresenta a situação mais próxima à saturação). Isto posto, sempre que existir captação líquida, haverá queda na capacidade de assimilação proporcional à vazão captada. Logo, devem ser

considerados os momentos imediatamente anterior à captação superficial e o posterior à captação superficial.

Para o cálculo do valor a ser pago pela captação de água superficial ( $T_e$ ), se faz necessária a comparação da situação anterior e posterior à captação superficial, realizada através da subtração dos coeficientes multiplicadores  $K_1$  e  $K_2$ . Logo a expressão do valor a ser cobrado será:

$$T_e = (K_2 - K_1) \cdot S \cdot \sum Q_e (c_e/c_p) \quad (31)$$

sendo que  $S$  corresponde ao fator  $U$  da cobrança pelo lançamento de efluentes;  $Q_e \cdot c_e$  é a carga de poluição emitida do poluente em questão (mg/s);  $c_e$  é a concentração do poluente no efluente final (mg/l); e  $c_p$  é concentração máxima do poluente estipulada pela legislação - padrão de emissão - (mg/l).

A metodologia citada anteriormente atribui à escassez de água com qualidade como a medida do valor a ser cobrado, ou seja, a restrição ao uso econômico dos recursos hídricos é atribuída a capacidade assimilativa dos mesmos, que impõe limites à atividade econômica. Esta é a metodologia adotada no presente estudo para o cálculo dos valores a serem cobrados, servindo como parâmetros para a análise da capacidade de pagamento dos setores industrial e agrícola. Portanto, ela será detalhadamente exposta no capítulo denominado metodologia.

Moran e Moraes (1998) utilizaram o método de valoração contingente para estimar o valor que os visitantes da parte sul do Pantanal atribuem à sua preservação. O foco de atenção foram os pescadores desportistas. Os resultados encontrados variam de R\$ 52,76 a R\$ 346,10 por turista (os valores variam devido à técnica utilizada para a obtenção dos dados nos questionários). Os valores agregados variam de R\$ 5,80 a R\$ 15,13 milhões. Foram entrevistados 586 turistas no período de agosto a novembro de 1994, nas cidades de Corumbá e Miranda. A agregação dos valores levou em consideração uma população de turistas de 110.000 pessoas que visitam a região anualmente.

Eiswerth et al. (2000) apresentaram a estimativa do valor monetário para a prevenção de um declínio no nível de água do lago Walker, no estado de Nevada nos Estados Unidos da América, para fins recreacionais. Os métodos utilizados para o

referido estudo foram o Custo de Viagem e a Valoração Contingencial (*contingencial behavior*). O objetivo do estudo foi valorar a disponibilidade de água para recreação.

O declínio no nível do lago Walker foi de 42,67 metros desde 1882. O uso intenso da água do rio Walker (que abastece o lago) pela agricultura uma das causas deste declínio. O aumento dos sólidos dissolvidos totais ocasionado pelo processo de diminuição da quantidade água no lago, diminui a possibilidade de muitas espécies de peixes sobreviverem no lago.

Entre novembro de 1995 e março de 1996 foram enviados questionários para as pessoas que utilizavam lagos no nordeste de Nevada com o intuito recreacional. Aproximadamente 44% dos questionários retornaram. Nos questionários a pergunta principal era a variação de visitas que os turistas fariam devido a uma redução/aumento no nível do lago Walker. Para um aumento de 6,1 metros no nível de água do lago Walker, os autores chegaram aos seguintes resultados. Numa estimativa baixa o valor encontrado foi de US\$ 6,78 milhões/ano e numa alta estimativa o valor foi de US\$ 13,59 milhões/ano.

### **1.8. Aspectos de Gestão em Recursos Hídricos e a Cobrança pelo Uso e Degradação da Água**

Robbins (1969) enfatiza que a ciência econômica se caracteriza como o estudo das desproporcionalidades entre as necessidades de consumo do ser humano e a quantidade de recursos disponíveis (capital, terra e trabalho). Como os recursos disponíveis são escassos cabe a sociedade (e a economia) alocá-los e utilizá-los de forma racional e mais eficiente possível.

Souza (1995) enfatiza que equacionar o problema de quantidade e qualidade da água a partir de usos múltiplos (necessários ou desejados) tem sido um fator em comum aos sistemas de gerenciamento dos recursos hídricos. Quanto maior o desenvolvimento de uma região, maior a intensidade do uso dos recursos hídricos, maior o potencial de conflitos entre esses usos e maiores os riscos de degradação da qualidade dos corpos d'água. Deste modo, se faz necessária uma gestão que regularize a utilização dos recursos ambientais, de forma racional, no sentido econômico, para que a escassez relativa dos mesmos não ocasione uma ruptura tanto

no equilíbrio biológico quanto no sistema sócio-econômico. A racionalidade no uso e na apropriação dos recursos naturais procura estabelecer, então, a sustentabilidade ambiental das atividades econômicas.

A água é um dos recursos naturais essenciais a uma série de atividades ligadas ao desenvolvimento econômico. Nesse sentido, Souza (1993:74) ressalta que, “quando da elaboração de planos de desenvolvimento, a disponibilidade de recursos hídricos (recursos ambientais de forma geral) deve ser considerada como item a ser contemplado, passível de decisões econômicas, políticas e sociais e técnicas. Somente com a gestão desses recursos, os usuários (a sociedade) terão a possibilidade de dispor de água na quantidade requerida para o desenvolvimento das atividades previstas (pela sociedade)”.

A água, considerada como um bem sem valor monetário, no Brasil, vem sendo apropriada aos sistemas de produção sem a correspondente inserção das perdas associadas à diminuição na quantidade e qualidade dos recursos hídricos geradoras de perda de bem-estar à sociedade.

Para que a gestão das águas possa ser eficiente são necessários recursos financeiros para a melhoria, conservação e recuperação da qualidade e quantidade de água. Uma das formas de se obter os recursos necessários seria a cobrança pelo uso e degradação da água.

Apresentando-se como um recurso escasso diante de uma demanda crescente associada à diminuição de sua disponibilidade quantitativa e qualitativa, a água incorpora um valor econômico estratégico e essencial à compatibilização de seus diversos.

A Lei 9.433/97 objetiva a utilização racional e integrada dos recursos hídricos e a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais. Estes objetivos precisam de instrumentos que os tornem almejavéis. A cobrança pelo uso e degradação da água é um destes instrumentos, citado pela referida Lei em seu capítulo IV, artigo 5º, inciso IV.

O instrumento mencionado tem como diretrizes gerais a gestão dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade; a adequação da gestão dos recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas,



econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do País; a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental; a articulação do planejamento dos recursos hídricos com os setores usuários; a articulação da gestão do uso do solo com a dos recursos hídricos; entre outras.

A articulação entre a gestão ambiental e a cobrança pelo uso e degradação das águas é fundamental, pois com a gestão ambiental, e seus mecanismos e instrumentos, se garante uma análise prévia das características da bacia hidrográfica, indicando suscetibilidades e vocações do meio, assim como a caracterização dos fatores ambientais (físicos, biológicos e antrópicos) viabilizando a implantação da cobrança com um certo rigor metodológico e o conhecimento aprofundado do meio (o zoneamento é fundamental para esta análise). Souza (1993) salienta que a cobrança deve ser um instrumento de gestão ambiental e deve relacionar-se ao planejamento regional e ao ordenamento do uso do território. Para que estas características se verifiquem, se pressupõe a observação das especificações ambientais e da capacidade de suporte local. Desta forma, a cobrança pode proporcionar um estímulo a localização de atividades, a busca de processos produtivos e de inovações tecnológicas voltadas à economia dos recursos naturais.

Através da cobrança pelo uso e degradação das águas as externalidades negativas podem ser internalizadas aos agentes privados. Segundo Lanna et al. (1999) a cobrança pelo uso da água é uma forma de racionalizar a sua utilização (forma de satisfazer os usuários competidores) e garantir uma maior eficiência produtiva - essencial para o desenvolvimento econômico integrado das regiões das bacias hidrográficas - (Garrido, 1996).

Para a implementação deste mecanismo de gestão deve-se reconhecer as classes de uso dos recursos hídricos. Os quatro usos de água que podem ser cobrados são (Lanna et al., 1999):

- uso da água disponível no ambiente (água bruta) como insumo/fator de produção ou bem de consumo final;
- uso de serviços de captação, regularização, transporte, tratamento e distribuição de água (serviços de abastecimento);

- uso de serviços de coleta, transporte, tratamento e destinação final de esgotos (serviços de esgotamento); e
- uso da água disponível no ambiente como receptor de resíduos.

Os serviços de abastecimento e de esgotamento são normalmente cobrados pelas companhias de abastecimento e saneamento, sendo que os serviços de abastecimento, também, são cobrados por entidades que gerenciam projetos públicos de irrigação (Idem).

Os usos de água como insumo/fator de produção ou de consumo final (água bruta) e como meio receptor de resíduos estão em trâmite no Congresso Nacional e permeiam a Lei 9.433/97. A cobrança por estes usos se constitui um aperfeiçoamento na gestão dos recursos hídricos, de maneira que a cobrança não seja apenas um mecanismo de financiamento ou fonte de arrecadação, mas, principalmente, como um mecanismo de gestão, o qual objetive a racionalização do uso do recurso, como regulador de uso, garantindo a preservação e a melhoria dos corpos d'água, fundamentais para a manutenção do próprio sistema econômico e como fator de equilíbrio de ecossistemas, vitais, portanto, para a manutenção da vida no nosso planeta.

Segundo Lanna (1999), esses usos já são cobrados em países mais avançados na gestão das águas, como é o caso da França.

Os usos referentes à água disponível no ambiente e como receptor de resíduos (capacidade de assimilação de resíduos) são serviços públicos, ou seja, são usos compatíveis de utilização por qualquer pessoa. Se constituem, portanto, em bens e serviços públicos. A privação de um agente ao uso da água fere o princípio da isonomia. Para que distorções desta natureza não ocorram, é exigido do governo, através da representação social, que este assuma o domínio da água em nome da sociedade e, conseqüentemente, a sua gestão de forma a viabilizar a relação conflituosa entre a intenção de uso e a disponibilidade de água. A cobrança por estes usos vem neste sentido e a própria legislação federal através da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6.938/81, art. 4º, VII) enfatiza, em seus objetivos “à imposição, ao poluidor e ao predador, da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos

causados e, ao usuário, da contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos”.

Segundo Lanna (1995) existem quatro motivações para a cobrança:

- financeira: recuperação de investimentos e pagamento de custos operacionais e de manutenção; geração de recursos p/ expansão dos serviços;
- econômica: estímulo ao uso produtivo do recurso (valor de uso e não-uso);
- distribuição de renda: transferência de renda de camadas mais privilegiadas economicamente para as menos privilegiadas; e
- equidade social: contribuição pela utilização de recurso ambiental para fins econômicos.

De acordo com os custos e as motivações para a cobrança pelo uso e degradação da água, o valor a ser cobrado não seria apenas para o rateio de obras (financiamento), mas aquele necessário para a garantia da qualidade requerida pela sociedade. Para tanto, alguns métodos de valoração ambiental que levam em consideração aspectos subjetivos quanto ao valor do meio ambiente para a sociedade são importantes como elementos fundamentais na formação do valor a ser cobrado - juntamente com os valores de mercado destes recursos, utilizados com muita frequência na teoria econômica de avaliação ambiental<sup>17</sup>. A valoração econômica deste recurso se torna bastante difícil, na medida que a água não possui bens substitutos. Métodos de cálculo do preço da água mais recentes, como aqueles propostos por Lanna e Araújo (1995), visam fornecer uma indicação da escassez dos recursos hídricos, mas não relacionam explicitamente a disponibilidade hídrica com os fatores ambientais que interferem na alocação economicamente eficiente da água.

O grande desafio é encontrar formas para que os critérios ambientais possam ser incorporados ao processo decisório, no que diz respeito à determinação do potencial dos recursos hídricos a certas atividades (irrigação, por exemplo) e a implantação de instrumentos econômicos, tais como os mercados de direitos de utilização da água e a cobrança pelo seu uso, para garantir a eficácia destes últimos na gestão integrada dos recursos hídricos.

---

<sup>17</sup> Ver alguns autores importantes na nota de rodapé nº26.

Através da atribuição de taxas ou tarifas sobre o uso dos recursos hídricos é possível distribuir, entre os usuários, os custos decorrentes de sua apropriação e degradação, induzindo-os a adotar medidas e tecnologias voltadas para a conservação sustentável destes recursos. A cobrança relativa ao uso dos recursos hídricos, deve contribuir para a otimização do uso destes recursos e sua conservação (Lanna et. al., 1999).

Para Garrido (1996) a cobrança pelo uso da água tem sido apontada como um mecanismo eficiente para gerenciar a demanda ( aumento da produtividade e a eficiência na utilização dos recursos hídricos), redistribuir a localização dos usuários (buscando a conservação da água de acordo com a classe de uso preponderante), geração de recursos financeiros para a elaboração dos planos de desenvolvimento de recursos hídricos e estimular a melhoria dos padrões de efluentes descartados nos corpos d'água.

Souza (1993) estipula alguns objetivos almejados pelos mecanismos da cobrança, a fim da mesma desempenhar a função de instrumento de gestão de recursos hídricos, conforme preconizado pela Política Nacional de Recursos Hídricos, quais sejam: estimular a melhor localização espacial das atividades; estimular a otimização dos usos da água (diminuição do consumo e da adoção de sistemas de tratamento para a situação de saturação da bacia hidrográfica; investimentos para melhorar a disponibilidade deste recurso, notadamente em épocas de estiagem; recursos financeiros para melhores resultados na eficiência dos sistemas de tratamento dos efluentes e na otimização dos recursos hídricos; e induzir processos produtivos limpos, fomentando a pesquisa e o desenvolvimento de novos processos e produtos, visando uma maior eficiência com menor custo.

Barth (1996) indica a implementação da cobrança pelo uso da água deve ser universal, de acordo com as peculiaridades das bacias e a capacidade de pagamento dos usuários. Os critérios técnicos econômicos, sociais e ambientais devem ser levados em conta. Há de se considerar os critérios diferenciados para a composição de preços, em função da sazonalidade do uso da água, das especificidades locais e regionais e dos usuários, dos tipos de uso e da eficiência do uso dos recursos hídricos.

Souza (1993) menciona alguns critérios para se chegar ao custo e direcioná-lo ao valor a ser cobrado, pelo uso da água: custo médio de longo prazo; custo marginal de longo prazo; custo de oportunidade; disposição a pagar; custo médio do sistema de tratamento de efluentes líquidos. Estes custos devem ser relacionados com a capacidade de assimilação do corpo d'água na medida em que quanto mais uma bacia hidrográfica, ou parte dela, estiver perto do padrão de qualidade maior será o valor cobrado. Em outras palavras, quanto mais comprometida estiver a capacidade de suporte do recurso hídrico maior o valor a ser cobrado, pois maior será a sua escassez relativa. Para tanto alguns parâmetros devem ser ponderados como é o caso das cargas de poluentes, das vazões dos corpos d'água, dos padrões estabelecidos em lei, da sazonalidade e do tipo de atividade, da concentração de cada efluente emitido e das vazões dos efluentes finais, por exemplo. Dessa forma, os valores cobrados objetivam uma gestão dos recursos hídricos (garantindo quantidade e qualidade) e não apenas o financiamento das obras realizadas.

Cánepa, Pereira e Lanna (1999) analisam a forma de se obter o preço da água através da análise de custo e benefício e da análise custo-efetividade. Na análise custo-benefício, tem-se duas curvas denominadas curva de benefícios totais de controle e curva de custos totais de controle. A curva de custos totais de controle registra o custo total anual equivalente do valor dos investimentos mais o valor atual dos custos operacionais de cada nível de abatimento e possui uma inclinação ascendente (exponencial), que corresponde ao custo marginal de longo prazo. A curva de benefícios totais de controle expressa a “disposição a pagar” da população afetada, ou seja, é a medida, em valor dos benefícios do controle da poluição, isto é, quanto as pessoas deixariam de gastar com problemas de saúde, quanto vale para as pessoas um meio ambiente sadio, quanto vale para a sociedade um rio mais limpo, etc.. A forma desta curva é crescente mas com declividade decrescente, ou seja para níveis de abatimento de poluição iniciais o “valor” do benefício é grande, enquanto maiores níveis de abatimento são alcançados esse “valor” vai diminuindo. Disto se resulta num montante a ser cobrado cujo valor é determinado pela igualdade entre o custo marginal de controle e o benefício marginal de controle, ponto no qual o benefício social líquido (diferença entre o benefício total de controle e o custo total de controle) é máximo.

Com relação ao método da análise custo efetividade, essa metodologia propõe que um estudo de capacidade assimilativa seja realizado num trecho de rio e que o resultado aponte para uma carga máxima de poluentes assimiláveis pelo mesmo. Então, constrói-se uma curva de abatimento marginal dos diversos setores, ordenando-os pelo custo crescente, obtendo uma curva de custo marginal de controle da poluição. Deslocando-se ao longo dessa curva especificamos a porcentagem de abatimento que será requisitada para que a capacidade assimilativa do rio seja alcançada. Neste ponto se estabelece a tarifa pelo custo marginal de abatimento. Os poluidores que possuem custo marginal de tratamento inferior a este ponto, tratam os seus efluentes e os que não têm pagam a tarifa. O nível de carga assimilável é garantida. Neste contexto a curva de benefícios marginais de controle sai de cena. Esta metodologia procura alcançar um ponto que minimize custo total da poluição e não um ponto ótimo social de poluição.

Uma segunda versão no contexto da análise custo-efetividade (correspondente ao modelo francês) é relacionada com a arrecadação de fundos para o financiamento de intervenções nas bacias hidrográficas. Nesta metodologia, parte-se de um conjunto de objetivos de longo prazo a se atingir, definidos por padrões de qualidade e quantidade, e os comitês definem as metas de abatimento e as intervenções a serem realizadas num horizonte de vários anos. O total arrecadado, via curva de custo marginal de controle, vai para um fundo destinado a financiar os investimentos daqueles que possuem custo inferior a tarifa e são incentivados ao abatimento. A crítica a essa abordagem se relaciona aos objetivos de longo prazo, ou seja, eles não amarram diretamente as intervenções e o caminho para a consecução dos objetivos pode ser muito longo pressionando o Estado.

Outra vez, é uma metodologia que envolve objetivos de longo prazo e necessitam de informações do custo total de abatimento, e que não é contemplado por não se constituir um dos objetos do presente trabalho. A metodologia preconizada relaciona diretamente o custo de tratamento com o valor a ser cobrado de um agente individualmente, não necessitando de informações globais dos custos de tratamento, pois o objetivo é incentivar o agente a minimizar o consumo e controlar seus lançamentos de forma individual, facilitando os ajustes necessários nos valores a serem cobrados.

Molinas (1996) salienta que a adoção de uma política tarifária para o uso da água bruta não pode ser considerada um fim em si mesmo, e sim um meio para viabilizar uma ampla política de recursos hídricos, preocupada com a racionalização na utilização de um recurso escasso e caro como a água. Aponta o cálculo dos volumes de água efetivamente consumido por cada usuário, a eficiência e a capacidade de pagamento desses usuários e o cálculo dos custos do sistema hídrico como entraves a serem superados para a implantação de uma política tarifária eficiente (aspectos sociais são de extrema relevância).

Souza (1993) salienta que a política de gestão de recursos hídricos não pode basear-se unicamente em atribuição de preços. A caracterização ambiental (inclusive eventuais estudos como o EIA/RIMA) e uma caracterização das atividades que serão desenvolvidas devem ser realizadas. O conhecimento das suscetibilidades e vocações da região, bem como a sua capacidade de suporte são avaliações fundamentais em cobrança pelo uso da água em gestão de recursos hídricos, como já salientado anteriormente.

### **1.9. Cobrança e Capacidade de Pagamento**

A análise da capacidade de pagamento é uma ferramenta importante no estudo sobre a cobrança pelo uso da água, uma vez que um dos objetivos desta proposta é incentivar os agentes privados a buscar a otimização do uso da água, buscando racionalizar o uso e minimizar os impactos neste recurso natural. A partir deste pressuposto básico pode-se extrair algumas questões importantes que conduzirão o trabalho a partir deste ponto, quais sejam:

- Existe uma ligação entre a estrutura de mercado e a cobrança?
- Quem paga a conta? A estrutura de mercado influenciaria o impacto da cobrança na estrutura financeira dos agentes privados?
- Qual o impacto da cobrança pelo uso da água bruta na estrutura de custos das empresas?
- Este impacto é significativo, ou seja, seria suficiente para incitar medidas de prevenção da poluição e de otimização de consumo?

- Qual ou quais indicadores financeiros poderiam mensurar a capacidade de pagamento de uma empresa?
- Com a avaliação dos indicadores é possível estabelecer um preço limite para a cobrança? Não existiria um descompasso entre a qualidade e quantidade de água que se deseja e o preço limite? Até que ponto a cobrança é viável?

Essas questões obviamente são de difíceis respostas e o presente trabalho não tem a pretensão de responder com exatidão a todas, mas as têm como pano de fundo para almejar o objetivo pretendido que é a análise do impacto da cobrança na estrutura financeira dos setores industrial e agrícola.

Segundo Araújo (1997), para uma eficaz implementação da cobrança pelo uso da água se faz pertinente uma análise criteriosa da avaliação da capacidade de pagamento dos usuários de água bruta e do método de tarifa a ser adotado. Não é desejável que a implementação de tarifas venha acarretar a falência, ou inadimplência, e, tampouco, piorar o quadro sócio-econômico de uma região.

De acordo com Araújo (1997), já se encontra definida em sua etapa inicial, a política de tarifação pelo uso de água bruta para abastecimento humano e industrial no Estado do Ceará. O mesmo autor salienta que para as companhias de abastecimento foi estabelecida uma tarifa unitária de 0,01 R\$/m<sup>3</sup>, com base nos custos médios de operação e manutenção e em negociação política. Já para as indústrias que pagavam historicamente 1,2 R\$/m<sup>3</sup>, estabeleceu-se uma tarifa de 0,60 R\$/m<sup>3</sup>. Somente após alguns meses de aplicação destes valores, será possível avaliar o impacto causado pela cobrança, tanto do ponto de vista da companhia de gestão como dos usuários. Observa-se que nesta avaliação não foram englobados os custos sociais, fundamentais na operacionalização da cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Nos demais usos, deve ser desenvolvido sistemas e dados que permitam estimar valores, mesmo que de maneira aproximada. Há falta de elementos para apontar um modelo de tarifação pelo despejo de poluentes nos rios, por exemplo (Idem).

O mesmo autor enfatiza que deve existir uma investigação do irrigante, pelo menos em três aspectos, quais sejam: o tamanho da área irrigada; a sua localização; e a cultura irrigada. Uma das formas de se obter dados para a análise da capacidade de pagamento, é através do uso de questionários, os quais devem conter os seguintes



dados: identificação dos usuários; dados do sistema a ser analisado (irrigação, por exemplo); dados econômicos; e dados de gestão. Com os dados dos questionários Araújo (1997) estrutura a sua metodologia para a análise da capacidade de pagamento, cujo conteúdo será mais detalhadamente analisado no item relacionado com a metodologia proposta pelo presente trabalho.

A tarifação sobre o uso de água bruta está suscitando debates e se cristalizando no cenário nacional (Araújo, 1997). Por este motivo, é necessário propor alternativas de processos de cobrança que não piorem ainda mais as incompatibilidades sócio-econômicas presentes no Brasil.

Lanna (1994 a) baseia seus modelos de tarifação nos princípios do custo médio da água e dos subsídios cruzados<sup>18</sup>, reconhecendo a relevância da outorga como instrumento de planejamento e gestão, incentivando o uso racional da água. Segundo o mesmo autor, o valor da tarifa d'água utilizado em simulações, corresponde ao custo médio de retorno do capital dos investimentos realizados na infra-estrutura hídrica de uma bacia hidrográfica. Para este autor algumas premissas devem ser seguidas para a implantação da cobrança, quais sejam (Lanna et al. 1999):

- a tarifa de água captada para abastecimento humano, por assegurar condições sanitárias e ser fator de melhoria da qualidade de vida, deve ser menor que as demais;
- o valor da tarifa deve considerar a capacidade de pagamento do usuário, de forma a permitir a continuidade de suas atividades na bacia, salvo situação onde o contrário seja desejado;
- os valores cobrados deverão ser diferenciados de acordo com as sub-bacias (respeitando a escassez relativa de cada bacia);
- coeficiente de uso multiplicado por um preço básico, formará os custos unitários para cada grupo de usuário;
- o coeficiente de uso é estabelecido de acordo com a capacidade de pagamento dos usuários;

---

<sup>18</sup> Renda mais alta paga mais para compensar a parcela de renda mais baixa - relativo a capacidade de pagamento).

- montante arrecadado: melhorar a rede de monitoramento da bacia, financiar o próprio sistema de cobrança e outorga ou mesmo reduzir os custos de tratamentos de algumas fontes poluidoras que tenham pequena capacidade de pagamento;
- existência ou não de subsídio cruzado;
- existência de algum tipo de subsídio direto;
- o passo inicial para avaliar os possíveis impactos da cobrança pelos usos da água nos diversos usuários localizados em uma bacia é efetuar soma das parcelas dos custos referentes à captação de água bruta e ao lançamento de efluentes (utilizando-se conversão de unidades);
- para a avaliação do impacto da cobrança se faz necessário pesquisar as principais atividades econômicas usuárias da água na bacia. Seus custos operacionais e o consumo de água devem ser estimados, permitindo estabelecer o quociente custo operacional/m<sup>3</sup> de água consumida. Esta fração permite a avaliação, de forma indireta, do impacto da cobrança sobre a atividade, através do incremento dos custos operacionais resultantes: quanto menor o quociente mais vulnerável é a atividade (mesmo um pequeno valor de cobrança poderá ser representativo na composição dos custos finais de operação desta atividade); e
- avaliar a capacidade de pagamento (através do coeficiente acima) pelo benefício líquido, evitando distorções.

Segundo Araújo (1997), os modelos de custo médio da água (CMA) consideram o custo da água regularizável e o instrumento dos subsídios cruzados. Estes modelos são compostos por dois termos:

- tarifa fixa (correspondente ao subsídio cruzado), que pode ser positiva (sobretarifação), nula ou negativa (subsídio) em função do volume de água outorgado.
- tarifação sobre o volume efetivamente utilizado, dado pela multiplicação do custo médio da água pelo volume consumido. Caso a tarifa seja negativa, o proprietário está isento de qualquer tarifa.

Melo (1988) estudou a questão da capacidade de pagamento dos agricultores, no Brasil, em pagar correção monetária nos financiamentos rurais. A metodologia utilizada por este autor se caracteriza pela análise da evolução dos preços recebidos e pagos pelos agricultores, comparados com o índice de preço ao consumidor (IPC) da

FIBGE que era o indexador do crédito agrícola (correção monetária) na época do estudo. Caso a relação entre o IPC e IPP (evolução dos preços pagos) seja menor do que um, este fato indica para um fator de ajuste declinante para a capacidade de pagamento de um setor. O contrário ocorrendo quando há um declínio nos preços reais pagos.

França e Pereira (1990) analisaram a capacidade de pagamento do pequeno irrigante do nordeste em pagar a água e energia elétrica usadas na lavoura. Para tanto fizeram uso dos dados de custeio e receita dos irrigantes públicos e privados em diversas regiões do nordeste. Apurados todos os custos com a lavoura e descontados da receita bruta obtida com a venda da safra, os autores chegaram numa renda líquida 1. Da renda líquida 1, eles propuseram descontar a renda necessária para a subsistência da família, obtendo, dessa forma, a renda líquida 2 que é a renda disponível para o pagamento da água e da energia utilizada na lavoura. Essa renda seria a renda relacionada com a capacidade de pagamento, quando se fala em cobrança pelo uso da água.

Pires e Souza (1991) analisaram o impacto da cobrança pelo uso dos recursos hídricos sobre a estrutura de custos a partir do *mark-up*. Os modelos propostos se baseavam em análises da manutenção do *mark-up* após a introdução da cobrança e da manutenção do lucro total, ou seja, uma variação no *mark-up*. Em ambos os modelos a variável elasticidade preço da demanda possui uma significativa importância, pois é através dela que se mensura a variação na receita total e, conseqüentemente, qual será o impacto na estrutura de lucros de uma empresa.

A análise financeira é uma ferramenta importante para a análise da capacidade de pagamento. As informações contidas nos documentos contábeis permitem uma visualização da estrutura financeira das empresas, facilitando e contribuindo, de forma significativa, à observação dos impactos causados pela cobrança da água bruta.

Segundo Chiavenato (1994), as técnicas de avaliação das condições financeiras e operacionais de uma empresa representam métodos úteis para se avaliar e medir o desempenho e as condições da saúde financeira da empresa.

Para a análise financeira é fundamental obter o maior volume de informações possíveis sobre o agente econômico a ser analisado (ou setor). Com a posse destes

dados três análises são aconselhadas (Marc/Marc Treinamento, 1998), quais sejam: capital (informações financeiras e balanço); capacidade (gerenciamento do negócio); e condições (mercado e políticas de governo). Como as análises da capacidade e condições são tipicamente realizadas para a concessão de crédito, centralizar-se-á, neste trabalho, na análise das informações e dos documentos contábeis como balanço e demonstração dos resultados, já que o objetivo não é uma análise de crédito mas, sim, da capacidade de pagamento dos agentes econômicos (setor industrial e agrícola).

Quando se analisa o balanço de uma empresa, os registros nele encontrados são apenas monetários, não é possível avaliar os planos e estratégias que a empresa está adotando. Portanto, é uma análise estática que mostra apenas um momento. Através desta análise não se pode mensurar a capacidade dos trabalhadores, o nível de satisfação dos empregados, o desenvolvimento tecnológico da empresa, não registra os negócios não realizados por ineficiência da área de *marketing*, ou seja, somente explicita o comportamento dos valores monetários da empresa num determinado período (Marc/Marc Treinamento, 1998; e Baraldi, 1990).

Entretanto, como o objetivo é avaliar a capacidade de pagamento em termos monetários, a análise financeira do capital das empresas é perfeitamente aplicável aos objetivos deste trabalho. Apesar de serem informações contábeis, é possível observar qual o impacto de uma tarifa na estrutura financeira de uma empresa, sempre ressaltando que para uma análise mais precisa seria necessário informações como as funções de receita marginal e custo marginal tornando possível uma análise microeconômica com maior rigor teórico.

Para a análise do balanço das empresas é fundamental que se conheça a estrutura do mesmo, ou seja, o passivo, os ativos e os recursos próprios. O ativo indica a riqueza financeira da empresa, sendo possível transformá-lo em dinheiro. Os ativos são movimentados em dois momentos, ou seja: quando são adquiridos ou comprados, representando necessidade ou uso de recursos; e quando são vendidos, representando fonte de recursos. A aplicação dos recursos pode ser feita no capital de giro (ativo circulante) ou em ativos de longo prazo (ativo permanente ou realizável de longo prazo).

Segundo Marc/Marc Treinamento (1998), aplicações muito elevadas em imobilizado podem comprometer o capital de giro e a capacidade de pagamento, uma vez que o imobilizado demora para ser realizado. As magnitudes das aplicações em imobilizado dependem do setor que a empresa está inserida. Por exemplo, no setor de serviços a necessidade de imobilizado é baixa e no setor de transportes existe uma grande necessidade de imobilizado.

O passivo se divide em duas partes totalmente distintas que são: recursos de terceiros (dívidas), nos quais se encontram a passivo circulante (dívidas de curto prazo) e o exigível de longo prazo (dívidas de longo prazo); e recursos próprios (patrimônio líquido). Os recursos próprios pertencem aos sócios. Representam recursos gerados pelos sócios e pelos lucros obtidos ao longo dos anos que não foram distribuídos aos sócios. Estes recursos aumentam com a entrada de capital dos sócios e com a reserva de reavaliação e diminuem com os prejuízos, retirada de lucros pelos sócios ou depreciação da reserva de reavaliação. No passivo não há dinheiro. Há tão somente o registro dos recursos que foram utilizados no ativo.

Outro importante instrumento da análise financeira é o demonstrativo de resultados, o qual resume as receitas e despesas de uma empresa, ou seja, exprime com clareza o resultado que a empresa obteve no exercício social (Chiavenato, 1994). Este instrumento mostra a rentabilidade e a produtividade de uma empresa e a conduta da administração em relação ao rendimento da máquina empresarial. O mapa de análise de resultados tem por finalidade classificar as contas de resultado de acordo com a sua natureza, visando ao agrupamento padronizado das principais rubricas (Baraldi et. al., 1990) . O quadro a seguir exemplifica a montagem do demonstrativo de resultados.

**Quadro 1. Demonstração dos Resultados**

<b>DEMONSTRAÇÃO DOS RESULTADOS</b>	<b>19X1</b>	<b>%</b>	<b>19X2</b>	<b>%</b>	<b>19X3</b>	<b>%</b>
Vendas Líquidas		100		100		100
Lucro Bruto						
(-) Despesas Operacionais						
(-) Despesas/Receitas Financeiras						
(+ / -) Resultado Equivalência Patrimonial						
(+ / -) Outros Resultados Operacionais						
(+ / -)						
Lucro Operacional						
(+ / -) Resultado não Operacional						
(+ / -) Saldo da Correção Monetária						
(+ / -)						
Lucro Antes do IR						
Lucro Líquido						

Fonte: (Baraldi et. al., 1990)

De acordo com o quadro anterior as principais contas são (Baraldi, et. al., 1990):

- vendas líquidas (ou receita líquida): registra o valor que a empresa realmente recebeu, ou tem a receber, sobre as vendas realizadas durante o exercício em análise, isto é, a receita bruta menos os tributos e devoluções e abatimentos;
- lucro bruto: representa o resultado da atividade de venda de bens ou serviços que constituam objetivo da empresa. É a diferença entre as vendas líquidas e os custos dos produtos e serviços vendidos;
- despesas operacionais: registra as despesas administrativas, ou seja, aqueles valores referentes às despesas necessárias a organização administrativa da empresa, isto é, despesas incorridas com materiais, pessoal e outras não ligadas diretamente ao processo produtivo. Fazem parte também as despesas comerciais (necessárias à realização das vendas);
- despesas/receitas financeiras: diferença entre despesas financeiras mais as variações monetárias passivas e receitas financeiras mais variações monetárias ativas;
- resultado da equivalência patrimonial: registra o valor das avaliações efetuadas sobre as aplicações da companhia em sociedades coligadas ou controladas. Considerada como operacional em função da premissa de que os administradores tendo superavit em suas finanças estão expandindo e diversificando os seus

investimentos, objetivando um maior retorno de seus ativos e de seu capital próprio;

- outros resultados operacionais: registra os demais resultados operacionais não enquadrados nos itens anteriores;
- lucro operacional: indica o resultado das atividades, principais e acessórias, que constituem objeto da empresa;
- resultado não operacional: indica os valores referentes as despesas e receitas não inerentes às atividades normais da empresa;
- saldo da correção monetária: registra a contrapartida dos ajustes de correção monetária sobre os elementos do ativo permanente e saldos das contas do patrimônio líquido;
- lucro antes do imposto de renda: representa o resultado da empresa antes do pagamento do imposto de renda; e
- lucro líquido: resultado final da empresa, livre de todas as despesas e que será apresentado aos acionistas para a decisão de sua destinação.

Portanto, a análise do demonstrativo de resultado auxilia na visualização das receitas e despesas de uma empresa, ganhando uma importância significativa na análise da capacidade de pagamento, já que o lucro/prejuízo líquido indica a sobra/falta de recursos decorrente da atividade empresarial.

Caso haja um prejuízo líquido, a falta de recursos pode ser obtida através da redução ou venda de ativos, aumento das dívidas e pelo aumento de capital. Através da análise do demonstrativo de resultados pode-se verificar qual o lucro/prejuízo do processo produtivo (lucro/prejuízo operacional) e qual o lucro/prejuízo da atividade (lucro/prejuízo líquido). O lucro/prejuízo líquido é uma boa medida da capacidade de pagamento de um agente econômico, pois, como já foi dito, indica a sobra ou falta de recursos de uma empresa.

Para que a análise financeira seja utilizada como instrumento capaz de indicar a capacidade de pagamento de uma empresa algumas técnicas foram desenvolvidas como suporte para a tomada de decisão na concessão de crédito financeiro e que serão utilizadas na determinação da capacidade de pagamento do setor industrial. Elas podem ser caracterizadas da seguinte forma:

1) Estrutura de Capital: é também conhecida como análise vertical. Para a montagem desta análise utilizam-se os valores de cada um dos grupos do ativo (ativo circulante, realizável de longo prazo e ativo permanente) e do passivo (passivo circulante, exigível de longo prazo e patrimônio líquido). A primeira fonte de recursos é o patrimônio líquido. Com o valor do patrimônio líquido verifica-se se este conseguiria financiar todo o ativo permanente e o realizável de longo prazo. No caso positivo diz-se que a estrutura de capital da empresa é saudável, pois somente com o capital dos sócios é possível financiar a atividade. Em caso negativo é usada a segunda fonte de recursos, qual seja o exigível de longo prazo, que nada mais é do que dívidas com vencimento acima de 360 dias. Caso esta segunda fonte de recursos seja suficiente para financiar o ativo permanente e/ou o realizável de longo prazo, esta estrutura de capital pode ser considerada em alerta. Se esta fonte não for suficiente é utilizada uma terceira fonte de recursos que é o passivo circulante (dívidas de curto prazo – vencimento menor que 360 dias). Esta estrutura é denominada deficiente, pois recursos de curto prazo que deveriam ser utilizados como capital de giro estão sendo alocados para financiar ativos de longo prazo (Marc/Marc Treinamento, 1998; e Chiavenato, 1994).

Portanto, através desta análise, pode-se verificar como está a estrutura de capital de uma empresa, essencial para a continuidade da mesma no mercado. Uma estrutura em alerta ou deficiente pode indicar que uma empresa não está trabalhando de forma eficiente, o que cria uma expectativa pessimista quanto a sua capacidade de honrar os compromissos financeiros. Para o objetivo deste trabalho estes tipos de estruturas indicam que uma tarifação adicional pode piorar ainda mais o quadro financeiro da mesma.

2) Fluxos de Recursos (análise horizontal): este tipo de análise evidencia o que mudou de um período para o outro, ou seja, quais foram as variações nas contas do ativo e do passivo, objetivando identificar a alocação dos recursos financeiros de uma empresa. Através desta análise é possível identificar se a empresa está se endividando e por quais motivos, se obteve um aumento ou diminuição do patrimônio líquido, fato que caracteriza um lucro ou um prejuízo obtido pela atividade. Esta análise é realizada concomitantemente com a análise da estrutura



de capital reforçando a idéia de uma visão geral da situação financeira de uma empresa (Chiavenato, 1994; e Marc/Marc Treinamento, 1998).

Juntamente com as técnicas da estrutura de capital e dos fluxos de recursos, os índices financeiros complementam o arcabouço analítico financeiro de uma atividade econômica. Baraldi et. al. (1990) salientam que por meio da análise dos índices econômico-financeiros, os quais se propõem a mostrar o reflexo das decisões dos administradores, pode-se avaliar, comparativamente a outras empresas do setor e à própria empresa em períodos anteriores, a sua performance quanto a liquidez, estrutura de capitais, rentabilidade, atividade e endividamento. Os mesmos autores salientam que um índice não é bom ou ruim por si só, sendo inadequado o estabelecimento de índices padrões. Tudo depende do setor de atividade da empresa. Portanto, as comparações devem ser feitas somente entre empresas de um mesmo setor e em conjunto, observando os diversos indicadores como um todo e não de forma isolada. Um índice financeiro corresponde à comparação de valores monetários absolutos e que proporciona um dado relativo entre eles (Chiavenato, 1994).

Os índices financeiros mais adequados para uma análise da capacidade de pagamento de uma empresa são os seguintes (Marc/Marc Treinamento, 1998; Baraldi et. al., 1990; e Chiavenato, 1994):

- Endividamento Total: é caracterizado pela razão dos recursos de terceiros (passivo circulante mais o exigível de longo prazo) pelo patrimônio líquido. Quanto menor for este índice, mais baixa é a participação das dívidas no total de recursos da empresa. Baixos índices mostram que a empresa está capitalizada e em condições de se financiar com seus próprios recursos. No mercado aceita-se índices em torno de 130% como normais (Marc/Marc Treinamento, 1998). Uma alta dependência de recursos de terceiros torna os riscos de não pagamento, no caso de concessão de crédito, mais elevados, uma vez que a liquidez da empresa depende de recursos de terceiros;
- Imobilização do Patrimônio Líquido: é a razão entre o ativo permanente sobre o patrimônio líquido. Se este índice for menor que 100% indica que os recursos próprios são suficientes para financiar o ativo permanente. Esta é sempre uma situação confortável, pois o mínimo que se espera de uma empresa é que ela

possa financiar seus imobilizados com recursos próprios. É também um sinal de que a empresa financia parte de seu capital de giro sendo, portanto, baixa a necessidade de crédito bancário. Se o índice for maior que 100%, o excedente sobre este valor evidencia a falta de recursos próprios para financiar o permanente. Neste caso, deve-se observar se o permanente é financiado por recursos de terceiros de longo prazo, que também é uma forma correta de financiá-los. Caso contrário, o passivo circulante é utilizado para financiar o permanente, está caracterizada uma situação de risco e, dependendo dos valores envolvidos, riscos altos e preocupantes. Esta situação pode ocorrer quando a empresa realiza prejuízos e usa capital de giro para cobri-los, ou aumenta sua dívida de curto prazo. Índices de imobilização do patrimônio líquido acima de 100% sempre indicam que a estrutura de capital é de alerta ou deficiente (Marc/Marc Treinamento, 1998);

- **Liquidez:** mede a capacidade de pagamento das dívidas de uma empresa dentro dos prazos de vencimento. Portanto, é o resultado de duas condições: 1) Ter volume de recursos suficiente para pagar as dívidas; e 2) receber os valores até a data de vencimento das dívidas, isto é, que os prazos de recebimento e pagamento sejam compatíveis. Os principais índices de liquidez são os seguintes:
  - 1) **liquidez corrente** se caracteriza pela razão entre o ativo circulante e o passivo circulante. Denota a capacidade de pagamento, a curto prazo, da empresa e, teoricamente, o risco de crédito será maior na medida em que a liquidez for menor. O cálculo deste índice parte de uma posição estática (data de encerramento do balanço), sendo passível de distorções quanto a realidade. Este índice não leva em consideração as diferentes datas de vencimento dos passivos e ativos de curto prazo. Quando este índice for igual a um o capital circulante líquido é igual a zero, ou seja, o ativo circulante é igual ao passivo circulante. Já se o mesmo for menor que um, seu ativo circulante líquido será negativo e a empresa dependerá de lucros futuros, renovação de dívidas ou venda de ativos fixos para a manutenção de sua solvência;
  - 2) **liquidez seca:** se caracteriza pela razão entre o ativo circulante menos os estoques sobre o passivo circulante. Este índice procura mostrar, através dos

ativos de conversão imediata, a real capacidade de pagamento da empresa frente a uma eventualidade; e

- 3) solvência geral: é a razão entre o ativo total e o passivo exigível (passivo circulante mais o exigível de longo prazo). Se o grau de solvência geral for igual a um, a empresa estaria em estado de pré solvência (situação nula). Se menor do que um a empresa estaria em estado de passivo a descoberto, ou seja, numa situação de insolvência. Quanto maior for a solvência geral (maior do que um), melhor será a situação financeira da empresa (Neves, 1995).

A análise financeira deve balancear a liquidez da empresa com a sua rentabilidade (Chiavenato, 1994). Desta forma, além da atenção aos índices de liquidez, atenção especial deve ser dada aos índices de rentabilidade, descritos a seguir:

- indicadores de rentabilidade: os índices de rentabilidade constituem medidas que indicam ma relação entre o lucro de uma empresa e diversos itens tomados como referência. São também chamados de índices de lucratividade ou de retorno (Chiavenato, 1994).
  - 1) rentabilidade do patrimônio líquido: é a razão entre o lucro líquido e o patrimônio líquido. Este índice indica o retorno sobre o capital investido pelos sócios e acionistas. Usualmente, este indicador é comparado com o de outras empresas do mesmo setor;
  - 2) rentabilidade do ativo: é a razão entre o lucro líquido e o ativo total. Mede o retorno das aplicações de recursos (ativo) da empresa;
  - 3) margem bruta: indica a porcentagem de cada \$ 1 de venda que restou depois que a empresa pagou suas mercadorias. Seu cálculo é a razão entre o lucro bruto e as vendas (Gitman, 1987);
  - 4) margem operacional: representa o que se denomina lucro puro. O lucro operacional é puro, pois ignora quaisquer despesas financeiras ou imposto de renda e mede somente os lucros ganhos pela empresa em suas operações. É o resultado da razão entre o lucro operacional sobre as vendas (Idem);
  - 5) margem líquida: indica o sucesso da empresa quanto à obtenção de preços de venda acima dos custos de produção, venda e administração incorridos para efetuar a colocação dos produtos/serviços no mercado. Corresponde à

diferença relativa entre preços e custos médios dos produtos/serviços produzidos por uma empresa. É composto pela razão entre o lucro líquido e as vendas (Idem, ibidem);

Além destes índices financeiros Baraldi et. al. (1990) enfatizam a importância da análise da necessidade de capital de giro. Esta procura avaliar a empresa de forma dinâmica, mostrando o comportamento e distribuição das aplicações de recursos em seu ciclo operacional, assim como as fontes de créditos espontâneos gerados. Esta análise mede a performance da empresa quanto ao equacionamento de suas fontes e usos de recursos operacionais. O mapa de análise de investimento operacional em giro (I O G) é o principal instrumento da análise da necessidade de capital de giro, e é mostrado a seguir:

I O G	19x1	19x2	19x3
RECEITAS BRUTAS			
Contas a Receber			
Estoques			
Outros ativos operacionais			
Total I			
Fornecedores			
Créditos Naturais			
Adiantamento de Clientes			
Outras exigibilidades operacionais			
Total II			
I O G			
Varição do I O G			

Fonte: Baraldi et. al. (1990)

O valor das receitas brutas é retirado do demonstrativo de resultados, as contas a receber são o resultado das contas e duplicatas a receber (curto e longo prazo) retirado do balanço patrimonial, assim como os estoques, outros ativos operacionais, fornecedores e créditos naturais (referentes às despesas já efetuadas e ainda não pagas, necessárias às atividades operacionais). O adiantamento de clientes se relaciona aos recebimentos antecipados de clientes para futura entrega de

mercadorias ou prestação de serviços. As outras exigibilidades operacionais registram quaisquer outras contas que se constituam em crédito natural, ou para destacar algum item relativamente importante das despesas provisionadas. O investimento operacional em giro (I O G) indica a necessidade de capital de giro (quando passivo operacional maior que o ativo operacional) ou liberação de capital de giro (quando o ativo operacional maior que o passivo operacional). A variação do I O G mostra a necessidade de investimento operacional em giro. Se tal valor for negativo, isto significa uma expansão de caixa, ou seja, liberação de recursos aplicados em investimento operacional em giro. A razão entre o I O G e as vendas brutas representa o nível de recursos necessários para a manutenção da atividade da empresa no momento do encerramento do seu exercício social, ou seja, uma posição estática. A variação do I O G comparada às vendas brutas representa uma posição dinâmica do nível de recursos necessários para a manutenção das atividades da empresa durante o período. Segundo Baraldi et. al. (1990), as necessidades de recursos via I O G devem ser supridas pela geração interna de recursos, fontes próprias (recursos dos sócios/acionistas via aumento de capital) ou fontes onerosas (normalmente de instituições financeiras).

Baraldi et. al. (1990) enfatizam a importância da análise da geração de recursos da empresa (fontes operacionais). Esta análise advém da demonstração de origens e aplicações de recursos e da demonstração de resultados. É a formulação básica que se faz sobre o real resultado econômico de uma empresa e seu ajustamento através da reversão de contas que a afetam, mas que, no entanto, não representam saída ou entrada efetiva de recursos, tais como o resultado da equivalência patrimonial, o resultado da correção monetária do exercício, a depreciação, a variação cambial/monetária incorrida e não recebida ou incorrida e não paga, as provisões para imposto de renda e devedores duvidosos. O mapa a seguir é a base para a análise da geração de recursos da empresa:

EXERCÍCIO ENCERRADO EM	19X1	19X2	19X3
Lucro Líquido			
(+ / -) Resultado Equiv. Patrim.			
(+ / -) Saldo da Correção Monetária			
(+) Depreciação			
(+) Provisão para Imposto de Renda			
(+ / -) Variações Cambiais/Monetárias			
(+) Provisões Diversas			
= Geração de Recursos			

Fonte: Baraldi et. al. (1990)

A geração de recursos representa o resultado financeiro decorrente dos ajustes efetuados no resultado econômico (lucro líquido), no qual são revertidas as contas que não representam efetivas entradas ou saídas de recursos. Seu resultado representa a capacidade de geração própria de recursos, fonte natural das necessidades de investimento operacional em giro. Logo, após o confronto com as receitas brutas (geração de recursos/vendas brutas), obtém-se uma posição das necessidades de fontes, próprias ou onerosas, de capitais para seu investimento operacional em giro. O decréscimo constante da geração de recursos, aliado à ausência de recursos próprios podem levar uma empresa a maiores riscos de crédito, na medida em que recorreria a fontes para manter suas atividades.<sup>2</sup>

Para a Marc/Marc Treinamento (1998) uma análise financeira deve, necessariamente enfatizar os seguintes tópicos:

- análise de balanço: fundamental para formar uma opinião a respeito da situação financeira de uma empresa, indicando as mudanças significativas que ocorreram no capital de uma instituição;
- no mínimo quatro pontos devem ser analisados em um balanço: 1) lucratividade e geração de recursos próprios; 2) nível de endividamento; 3) a estrutura de capital e imobilizado; e 4) liquidez e capacidade de pagamento;
- lucratividade: análise da demonstração de resultados. Quais os lucros e prejuízos e suas causas. Essencial para a percepção das fontes e necessidades de recursos de uma empresa;

- endividamento e fontes de recursos: observar se o patrimônio líquido é adequado e como está evoluindo ao longo dos anos. Verificar a evolução das dívidas e se houveram mudanças significativas e anormais;
- estrutura de capital e ativos de longo prazo: verificar o tipo de estrutura (saudável, alerta ou deficiente) e como ela está evoluindo em cada ano. Verificar os pontos que fazem com que ela melhore ou piore; e
- liquidez: a análise do capital de giro é muito importante. Empresas sem liquidez são candidatas potenciais à concordata. Verificar com atenção o volume de duplicatas e estoque, prazos de recebimento e giro de estoques e prazo de pagamentos das dívidas.

Segundo a Marc/Marc Treinamento (1998), a análise financeira indica os pontos fortes e fracos para um processo de tomada de decisão com relação a concessão de crédito. Os pontos fortes são aqueles que justificam a concessão do crédito e que sustentam a decisão de aprovação. No caso da análise da capacidade de pagamento os pontos fortes indicariam um potencial de pagamento quanto a introdução de uma determinada tarifa, no caso do presente estudo a cobrança pelo uso e degradação dos recursos hídricos. Os pontos fracos são os sinais de alerta que devem ser acompanhados diariamente. De acordo com o nível de risco, deve-se acompanhar com maior intensidade e buscar garantias de maior liquidez. Para a capacidade de pagamento estes pontos indicariam dificuldades de pagamento de uma nova tarifa.

Como foi observado, existem várias técnicas para analisar a capacidade de pagamento dos agentes econômicos, principalmente no que se refere à concessão de créditos bancários. Face a importância da cobrança pelo uso da água bruta como um instrumento da gestão dos recursos hídricos, a capacidade de pagamento se torna fundamental para que o mesmo seja analisado com a maior exatidão possível, tendo por objetivo avaliar a real dimensão do que significa cobrar pelo uso e degradação dos recursos hídricos (Pires e Souza, 1991).

A seguir são apresentadas a caracterização da área de estudo, com suas características econômicas e oferta hídrica, assim como as metodologias que são utilizadas para a determinação dos valores a serem cobrados e da capacidade de pagamento dos setores industrial e agrícola na bacia do rio Atibaia.



## **2. OBJETIVO**

Analisar a capacidade de pagamento dos agentes econômicos (setores agrícola e industrial) localizados na bacia do rio Atibaia e confrontá-los com os valores obtidos pela aplicação da metodologia desenvolvida por Souza (1993), na tentativa de avaliar o impacto destes valores na estrutura financeira dos agentes supra citados



### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1. Caracterização da Área de Estudo – Bacia Hidrográfica do Rio Atibaia**

##### **3.1.1. Área de Estudo e Estrutura Hídrica<sup>19</sup>**

A bacia hidrográfica do rio Atibaia localiza-se no centro leste do estado de São Paulo, entre os paralelos 22° 41' e 23° 18' sul e os meridianos 46° 00' e 47° 16' oeste, perfazendo uma área total de 2.770 km<sup>2</sup>. Nesta localização encontra-se a região da cidade de Campinas.

Esta região possui um dos mais importantes parques industriais do país, com uma diversificação significativa, moderno e concentrado em poucas cidades. Sua malha urbana é densa e contínua e se estende desde Campo Limpo Paulista a Jundiaí e de Valinhos a Santa Bárbara D'Oeste. Sua infra-estrutura é bastante rica com várias importantes estradas de rodagem, como é o caso da via Anhanguera e Bandeirantes, além do aeroporto internacional e das várias universidades da região.

O interior do Estado de São Paulo foi beneficiado pela política de descentralização (CETESB, 1995) praticada na década de 70, que visava buscar, entre outros objetivos, pólos industriais fora do caos urbano da cidade de São Paulo. Isso deve-se ao fato de que o interior paulista apresentava características favoráveis ao desenvolvimento industrial, como infra-estrutura urbana e agricultura moderna e voltada à exportação.

A região de Campinas foi a que apresentou melhor desempenho econômico devido, principalmente, à diversificação de sua base produtiva (industrialização, agricultura moderna, urbanização intensa) e à centralização do município de Campinas e sua proximidade com a capital em relação a outras regiões também ricas do Estado.

Com relação a área agrícola, a região sofreu uma modernização intensa, superior a média do Estado de São Paulo. Este processo resultou em efeitos tanto na urbanização (êxodo rural) como na industrialização. Produziu, ainda efeitos na

---

<sup>19</sup> Salvo menção em contrário os dados apresentados neste item fazem parte do estudo da Secretaria do Meio Ambiente sobre a Bacia do Rio Piracicaba editado em 1994.

qualidade ambiental da região, resultado do uso intensivo do solo, bem como da utilização de insumos mecânicos e químicos (CETESB, 1995).

Na sub-bacia do Rio Piracicaba, as atividades agro-silvo-pastoril ocupam, aproximadamente, 75% da área de drenagem desta sub-bacia, com a cana-de-açúcar e as pastagens sendo as culturas mais significativas. A cobertura florestal apresenta 12% de sua ocupação<sup>20</sup>. Na sub-bacia do Rio Jaguari, as atividades agro-silvo-pastoris ocupam 62% de sua área de drenagem, sendo que a cana-de-açúcar, laranja, café e milho são as culturas que se destacam. A cobertura florestal representa 11% da área de drenagem.

Na sub-bacia do Rio Atibaia, a área de drenagem cultivada representa 57% do total. A pastagem é a que mais se destaca. Com relação as lavouras, esta atividade ocupa 16% da área de drenagem sendo que as culturas mais significativas são a fruticultura (figo, uva, pêsego, abacate e goiaba) e o milho. A região apresenta uma característica de policultura com predomínio de estrutura fundiária pouco concentrada.

Na década de 80, o setor industrial do Estado de São Paulo apresentou a menor taxa de crescimento de todo o País, mas em termos regionais verifica-se um comportamento diferenciado. Entre os anos de 1980 e 1987 o crescimento industrial na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) caiu cerca de 1,5%, enquanto o interior cresceu cerca de 6,27%. Segundo o relatório da Secretaria do Meio Ambiente (1994) - nota de rodapé nº1 - o resultado desta disparidade de crescimento pode ser resultado do incentivo ao parque produtivo exportador, via políticas governamentais, principalmente no setor agro-industrial. Destacam-se também neste processo a intensificação da urbanização e o dinamismo da agricultura, enfatizando o papel da cana-de-açúcar e da laranja enquanto matéria-prima para a indústria. Na bacia do Rio Piracicaba o setor industrial teve um crescimento acentuado, sendo que entre 1970 e 1985 sua participação no Valor de Transformação Industrial (VTI) estadual passou de 6,3% para 12,7%. A agroindústria da região é responsável por 27% da produção de açúcar, 22% da produção de álcool e 26% da capacidade produtiva de sucos cítricos.

<sup>20</sup> Instituto de Economia Agrícola (1989/90) Listagens Definitivas e Relatório TECNOSAN (1986).

A sub-bacia do Piracicaba concentrou, entre 1980 e 1985, 67% da área total das indústrias na bacia do Rio Piracicaba (que representa 19,3% do total da área construída por indústrias no interior paulista). Limeira, Piracicaba, Americana e Santa Bárbara D'Oeste apresentaram maior crescimento em sua área industrial. Destacam-se nesta sub-bacia as indústrias do setor têxtil, a agroindústria sucro-alcooleira e a agroindústria da laranja.

Na sub-bacia do Atibaia a área construída por industrial representava 23% do total da bacia do Piracicaba, no mesmo período anteriormente citado. Os principais ramos industriais desta sub-bacia são químico, petroquímico, têxtil, papel e papelão.

A sub-bacia do Jaguari possui 10% da área construída por indústria na bacia do Piracicaba, sendo que destacam-se as indústrias de bebida, alimento e química.

O desenvolvimento urbano da bacia do Rio Piracicaba foi influenciado significativamente pelo desenvolvimento e modernização da agricultura mercantil; da integração técnica entre agricultura e indústria; da industrialização, exigindo serviços complementares como expansão e especialização do atendimento à população; e do próprio processo de urbanização. O setor de serviços, no Estado de São Paulo, entre 1980 e 1988, teve uma taxa anual de crescimento em torno de 4,2%. Este setor representa 45% do Produto Interno Bruto (PIB) paulista e emprega 50% da população economicamente ativa (PEA). Na região da bacia do Piracicaba a participação do setor terciário na PEA foi de 44% na década de 80.

A bacia do Piracicaba é dotada de excelente infra-estrutura viária e a sua malha urbana adensou-se ao longo da Via Anhanguera, principal eixo viário da região. A região é predominantemente constituída por municípios turísticos, industriais e serviços.

Existem ainda as cidades conurbadas, que se localizam nas sub-bacias do Atibaia e do Piracicaba, as quais possuem alta expressividade nos setores secundário e terciário.

Com relação a demografia, a bacia do Rio Piracicaba apresentou na década de 70 um crescimento demográfico da ordem de 5%, o que justificava uma previsão de explosão demográfica na região. Mas o que se verificou na década seguinte, devido principalmente ao aspecto recessivo da economia deste período, foi uma redução significativa do crescimento demográfico, que ficou na casa dos 2,5% ao ano.

É interessante notar que o contingente populacional, entre 1980 e 1991, concentrou-se sobretudo as cidades, sendo que a taxa de urbanização da bacia é da ordem de 92%. A população estimada para a bacia do Piracicaba em 1990 é da ordem de 2,2 milhões de habitantes. Segundo dados do IBGE, no ano de 1996, a bacia do Rio Piracicaba contava com uma população de 2.971.450 habitantes, ou seja, um crescimento de 35%.

De acordo com o que foi dito anteriormente, as atividades produtivas concentraram-se em alguns municípios da bacia do Piracicaba, principalmente na área conurbada. Diante deste fato, são nesses municípios que os recursos naturais e ambientais estão mais degradados, gerando preocupação a respeito da disponibilidade e qualidade destes recursos, tanto para o consumo humano, quanto para a manutenção do equilíbrio dos ecossistemas presentes na região.

Considerando as prerrogativas anteriormente apresentadas, a Bacia do Rio Piracicaba se encontra numa situação de escassez relativa de água, resultado das pressões acima citadas e da falta de respeito à capacidade assimilativa de seus rios. Logo, as águas de suas sub-bacias se encontram em níveis alarmantes de poluição e de disponibilidade. Os rios da bacia recebem efluentes de cerca de 194 indústrias, além de efluentes domésticos de 40 municípios, dos quais apenas 13 possuem algum sistema de tratamento de esgoto (CETESB, 1995). A seguir são apresentados alguns indicadores que confirmam a escassez relativa de água na bacia do rio Piracicaba.

Para a análise da escassez relativa faz-se necessária uma investigação a respeito da demanda e da disponibilidade de água na bacia. Portanto, no presente trabalho, é analisada, primeiramente, a demanda de água e, posteriormente, a disponibilidade deste recurso na bacia do Piracicaba.

### **3.1.2. Demanda de Água**

É considerado, no presente estudo, as demandas derivadas dos corpos d'água superficiais e que se destinam ao abastecimento urbano, industrial e agrícola. O uso consuntivo (existência e perda de parte da água captada, por evaporação ou por incorporação ao processo produtivo) é um importante elemento na investigação da escassez relativa da água, pela razão da dimensão quantidade, expressa pelo ciclo hidrológico, exercer um papel central na disponibilidade de água.

Analisando conjuntamente os setores urbano, industrial e agrícola verifica-se que a quantidade de água captada na bacia do rio Piracicaba a jusante do Sistema Cantareira é estimada em 26,68 m<sup>3</sup>/s, sendo 49% para o setor industrial, 37% para o setor urbano e 14% para o setor agrícola (irrigação). A parcela estimada que não retorna aos corpos d'água (uso consuntivo) foi de 14,20 m<sup>3</sup>/s, sendo 41% para o setor industrial, 33% para o urbano e 26% para o agropecuário. A sub-bacia do Piracicaba é a maior consumidora industrial, a sub-bacia do Atibaia é a maior consumidora urbana e a sub-bacia do Jaguari é a maior consumidora no setor agropecuário (Secretaria do Meio Ambiente, 1994).

Com relação a demanda urbana as maiores vazões de captações se encontram nas sub-bacias do Atibaia e do Piracicaba, sendo que os maiores usos consuntivos também se encontram nestas regiões (SEADE, 1992).

No setor industrial existe uma elevada demanda de água e altos índices de uso consuntivo de usinas e engenhos (ver tabela 11).

**Tabela 11. Demanda de água industrial a jusante do Sistema Cantareira – 1990  
Bacia do Rio Piracicaba**

Sub-bacia	Usinas (m <sup>3</sup> /s)			Outras indústrias (m <sup>3</sup> /s)			Total da indústria (m <sup>3</sup> /s)		
	Vazão de Captação	Uso consuntivo	B	Vazão de Captação	Uso consuntivo	B	Vazão de Captação	Uso consuntivo	B
Atibaia	-	-	-	3,630	0,096	2,6	3,630	0,096	2,6
Jaguari	0,423	0,423	100	2,303	0,995	43,2	2,727	1,418	52,0
Piracicaba	3,97	3,775	95	2,787	0,598	21,4	6,757	4,373	64,7
Total da bacia	4,393	4,198	95,5	8,720	1,689	19,3	13,114	5,887	44,9

Fonte: Indústria/Usinas – Relatório Evolução de Demanda de Água e da Carga Poluidora das Atividades Industriais na Bacia do Rio Piracicaba: 1985-2010/SEADE/1992; e Outras Indústrias – Cadastro de Usuários das Sub-bacias do Rio Piracicaba/DAEE.

**B = (uso consuntivo/vazão de captação) x 100 (em porcentagem)**

Para o cálculo da vazão de captação e uso consuntivo das indústrias da bacia foi utilizado o Cadastro de Usuários do DAEE. Os despejos de açúcar e álcool que não retornam aos corpos d'água e são dispostos no solo através de fertirrigação foram computados no uso consuntivo. A análise por sub-bacia revela demanda e

consumos elevados na do Piracicaba. A sub-bacia do Jaguari, apesar do setor industrial utilizar menos água que na sub-bacia do Atibaia, apresenta uso consuntivo maior devido às usinas ali instaladas.

**Tabela 12. Principais consumidores industriais - Bacia do Rio Piracicaba**

Indústria	Local de Captação	Vazão de Captação (m <sup>3</sup> /h)	% do total
Rhodia S.A.	Atibaia	10.500	24,22
Ajinomoto Int. Ind. E Com. Ltda	Jaguari	4.167	9,61
Replan	Jaguari	2.000	4,61
Fibra S.A.	Piracicaba	1.150	2,65
Ind. Química Butilamil	Piracicaba	750	1,73
Shell Química S.A.	Atibaia	600	1,38
J. Bresler S.A. Ind. De Papel	Atibaia	600	1,38
Papirus Ind. De Papel S.A.	Jaguari	500	1,15
Fab.Papel Sta. Terezinha Ltda	Jaguari	432	1
Limeira S.A. Ind. Papel	Piracicaba	400	0,92
Ind. Papel Ramenzoni	Piracicaba	340	0,78
Rigesa Celulose e Papel	Atibaia	335	0,77
Polyenka S.A.	Piracicaba	300	0,69
Robert Bosch do Brasil Ltda	Piracicaba	280	0,65
Limeira S.A. Ind. Papel	Piracicaba	280	0,65
Pierrefite Ruby Química	Atibaia	259	0,6
Cia Goodyear do Brasil	Piracicaba	220	0,51
Timavo do Brasil S.A.	Atibaia	200	0,46
Subtotal	-	24.153	56
Usinas e engenhos	Piracicaba	10.540	24,32
Usinas e engenhos	Jaguari	1.524	3,52
Subtotal	-	12.064	28
Total	-	36.217	84

Fonte: Cadastro de Usuários das Sub-bacias do Rio Piracicaba/DAEE; e Relatório Evolução da Demanda de Água Industrial e da Carga Poluidora das Atividades Industriais na Bacia do Rio Piracicaba: 1985-2010/SEADE/1992.

A tabela 12 apresenta os maiores consumidores da bacia. Observa-se que somente as usinas e engenhos representam 28% do total da vazão captada, enquanto as 18 maiores indústrias consumidoras de outros ramos representam 56% do total captado por este setor na bacia. Com relação a sub-bacia do Atibaia as seguintes empresas se destacam:

- Rodhia S.A.: vazão de captação de 10.500 m<sup>3</sup>/h (24,22% do total da bacia do piracicaba);
- Shell Química S.A.:vazão de captação de 600 m<sup>3</sup>/h (1,38% do total da bacia);

- J.Bresler S.A. Ind. De Papel: vazão de captação de 600 m<sup>3</sup>/h (1,38% do total da bacia);
- Rigesa Celulose e Papel: vazão de captação de 335 m<sup>3</sup>/h (0,77% do total da bacia);
- Pierrefite Ruby Química: vazão de captação de 259 m<sup>3</sup>/h (0,60% do total da bacia); e
- Timavo do Brasil S.A.: vazão de captação de 200 m<sup>3</sup>/h (0,46% do total da bacia).

Portanto, dentre os principais consumidores industriais da bacia do Piracicaba, os que se localizam na sub-bacia do Atibaia correspondem a 28,81% do total da bacia. Como se pode notar, somente a Rodhia S.A. é responsável por 84,07% do total captado pelo setor industrial na sub-bacia do Atibaia. A tabela 13 mostra a relação dos maiores consumidores individuais por sub-bacia e por vazão de captação e de despejo (m<sup>3</sup>/h).

**Tabela 13. Maiores consumidores individuais por sub-bacia e por vazão de captação e de despejo**

Nº de Ordem	Indústria	Localização		Vazões (m³/h)	
		Município	Sub-bacia	Captação	Despejo
1	União São Paulo S.A. Agric. Ind. e Com.	Rafard	Capivari	5000	4526
2	União Açucareira Santa Cruz S.A.	Capivari	Capivari	2657	2111
3	Fábrica de Papel Santa Terezinha	Brag. Paulista	Jaguari	432	200
4	Petrobrás Replan	Paulínia	Atibaia	2000	1230
5	Usina Açucareira Ester S.A.	Cosmópolis	Jaguari	3900	3200
6	Ajinomoto Ind. e Com Ltda	Limeira	Jaguari	840	724
7	Rhodia Indústria Química	Paulínia	Atibaia	10500	10005
8	Shell Química S.A.	Paulínia	Atibaia	600	608
9	J. Bresseler S.A. Ind. de Papel	Paulínia	Atibaia	600	500
10	Usina Costa Pinto S.A.	Piracicaba	Corumbataí	1700	700
11	Ripasa S.A. Celulose e Papel	Limeira	Piracicaba	3600	3186
12	S.A. Indústria Química Butilamil	Piracicaba	Corumbataí	750	640
13	Fibra S.A.	Americana	Piracicaba	1150	1115
14	Limeira S.A. Ind. de Papel e Cartolina I/II	Limeira	Piracicaba	680	744
15	Usina Santa Bárbara S.A.	Sta Bárbara D'oeste	Piracicaba	1610	640
16	Papirus Indústria de Papel S.A.	Limeira	Jag/Pirac.	840	724
17	Usina São José S.A.	Rio das Pedras	Piracicaba	923	733
18	Cia. Industrial Agrícola Ometto/Usina Iracema	Iracemópolis	Piracicaba	1062	4
19	Indústria de Papel Piracicaba	Piracicaba	Piracicaba	752	700
20	Usina Modelo S.A.	Piracicaba	Piracicaba	3500	3324
21	Antarctica Paulista	Jaguariúna	Jaguariúna	404	-

Fonte: Plano Diretor JPE (1992).

Para o cálculo da demanda agropecuária (SEADE, 1992 e TECNOSAN, 1986), aplicou-se sobre as áreas de culturas irrigadas o valor da demanda unitária média de irrigação de 0,26l/s.ha, extraída do relatório TECNOSAN para toda a bacia do Piracicaba.



**Tabela 14. Demanda de água urbana e agropecuária a jusante do Sistema Cantareira – 1990. Bacia do Rio Piracicaba**

Sub-bacia	Urbana (m <sup>3</sup> /s) <sup>(1)</sup>				Agropecuária (m <sup>3</sup> /s)			Total (m <sup>3</sup> /s)		
	Vazão de captação	Demanda local	Uso Consuntivo	B	Vazão de captação	Uso consuntivo	B	Vazão de captação	Uso consuntivo	B
Atibaia	4,537	2,832	2,802	61,7	1,15	1,15	100	9,317	4,048	43,4
Jaguari	1,61	0,753	1,119	69,5	1,288	1,288	100	5,625	3,825	68
Piracicaba	3,734	4,484	1,568	41,9	1,247	1,247	100	11,738	7,188	61,2
<b>Total da bacia</b>	<b>9,881</b>	<b>8,069</b>	<b>4,632</b>	<b>46,8</b>	<b>3,685</b>	<b>3,685</b>	<b>100</b>	<b>26,679</b>	<b>14,204</b>	<b>53</b>

Fontes: Urbana: Relatório Estudo das Tendências da Urbanização e de Consumo de Água para Abastecimento Público na Bacia do Rio Piracicaba: 1985-2010 SEADE/1992; e Agropecuária: Relatório Evolução da Agropecuária na Bacia do Piracicaba e o Consumo de Água, SEADE/1992 e Estimativas SMA.

**B = (uso consuntivo/vazão captada) x 100 (em porcentagem)**

**(1) total das demandas industrial, urbana e agropecuária.**

A tabela 14 apresenta a soma das vazões utilizadas na irrigação e pecuária. Na sub-bacia do Atibaia a vazão de captação deste setor é de 1,150 m<sup>3</sup>/s e de uso consuntivo é de , também, de 1,150 m<sup>3</sup>/s, o que representa um percentual de 31,21% tanto para o uso consuntivo, quanto para a captação referente ao total da bacia do Piracicaba. Ou seja, o setor agropecuário na sub-bacia do Atibaia é responsável por 31,21% da vazão captada mais o uso consuntivo do total da bacia do Piracicaba.

No caso da agropecuária, toda a vazão de captação foi considerada como uso consuntivo, ou seja, não se considera nenhum retorno da água captada ao corpo d'água.

Feita a análise da demanda de água na bacia, faz-se necessário a verificação da disponibilidade hídrica da bacia do Piracicaba para a constatação da escassez relativa da água nesta região.

A disponibilidade hídrica média da bacia do Piracicaba é de 165 m<sup>3</sup>/s, mas durante estiagem severas cai para cerca de 24% desse valor (40 m<sup>3</sup>/s). Agravando o quadro de escassez. A bacia exporta para abastecimento da região metropolitana de São Paulo 31 m<sup>3</sup>/s de água através do Sistema Cantareira. Tal intervenção faz com que a disponibilidade hídrica na bacia atinja vazão média de 128 m<sup>3</sup>/s. Nas estiagens mais severas a vazão mínima chega a 34 m<sup>3</sup>/s. Deve-se ressaltar que a vazão

disponível é superior a 50 m<sup>3</sup>/s em cerca de 95% do tempo, e inferior somente em 5% do tempo.

Para fins práticos, a disponibilidade de água na bacia situa-se entre 34 e 50 m<sup>3</sup>/s nos meses mais secos do ano, o que corresponde com a época de maior consumo de água por parte das indústrias, principalmente as usinas de açúcar e álcool. Também é o caso de maior consumo por parte do setor agrícola, ou seja, uso para irrigação.

**Tabela 15. Balanço hídrico por sub-bacia (Bacia do Rio Piracicaba)**

Sub-bacia	Q <sub>7,10</sub> (m <sup>3</sup> /s) <sup>(1)</sup>	C	D
Atibaia	10,32	90,2	148,5
Jaguari	10,13	55,5	89,1
Piracicaba	34,12	78,1	133,6
<b>Total da bacia</b>	34,12	78,1	133,6

Fonte: Bacia do Rio Piracicaba: estabelecimento de metas ambientais e reenquadramento dos corpos d'água. Propostas para discussão (1994).

(1) Q<sub>7,10</sub> + 3 m<sup>3</sup>/s no rio Atibaia e + 1 m<sup>3</sup>/s no rio Jaguari.

C = vazão de captação total/ Q<sub>7,10</sub> total x 100

D = vazão de captação total/ (Q<sub>7,10</sub> total – uso consuntivo) x 100

Comparando-se a disponibilidade hídrica no período de estiagem mais severa com as retiradas de água dos setores urbano, industrial e agrícola da bacia podemos verificar, segundo a tabela 15, o grau de escassez da bacia do Piracicaba e de suas sub-bacias:

- 78,1% da água da bacia do Piracicaba já é utilizada pelas atividades nela presente; e
- com relação a sub-bacia do Atibaia, 90,20% da água disponível já é utilizada pelas atividades nela presente.

Estes dados indicam a elevada utilização dos recursos hídricos frente a sua disponibilidade e sua escassez. As relações da coluna D (vazão de captação total acumulada sobre a disponibilidade da vazão crítica, subtraindo-se o uso consuntivo) indicam também um alto índice de reutilização da água. Deve-se lembrar ainda que, apesar dessa situação, as perdas e o desperdício são grandes. No setor urbano, as

perdas na rede de distribuição de água chegam a 40% e o uso individual ultrapassa 250 l/dia.hab. Na irrigação e na indústria é freqüente o uso perdulário e inadequado, com perdas elevadas de água.

### **3.2. Cargas Poluidoras**

#### **3.2.1. Cargas Urbanas**

A análise das cargas urbanas revela um baixo nível de remoção antes da descargas nos corpos d'água (ver tabela 17). As sub-bacias que mais contribuem para a poluição urbana são a Atibaia e a Piracicaba (71% das cargas residuais urbanas). Na bacia do Piracicaba das 53 comunidades que possuem redes coletoras, apenas 14 contam com algum tipo de tratamento, sendo que 11 tratam no nível secundário e 3 no nível primário. Estes números mostram o baixo índice de tratamento dos esgotos urbanos e a significativa poluição dos rios da bacia com este tipo de poluente (matéria orgânica).

#### **3.2.2. Cargas Industriais**

Para tornar mais eficaz o controle industrial, a CETESB selecionou 386 indústrias cuja fiscalização é prioritária. O relatório da CETESB - Controle da Poluição Ambiental na Bacia do Rio Piracicaba (12/1991) - apresenta somente informações de cargas poluidoras industriais de origem orgânica. Dessas indústrias foram ainda escolhidas as 56 que representam aproximadamente 90% do total das cargas orgânicas residuais de cada sub-bacia.

**Tabela 16. Carga poluidora urbana e industrial a jusante do Sistema Cantareira – 1990 (Kg DBO/dia)**

Sub-bacia	Usinas e aguardente			Industrial (outras Indústrias)			Total Industrial			Urbana		
	Total	Residual	B	Total	Residual	B	Total	Residual	B	Total (D)	Residual	B
Atibaia	1.582	0	-	76.623	14.500	81	78.205	14.500	81	25.391	24.070	5
Jaguari	92.223	0	-	49.490	6.523	87	141.713	6.523	95	9.801	8.976	8
Piracicaba	1.186.734	3.325	100	140.461	51.245	64	1.327.195	54.570	96	52.737	51.345	3
Total da Bacia	1.280.539	3.325	100	266.574	72.268	73	1.547.113	75.593	95	88.120	84.581	4

Fontes: Carga Industrial CETESB (1991) e Carga Urbana SEADE (1992).

B = índice de redução de carga poluidora do setor (%) – eficiência no tratamento.

D = para as cargas urbanas totais foram consideradas somente as cargas produzidas pelas populações atendidas pelas redes de esgoto.

A elevada contribuição do potencial poluidor da agroindústria canavieira em relação ao potencial poluidor total da bacia, e a diferença entre os sistemas de tratamento adotados nas usinas e os sistemas empregados nas demais indústrias, exigiram a realização de estudos separados desse setor. Assim, as usinas e indústrias de aguardente foram analisadas separadamente. Os dados apresentados foram obtidos pela CETESB através de resultados de amostragens dos efluentes industriais, ou calculados através de dados teóricos, em função do tipo e quantidade dos produtos fabricados (fatores de emissão).

Os índices de redução dos ramos industriais de alimentos (40%), têxtil (67%), bebidas (68%), aguardente (46,4%) e tinturaria (15,4%) estão bem abaixo dos 80% previstos na legislação (CONAMA no 20/86).

Na tabela 16 pode-se verificar que a sub-bacia do Atibaia possui um índice de redução de carga orgânica de 81%. Portanto, dentro do previsto pela legislação estadual. A sub-bacia do Jaguari possui um índice de eficiência de 87%, o melhor da bacia do Piracicaba e a sub-bacia do Piracicaba possui um índice de redução de 64%, abaixo do previsto pela legislação. A porcentagem de redução da bacia do Piracicaba é de 73%.

Ainda sobre a tabela 16, esta demonstra que as usinas e indústrias de aguardente são responsáveis por 83% do total da carga orgânica gerada pelo setor

industrial na bacia. Essa carga equivale à carga produzida diariamente por uma população de 23,7 milhões de habitantes. Mas, segundo a CETESB o percentual de redução é bastante alto (99,7%). Esse índice é alcançado devido ao sistema de fertirrigação, que consiste na disposição sobre o solo dos efluentes produzidos pelas usinas, sobretudo o vinhoto.

As informações do relatório Controle de Poluição Ambiental na Bacia do Piracicaba (CETESB, 1991) revelam que poucas indústrias contribuem com expressiva carga residual. Apenas 20 delas lançam diariamente 56.458 kg de DBO, ou seja, 75% de toda carga industrial residual na bacia, equivalente à carga produzida por uma população 1,05 milhão de habitantes.

As análises da CETESB (1992 a; 1993; 1995; e 1996) acusaram concentrações de fósforo total e número de coliformes fecais acima dos limites da classe estabelecidas pela Resolução CONAMA nº 20 (Brasil, 1996) em todos os locais monitorados nos rios Piracicaba, Jaguari, Atibaia e Corumbataí nos anos de 1991, 1992, 1994 e 1995. Os níveis de fenol também estiveram acima dos limites estabelecidos em 1992, 1994 e 1995 no rio Piracicaba, em 1991 e 1995 no rio Jaguari, em 1994 no rio Corumbataí e em 1991, 1992, 1994 e 1995 no rio Atibaia. Elevadas concentrações de metais como o cádmio (rios Piracicaba, Atibaia, Corumbataí e Jaguari, nos anos de 1991 e 1992), cobre (rio Piracicaba em 1991, 1992 e 1994, rio Jaguari em 1991 e 1994, rio Atibaia em 1991 e 1992 e no rio Corumbataí em 1992 e 1994), mercúrio, zinco e manganês foram encontradas e também estavam acima dos padrões estabelecidos por lei. Esses números evidenciam a enorme participação da atividade industrial no comprometimento da qualidade das águas. Assim, a adoção de indicadores orgânicos se mostra insuficiente para uma análise da realidade.

Finalizando o estudo de cargas pontuais, pode-se evidenciar que:

- a carga poluidora industrial de origem orgânica lançada nos corpos d'água, representa 47,2% do total, enquanto que a carga residual urbana representa 52,8%. No entanto, a carga potencial industrial representa 94,6%, contra apenas 5,4% da carga urbana, revelando os riscos iminentes dessa atividade à biota e à saúde pública; e

- as maiores cargas poluidoras de origem orgânica da bacia são lançadas na sub-bacia do Rio Piracicaba. Seus despejos urbanos e industriais somam 66% do total da bacia, seguido pela sub-bacia do Atibaia com 24% e a do Jaguari com 10%.

A tabela 17 mostra as principais fontes poluidoras e os principais pontos de captação de água para abastecimento urbano das cidades de Limeira, Americana, Piracicaba, Santa Bárbara D'Oeste, Sumaré e Campinas.

**Tabela 17. Principais fontes poluidoras e principais pontos de captação das cidades de Limeira, Americana, Piracicaba, Santa Bárbara D'Oeste, Sumaré e Campinas.**

Local	Fontes Poluidoras (montante)	Ramo	Corpo Receptor
Captação de Limeira (Rio Jaguari)	Lançamento Urbano de Artur Nogueira	-----	Afl. Rio Jaguari
	Lançamento Urbano de Cosmópolis	-----	Afl. Rio Jaguari
	Teka Tecelagem Kuehnrich S.A.	Têxtil	Córr. Dos Pires
Captação de Americana (Rio Piracicaba)	Fábrica de Tecidos Tatuapé S.A.	Têxtil	Rio Piracicaba
Captação de Santa Bárbara D'Oeste (Rio Piracicaba)	Lançamento urbano de Santa Bárbara D'Oeste	-----	Ribeirão dos Toledos
	Têxtil Canatiba – Fábrica I	Têxtil	Afl. Ribeirão dos Toledos
	Indústrias situadas na cidade de Americana	Principalmente Têxteis	Rio Piracicaba e seus afl.
	Indústrias situadas na cidade de Limeira	Alimentícias e de Papel	Ribeirão do Tatu (afl. Do Rio Piracicaba)
	Lançamento urbano de Limeira	-----	Ribeirão do Tatu
Captação de Piracicaba	Indústria de Papel Simão S.A.	Papel	Rio Piracicaba
	Fontes poluidoras em Santa Bárbara D'Oeste e Americana	-----	Rio Piracicaba e seus afluentes
Captação de Campinas (Rio Atibaia)	Lançamento urbano de Valinhos	-----	Afl. Do Rio Atibaia
	Indústrias Gessy Lever	Química	Córr. Invernada (afl. Do Rio Atibaia)
	Rigesa S.A.	Papel	Rib. Pinheiros
	Lançamento urbano e Industrial de Itatiba	-----	Afl. Rio Atibaia
Captação de Sumaré	Lançamento urbano de Paulínia	-----	Rio Atibaia
	J. Bresler S.A.	Papel	Rio Atibaia
	Petrobrás – Replan	Petroquímica	Rio Atibaia
	Bann Química S.A.	Química	Infiltra no solo
	Rhodia S.A.	Química	Rio Atibaia
Rhodiaco Ltda	Química	Rio Atibaia	

Fonte: CETESB (1991) *apud* Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (1994).  
Abreviações: Afl. = afluente; Rib. = Ribeirão; Córr. = Córrego.

### 3.2.3. Cargas Difusas

Para avaliação das cargas difusas, procurou-se estimar a relação dessa fonte poluidora com as cargas urbano-industriais através da utilização de metodologia simplificada, que consistiu na aplicação de taxas médias de liberação de poluentes, nas áreas determinadas para cada tipo de uso do solo na bacia.

A carga difusa na Bacia do Piracicaba (Tabela 18) representa 13% da carga poluidora urbano-industrial. Já nas sub-bacias tem-se a seguinte situação: Sub-bacia do Atibaia 7,7%; Sub-bacia do Jaguari 44,3%; e Sub-bacia do Piracicaba 10,2%.

O diagnóstico de uso do solo rural destaca que 42,5% de sua área de drenagem são usados por lavouras, algumas consumidoras de agrotóxicos, como a cultura de cana e laranja. Segundo levantamento realizado pela equipe da Secretaria do Meio Ambiente, muitos dos agrotóxicos usados na Bacia do Piracicaba encontram restrições em outros países. A técnica de fertirrigação também pode constituir-se em fontes importantes de carga difusa, ainda que os relatórios da CETESB considerem que o índice de redução da carga poluidora por esse sistema seja de quase 100%. Para exemplificar, se fosse adotado um índice de redução de 95% ao invés de 100%, a carga remanescente do processo de fertirrigação seria de 64.027 kg DBO/dia e a carga orgânica remanescente das indústrias atingiria 136.295 kg DBO/dia.

Deve-se ressaltar que a estimativa das cargas difusas, nesse estudo, é limitada devido à utilização de índices de outro país e a não inclusão de outras fontes contribuintes (atividades minerárias, disposição de resíduos sólidos e o efeito da diluição dos esgotos quando da ocorrência de precipitações).

**Tabela 18. Carga Difusa – 1990 (Bacia do Rio Piracicaba)**

Sub-bacia	Rural								Urbana		C.D. Total		
	Cultura Temporária Taxa = 2,24		Cultura Permanente Taxa = 2,24		Agro-silvo-pastoral taxa = 1,12		Pastos / taxa = 3,36		Total			População não esgotada Taxa = 6,85	
	Área	C.D.	Área	C.D.	Área	C.D.	Área	C.D.	Área	C.D.	Área	C.D.	C.D.
Atibaia	137,47	307,93	114,68	256,88	220,84	247,56	557,57	11873,44	1030,6	2685,85	43,17	295,72	2981,57
Jaguari	500,17	1120,38	343,99	770,54	356,64	399,79	1324,73	4451,09	2525,48	6741,92	18,05	123,64	6865,56
Piracicaba	1800,88	4033,97	236,63	480,05	489,14	548,32	1530,69	5143,12	4057,11	10205,45	92,93	636,57	10842,02
Total da Bacia	2438,52	5462,28	695,3	1507,47	1066,66	1195,72	3412,99	11467,65	7613,49	19633,22	154,15	1055,93	20689,15

Fonte: Secretaria do Meio Ambiente (1994).

Área em km<sup>2</sup>

C.D. = Carga Difusa (kg DBO/dia)

Taxa em kg DBO/km<sup>2</sup> x dia

### **3.2.4. Autodepuração e condição atual dos corpos d'água**

A análise da condição ou da qualidade atual dos corpos d'água da Bacia do Piracicaba foi elaborada a partir das informações do perfil sanitário dos principais rios da bacia (1985/1990), da campanha de amostragem (agosto a outubro de 1990), ambas realizadas pela CETESB, e da modelagem matemática, elaborada especialmente para este fim.

No perfil sanitário foram analisados o oxigênio dissolvido (OD), a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), a demanda química de oxigênio (DQO), o pH e coliformes fecais e totais. Na campanha de amostragem analisou-se, além dos parâmetros mencionados, a temperatura, níveis de nitrito, nitrato, nitrogênio, amoniacal, nitrogênio kjeldhal, ortofosfato, fosfato total e, para alguns pontos, os seguintes metais: bário, cádmio, chumbo, cobre, cromo total, ferro, manganês, mercúrio, níquel e zinco. A análise dos resultados obtidos nesta campanha aponta as seguintes características:

- em geral, a qualidade das águas nos locais da coleta apresentou-se conforme os padrões estabelecidos para as classes previstas na Resolução CONAMA nº20/86, com exceção dos parâmetros fosfato total e coliformes. Os elevados valores de colimetria refletem o efeito do despejo “in natura” dos esgotos domésticos das cidades. As elevadas concentrações dos fosfatos provêm tanto da contribuição desses esgotos, quanto das atividades agrícolas que requerem o uso de fertilizantes fosfatados;
- aproximadamente 32% dos pontos amostrados revelam níveis acentuados de poluição, com baixos valores de oxigênio dissolvido (de 0 a 4,8 mg/l). Esses baixos valores resultam dos despejos urbanos e industriais;
- em 17 dos 21 pontos onde foram feitas as análises de metais pesados, alguns valores observados estão acima dos padrões estabelecidos pela resolução mencionada, devido aos lançamentos industriais.

Alguns indicadores importantes quando se analisam as condições dos corpos d'água são:

- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Oxigênio Dissolvido (OD): o rio Piracicaba, por exemplo, apresenta na maior de sua extensão níveis de DBO e



OD que o enquadrariam nas classes 3 e 4 da resolução CONAMA nº20, apesar de ele ser classificado como classe 2; e

- Mortandade de peixes: período de 1980 a 1989 a bacia do Piracicaba apresentou a maior mortandade de peixes dentre todas as bacias do estado de São Paulo (CETESB, 1992), sendo que 65% dos casos de mortandade de peixes foram resultados de ações antrópicas.

A Secretaria do Meio Ambiente (1994), analisando estes dados, aponta os seguintes resultados:

- Baixa qualidade das águas dos rios que cortam as cidades;
- Baixa qualidade das águas do rio Piracicaba e parte do rio Atibaia;
- Potencial risco à saúde pública; e
- Custo elevado para o tratamento das águas do rio Piracicaba e no trecho classe 3 do rio Atibaia.

### **3.2.5. Identificação das desconformidades**

A Secretaria do Meio Ambiente (1994) identificou as seguintes desconformidades na bacia do Piracicaba:

- rio Atibaia (enquadrado na classe 2) em seu trecho superior, a montante da cidade de Itatiba, ele se apresenta em boas condições. Num pequeno trecho a jusante da cidade de Atibaia apresenta, porém, apresenta-se desenquadrado, ou seja, não observa as condições de classe 2. O trecho que vai do ribeirão Anhumas até Itatiba apresenta variações nas suas condições, de enquadrado a poluído, notadamente a jusante desse ribeirão;
- O rio Piracicaba apresenta condições inadequadas quando comparadas ao seu enquadramento – classe 2. Portanto, situação que caracteriza poluição ou desenquadramento.

Uma observação deve ser feita com relação aos mananciais para abastecimento urbano: 97% dos mananciais analisados na sub-bacia do Piracicaba apresentam alto e altíssimo potencial de impacto; 58% dos mananciais da sub-bacia do Atibaia estão na mesma situação; e na sub-bacia do Jaguari 66% dos mananciais estão nesta situação.

Segundo Meletti (1997), a captação de Sumaré, no Rio Atibaia, foi o local onde se observou, para a maioria dos fatores químicos e físicos, valores fora dos

padrões estabelecidos pela legislação, destacando-se as concentrações dos metais zinco, chumbo, cádmio e manganês. O autor enfatiza que os testes de toxicidade aguda e as análises químicas indicaram condições críticas da qualidade da água nesta região.

O mesmo autor salienta que na Bacia do Rio Piracicaba a concentração de nutrientes aumenta no sentido montante-juzante, devido ao efeito acumulativo que ocorre conforme os efluentes são lançados no corpo receptor.

No Rio Jaguari, próximo a captação de Limeira, e no Rio Piracicaba, na cidade de Piracicaba, as condições são bastante preocupantes, sendo que a qualidade destas águas apresenta-se imprópria para a manutenção da biota aquática (Idem).

### **3.3. Cobrança**

Para se chegar aos objetivos pretendidos, a análise da cobrança pelo uso dos recursos hídricos será feita em dois setores principais, quais sejam: a irrigação e o setor industrial. Cabe observar que, atualmente, no Estado de São Paulo, estes setores utilizam a água de forma gratuita nos seus processos de produção, isto é sem, considerar o seu valor econômico.

Feita esta caracterização da região, são realizadas as avaliações dos impactos decorrentes dos usos da água para a indústria e agricultura contrapondo-os com a qualidade e quantidade dos recursos hídricos na bacia a ser avaliada.

Para efeito de valores a serem cobrados no lançamento de carga de poluição, utiliza-se a metodologia de cobrança proposta por Souza (1995), já que se trata de uma teoria que apresenta a possibilidade de inserir a escassez relativa como o principal parâmetro para estipular o valor a ser cobrado, além de se adequar ao método da função de produção, no que tange ao processo de valoração, já que a pretensão é simular os valores da cobrança para os produtores agrícolas e industriais. Esta metodologia parte da definição do padrão de qualidade do corpo de água receptor e dos usos dos recursos hídricos, a partir dos quais podem ser definidos a vazão mínima destinada a diluição e depuração de efluentes (Q), a concentração máxima possível de um parâmetro de poluição, permitida pela legislação - padrão de qualidade do recurso hídrico - (c). Com estas duas variáveis se define a carga de saturação, relativa a um parâmetro, de um determinado corpo receptor como:

$$C_s = Q \cdot c \quad (32)$$

Caracterizada a carga de saturação, devem ser consideradas todas as atividades cujos efluentes sejam encontrados os parâmetros passíveis de cobrança, contribuindo com a carga de poluição remanescente  $C_e$ , interpretada como a vazão e a concentração de efluentes após o tratamento exigido pela legislação. Com as cargas remanescentes define-se o índice de carga ( $I_c$ ):

$$I_c = (C_s - \sum C_e) / C_s \quad (33)$$

sendo que  $\sum C_e$  é o somatório da totalidade das cargas remanescentes emitidas no corpo receptor.

O índice de carga expressa o nível de comprometimento da qualidade do corpo receptor, com relação a um determinado parâmetro de poluição, de forma isolada. Este índice, também, garante a ponderação da capacidade de suporte do recurso hídrico, uma vez que todas as atividades estão contempladas e a vazão mínima para depuração e diluição devidamente incorporada ao índice especificado.

A relação entre o índice de carga e o valor a ser pago é feita através da equação definida a partir do custo médio do sistema de tratamento de efluentes (método de valoração denominado custos de controle). Nesse sentido, define-se um multiplicador ( $K_c$ ) para cada poluente a ser cobrado, o qual permite o cálculo do valor a ser cobrado para cada atividade. O  $K_c$  é expresso em \$ dia  $m^{-3}$ .

Alguns fatores são essenciais na consideração da cobrança pelo lançamento de carga de poluição, dentre eles se destacam: a sazonalidade do lançamento, ou seja, dependendo da época do lançamento (estação de seca ou de chuva, entre outras) pode influenciar significativamente a vazão do corpo receptor destinada a diluição e depuração do corpo receptor; uso associado ao lançamento, isto é, algumas atividades podem ser estimuladas em detrimento de outras, dependendo das necessidades sociais envolvidas - acarretando em cobrança diferenciada por atividade; outro fator a ser ponderado é a eficiência na alocação de recursos financeiros para o tratamento de efluentes. Existem determinados sistemas que possuem maior eficiência na eliminação de um mesmo poluente, os quais devem ser

estimulados (observando que sempre deve ser removida a quantidade mínima estabelecida pela legislação - padrão de emissão).

Com o intuito de expressar a sazonalidade temporal, as diferentes atividades e a eficiência na alocação de recursos financeiros, definiu-se o fator de ponderação U (fator ponderador para a cobrança sobre o lançamento de carga poluente). O valor deste ponderador é determinado pela gestão da bacia e nunca menor do que um.

Para que haja um incentivo dos usuários que conseguem concentrações de poluentes nos seus lançamentos menores daquelas indicadas nos padrões de emissões e penalizando os que lançam em concentrações acima daquelas, utiliza-se uma razão (ce/cp), sendo que ce é a concentração do poluente no efluente final e cp é a concentração máxima do poluente estipulada no padrão de emissão. Portanto, o valor a ser pago (Te) sobre o lançamento de carga de poluição é:

$$Te = Kc.Qe.U.(ce/cp) \quad (34)$$

sendo que: Kc é o coeficiente multiplicador; Qe vazão do efluente final ( $m^3.s^{-1}$ ); U é o fator ponderador de tipo de usuário, sazonalidade e eficiência econômica do tratamento; ce concentração do poluente no efluente final (mg/l); e cp é a concentração máxima permitida pelo padrão de emissão.

O valor total a ser pago é o somatório dos valores individuais de cada um dos poluentes, para cadaropriador que lança efluentes no corpo receptor.

No tocante ao cálculo do consumo, considera-se somente a quantidade de água efetivamente consumida, isto é, deve-se descontar da vazão captada a quantidade devolvida na forma de efluentes (observando que os efluentes são lançados em águas superficiais). A consideração a respeito da cobrança pelo consumo de água parte do pressuposto de que a vazão captada líquida afeta a capacidade de depuração e diluição do corpo d'água. Portanto, o autor relaciona o consumo de água com a pior situação de poluição encontrada no corpo receptor (poluente que apresenta a situação mais próxima à saturação). Isto posto, sempre que existir captação líquida, haverá queda na capacidade de assimilação proporcional à vazão captada. Logo, devem ser considerados os momentos imediatamente anterior à captação superficial e o posterior à captação superficial. Na situação anterior à

captação o coeficiente multiplicador ( $K_1$ ) é função de  $I_1$ , sendo  $I_1$  o índice de carga do corpo d'água, ou seja:

$$I_1 = (C_s - \sum C_e)/C_s \quad (34)$$

Sendo que o procedimento para o cálculo de  $K_1$ , que é função de  $I_1$ , é o mesmo realizado para  $K_c$  para a cobrança pelo lançamento de carga de poluição.

Para o cálculo de  $I_2$ , situação imediatamente posterior a captação, associa-se a vazão consumida uma queda da capacidade de depuração e diluição do corpo receptor. Portanto a vazão destinada a este serviço sofre uma diminuição de  $Q_{con}$ . Dessa forma,  $I_2$  é calculado pela seguinte expressão:

$$I_2 = [(Q - Q_{con}).c - \sum Q_e.ce]/[(Q - Q_{con}).c] \quad (35)$$

O cálculo de  $K_2$  é o mesmo de  $K_1$ .

Para o cálculo do valor a ser pago pela captação de água superficial ( $T_e$ ), se faz necessária a comparação da situação anterior e posterior à captação superficial, realizada através da subtração dos coeficientes multiplicadores  $K_1$  e  $K_2$ . Logo a expressão do valor a ser cobrado será:

$$T_e = (K_2 - K_1).S.\sum Q_e(ce/c_p) \quad (36)$$

sendo que  $S$  corresponde ao fator  $U$  da cobrança pelo lançamento de efluentes;  $Q_e$  é a carga de poluição emitida do poluente em questão (mg/s);  $ce$  é a concentração do poluente no efluente final (mg/l); e  $c_p$  é concentração máxima do poluente estipulada pela legislação - padrão de emissão - (mg/l).

Os coeficientes multiplicadores para os respectivos custos de tratamento são (SOUZA, 1993):

1. lagoa facultativa:

$$K = 1,13.10^4.(1-I)^{0,67}$$

2. lagoa aerada:

$$K = 6,15.10^3.(1-I)^{0,69}$$

3. sistema de desnitrificação:

$$K = 1,01 \cdot 10^5 \cdot (1-I)^{0,65}$$

sendo que K é expresso em (US\$.s)/(l.ano).

O critério adotado para a escolha do K relacionado aos sistemas de tratamento é o seguinte: para I variando de 1 e 0,02, o custo associado é o de uma lagoa anaeróbia, ou do tratamento primário, se houver informações; para I variando entre 0,02 e 0, o custo associado é de uma lagoa aerada, ou de tratamento secundário; e para valores menores do que 0, o custo associado é de um sistema de desnitrificação, ou a de tratamento terciário, caso haja disponibilidade de informações.

A metodologia de cobrança a ser adotada preconiza o custo médio de tratamento de efluentes na ponderação do valor econômico da água. Mas, como próprio autor (Souza, 1995) enfatiza que este não é um método de valoração fechado podendo ser utilizado outros métodos de valoração.

Devido ao difícil processo de valoração econômica dos recursos ambientais, a capacidade de pagamento se torna peça fundamental, pois com ela pode-se ter uma idéia de qual valor incentiva o agente econômico a racionalizar e minimizar o uso dos recursos hídricos, ponderando a dificuldade de se obter o real valor deste recurso.

### **3.4. Capacidade de Pagamento**

#### **3.4.1. Irrigação**

A metodologia utilizada para analisar a capacidade de pagamento dos irrigantes está baseada nas receitas e custos dos mesmos. Com estes dados são deduzidas as despesas no cultivo e com a subsistência familiar obtendo, desta forma, uma quantia líquida que será a capacidade de pagamento do irrigante no tocante à cobrança pelo uso da água. Os dados de custos e receitas foram obtidos de um periódico chamado *Agriannual 2000*. Neste as receitas médias e os custos médios são estabelecidos para várias regiões do país, inclusive para o estado de São Paulo. Como é a média do estado, estes dados foram considerados para o cálculo da capacidade de pagamento dos irrigantes da bacia do rio Atibaia. As seguintes culturas são alvos do cálculo da capacidade de pagamento:

- cana;

- hortaliças;
- milho;
- frutas (abacate, pêsego, figo, uva e goiaba);
- arroz; e
- feijão

A renda bruta corresponde ao valor total anual da produção do irrigante e inclui a produção comercializada, a auto consumida e a estocada. Também é considerada como renda o valor do aluguel de animais, de equipamentos, aposentadoria do irrigante e o valor da mão-de-obra familiar prestada a terceiros (França e Pereira, 1990). França e Pereira chamam a atenção para alguns indicadores financeiros importantes para o cálculo da capacidade de pagamento, são eles:

1. margem bruta (MB): definida como sendo a diferença entre a receita bruta (RB) e os custos operacionais (CO), isto é:  $MB = RB - CO$ . Esta medida de resultado financeiro mostra a disponibilidade de recursos financeiros dos irrigantes, após o pagamento de todos os custos operacionais, para cobrir as despesas fixas da propriedade, inclusive remunerar os fatores de produção;
2. renda líquida (RL): obtém-se esta medida após remunerar os custos fixos totais (CFT) e os custos operacionais, isto é:  $RL = MB - CFT$ . Com esta renda líquida e remunerando a mão-de-obra familiar tem-se o que se denomina Renda Líquida 1 (RL1) que mostra o saldo contábil após a remuneração dos fatores capital e trabalho. Se à RL é adicionado os custos não-transferidos (CNT) contabilizados, a exemplo de juros sobre o capital empatado e despesas com mão -de-obra familiar, obtém-se a renda líquida em dinheiro;
3. renda líquida em dinheiro (RLD):  $RLD = RL1 + CNT$ . Corresponde ao resíduo (reserva) monetário disponível e que pode ser utilizado para a subsistência da família (SF) e demais pagamentos como água e energia. Com o valor desta renda líquida em dinheiro e subtraindo-se o valor correspondente à subsistência da família, obtém-se a renda líquida 2 (RL2), montante que, teoricamente, remuneraria as despesas com água e energia e representa a capacidade de pagamento do irrigante; e

4. renda disponível (RD): corresponde ao saldo final ou poupança do irrigante, podendo também constituir um indicador da capacidade de pagamento.

Portanto, da renda bruta foram subtraídos os custos operacionais, resultando na margem bruta que corresponde ao resíduo para remunerar os fatores de produção. Deduzindo-se os custos fixos incidentes sobre o capital empatado na parcela (propriedade), obtém-se a renda líquida, da qual subtraído o valor da mão-de-obra familiar tem-se a renda líquida 1, que representa o saldo líquido das atividades após a remuneração dos fatores capital e trabalho. Objetivando aumentar o detalhamento das informações, deduz-se dos custos operacionais os dispêndios com mão-de-obra familiar, água e energia elétrica, os quais são explicitados na análise da capacidade de pagamento. O mesmo procedimento é feito com os custos fixos. Para a obtenção da renda líquida em dinheiro foram somados à renda líquida 1 os custos não-transferidos (custos implícitos), no caso juros sobre o capital empatado e valor da mão-de-obra familiar. Da renda líquida em dinheiro foram deduzidas as despesas com a subsistência familiar, resultando na renda líquida 2 que reflete a capacidade de pagamento do irrigante a fim de pagar os custos com água para irrigação.

Portanto, a obtenção da capacidade de pagamento dos irrigantes se baseará nesta análise que tem por base a metodologia desenvolvida por França e Pereira (1990). Os valores da cobrança pelo consumo de água obtidos pela metodologia proposta por Souza (1995) serão utilizados para compará-los com a capacidade de pagamento de pagamento dos irrigantes, o que possibilitará uma análise da viabilidade da metodologia utilizada para o cálculo do valor a ser cobrado e uma discussão a respeito da escassez relativa dos recursos hídricos com o uso e a ocupação do solo.

Informações adicionais como volume de água consumida pelas culturas e comparações de resultados serão obtidas em Araújo (1997). Este autor propõe investigar os agentes por meio de três variáveis fundamentais. A primeira é o tamanho da área utilizada, a segunda é a localização e a terceira é a atividade do agente. No caso da agricultura, é fundamental o conhecimento do tipo da cultura. No trabalho desenvolvido por Araújo (1997) foram aplicados questionários que incluíram a identificação do usuário, os dados da atividade (caracterização dos



processos de produção, da produtividade e do consumo de água), os dados econômicos (preços e condições de negociações, custos diretos e indiretos, flutuação de preços) e dados de gestão (anotação de conflitos de água, continuidade de oferta d'água e qualidade da mesma).

A avaliação estatística dos dados dos questionários visa a obtenção do preço médio da água por uso, a capacidade de pagamento média e o volume de água demandado aos diversos usos. Para tanto, os questionários foram aplicados às mais diversas culturas.

Araújo utiliza dois métodos de avaliação para a capacidade de pagamento (originados das avaliações estatísticas dos questionários). O primeiro está relacionado com o faturamento bruto. Neste método, a capacidade de pagamento é estimada em 1%<sup>21</sup> do faturamento bruto dividido pelo volume médio de água necessário para a produção. Matematicamente, tem-se:

$$CP = 0,01. FB/vol \quad (37)$$

sendo que CP, capacidade de pagamento; FB, faturamento bruto; e vol., volume médio demandado de água.

O segundo método está relacionado com o rendimento líquido. O valor admitido é 5% do rendimento líquido (faturamento bruto menos os custos totais) e uma remuneração extra de meio salário mínimo (dado em função do ciclo de vida da cultura, no caso da agricultura,  $\Delta t$ ). Matematicamente, tem-se:

$$CP = 0,05.(FB - CT - 0,5.SM. \Delta t)/vol \quad (38)$$

sendo que: CT, custos totais; SM, salário mínimo; e  $\Delta t$ , o ciclo da cultura.

No segundo método, caso o valor da capacidade de pagamento seja menor que zero, adotar-se-á o valor de 0,01 R\$/1000 m<sup>3</sup>. Os dados referentes aos dois métodos serão obtidos para cada entrevista e seus valores médios obtidos pela ponderação na área, ou seja:

$$\mu_{CP} = \frac{\sum(C_{pi} \times A_i)}{\sum A_i} \quad (39)$$

---

<sup>21</sup> Valor baseado em estudo do consórcio responsável pela proposta de política de tarifação para o estado de São Paulo.

sendo  $i = 1, \dots, n$ .

#### **2.4.2. Indústria**

- Como já salientado na revisão bibliográfica, a análise financeira é um poderoso instrumento na avaliação de empresas em relação a concessão de crédito, principalmente pelos bancos. Como nesta avaliação o principal elemento que se mede é a capacidade de uma empresa em honrar os seus compromissos financeiros, ou seja, a capacidade de pagamento ou a liquidez da mesma, este estudo analisa financeiramente os principais usuários industriais de água bruta da bacia do rio Atibaia, como subsídio à indicação se existe ou não capacidade de pagamento destes agentes econômicos frente à cobrança pelo uso da água. Os valores para efeito deste estudo são obtidos aplicando a metodologia desenvolvida por Souza (1995), como citado anteriormente.

A metodologia proposta para esta etapa do presente estudo abrange as seguintes técnicas da análise financeira:

- análise de balanço: estrutura de capital (vertical) e fluxos de recursos (horizontal). A finalidade desta análise é verificar se a estrutura de capital das empresas supra citadas são deficientes, alertas ou saudáveis, indicando as primeiras características da estrutura financeira das mesmas;
- análise do demonstrativo de resultados: a finalidade desta análise é verificar a lucratividade das empresas, ou seja, verificar o lucro operacional e o lucro da atividade. A lucratividade de uma empresa indicaria a capacidade da mesma em gerar fontes ou falta de recursos, que são essenciais para a avaliação da capacidade de pagamento;
- complementando as duas análises citadas anteriormente é verificado o comportamento dos índices financeiros, como um subsídio para reforçar as conclusões obtidas pelas análises anteriores. Um índice importante na medida da capacidade de pagamento é o de liquidez. Muitas empresas não apresentam uma lucratividade significativa, mas são capazes de honrar seus compromissos devido

à sua elevada liquidez. Esta medida pode indicar, juntamente com a lucratividade a capacidade de pagamento.

De posse das informações obtidas da análise financeira, é feita uma análise do comportamento dos resultados financeiros com relação às elasticidades preço da demanda de cada empresa envolvida neste estudo. Para tanto, são feitas simulações considerando as hipóteses para as situações de demanda inelástica (elasticidade menor do que um), elástica-unitária (elasticidade igual a um) e elástica (elasticidade maior do que um). A elasticidade é sempre um número negativo, devido à relação inversa entre uma variação no preço e a variação na quantidade demandada. No entanto, convencionou-se analisar a elasticidade preço em termos absolutos e este procedimento é também considerado no presente estudo.

Os dados sobre a elasticidade preço da demanda são importantes, no presente estudo, para indicar o possível comportamento da empresa quando cobrada pelo uso da água. Se a elasticidade preço da demanda for menor do que um a demanda é dita inelástica, ou seja, um aumento no preço provoca uma redução da quantidade consumida proporcionalmente menor do que este aumento. Neste caso, a receita total aumenta (Varian, 1994). Nestas condições de demanda a absorção dos custos advindos da nova tarifa seriam repassados para os preços de venda (cuja forma de obtenção será apresentada em seguida), fazendo com que a lucratividade e a liquidez das empresas que operam neste tipo de estrutura de demanda não sofram alterações significativas que possam influenciar na capacidade de pagamento das mesmas.

Caso a elasticidade preço da demanda for igual a um (perfeitamente elástica), uma elevação no preço de uma mercadoria provocaria uma redução da quantidade consumida proporcionalmente igual, não afetando a receita total (Idem) e nem a estrutura de lucros e liquidez.

No caso da elasticidade preço da demanda for maior do que um, um aumento do preço resultaria numa diminuição mais do que proporcional na quantidade consumida, o que diminuiria a receita total (Idem, ibidem). A estrutura de lucros e liquidez se alteraria, provocando uma queda da capacidade de pagamento das empresas, já que uma parcela significativa dos custos da nova tarifa teria que ser absorvida por estas empresas.

O quadro a seguir ilustra o comportamento da receita total com relação à elasticidade-preço.

**Quadro 2. Relação entre elasticidade-preço e receita total**

Elasticidade-Preço	Demanda	Alteração de preço	Alteração da quantidade demandada	Receita Total (P.Q)
< 1	Inelástica	P aumenta	Q diminui menos do que proporcionalmente	Aumenta
		P diminui	Q aumenta menos do que proporcionalmente	Diminui
= 1	Perfeitamente Elástica	P aumenta	Q aumenta proporcionalmente	Constante
		P diminui	Q diminui proporcionalmente	Constante
> 1	Elástica	P aumenta	Q diminui mais do que proporcionalmente	Diminui
		P diminui	Q aumenta mais do que proporcionalmente	Aumenta

O repasse de uma tarifa aos preços pode ser entendida através da construção das curvas de demanda e oferta, nas quais as elasticidades preço da demanda e oferta são informações essenciais. As curvas de oferta e demanda são formadas a partir de quantidades e preços de um produto qualquer. Com relação à curva de oferta, ela representa a quantidade que os produtores estão dispostos a vender, a qual depende do preço fixado no mercado. A teoria econômica prevê que quanto maior for o preço de um produto, maiores quantidades serão ofertadas no mercado. Isto significa que a curva de oferta possui uma inclinação ascendente. Já para a curva de demanda essa inclinação é, geralmente<sup>22</sup>, negativa, ou seja, quanto mais baixo for o preço de uma mercadoria, mais haverá compradores ansiosos por consumi-la e vice-versa.

A inclinação das curvas de oferta e demanda é determinada pelas elasticidades preço da demanda e preço da oferta. A elasticidade é uma mensuração da sensibilidade de uma variável em relação a outra. A elasticidade preço da

<sup>22</sup> Depende se o bem for normal ou inferior. Para maiores detalhes ver PINDYCK e RUBINFELD (1999), VARIAN (1994), FERGUSON (1994), entre outros.

demanda mede a variação percentual da quantidade demandada de um bem quando o preço do mesmo varia. O mesmo raciocínio vale para a elasticidade preço da oferta, mas ao contrário da demanda, esta mede a variação percentual da quantidade ofertada, quando o preço varia. A elasticidade é um conceito importante, pois com ela algumas questões primordiais na análise econômica podem ser entendidas, quais sejam:

- Dependendo da estrutura e das condições de mercado, quanto variam as quantidades ofertadas e demandadas?
- Qual o significado da variação da quantidade ofertada e demandada, devido à variação do preço, na rentabilidade das empresas?
- Até que ponto é lucrativo para as empresas elevar os preços de seus produtos?

A elasticidade preço da demanda é definida matematicamente da seguinte forma:

$$\varepsilon_d = (\Delta Q/Q) / (\Delta P/P) = (\Delta Q/\Delta P).(P/Q) \quad (40)$$

Sendo que  $\varepsilon_d$  é a elasticidade preço da demanda,  $\Delta Q$  é variação da quantidade demandada,  $Q$  é a quantidade demandada absoluta,  $\Delta P$  é a variação do preço da mercadoria e  $P$  é o preço absoluto do bem<sup>23</sup>.

Matematicamente, a elasticidade preço da oferta se apresenta como:

$$\varepsilon_o = (\Delta Q/Q) / (\Delta P/P) = (\Delta Q/\Delta P).(P/Q) \quad (41)$$

Sendo que, neste caso, a variação da quantidade e a quantidade absoluta estão relacionadas com a oferta e não com a demanda.

De maneira geral, a elasticidade preço da demanda depende da existência de produtos substitutos. Quanto mais produtos substitutos houver maior é a elasticidade da demanda. A análise da elasticidade nos permite visualizar o impacto das variações no preço de um produto com relação a quantidade demandada. Isto é bastante interessante quando se quer analisar o efeito de um imposto sobre uma empresa. Dependendo da elasticidade preço da demanda de um produto da empresa, esta tem a

---

<sup>23</sup> Quando as variações nos preços e nas quantidades são infinitesimais a equação da elasticidade preço da demanda é a seguinte:

oportunidade de repassar parte deste imposto para os consumidores (entendido como aumento de preço). Ou seja, o ônus do imposto não é só da empresa, mas é rateado com os consumidores, o que contribui para a manutenção da receita total da empresa. Como a curva de demanda e oferta podem ser construídas a partir das elasticidades preço da demanda e da oferta, e a partir destas curvas ser possível analisar qual a porcentagem de uma tarifa que realmente incide sobre uma empresa na forma de despesas operacionais, este estudo é de fundamental importância para a condução do trabalho.

As curvas de oferta e demanda podem possuir várias formas e uma delas é a linear<sup>24</sup>. Logo, estas curvas podem ser construídas da seguinte forma:

$$Q_d = a - bP \quad (\text{curva de demanda}) \quad (42)$$

e

$$Q_o = c + dP \quad (\text{curva de oferta}) \quad (43)$$

Sendo  $Q_d$  a quantidade demandada;  $a$ ,  $b$ ,  $c$  e  $d$ , são constantes;  $Q_o$  a quantidade ofertada e  $P$  é o preço do bem.

O problema é encontrar os valores das constantes  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , e  $d$ . Com a quantidade de equilíbrio e o preço de equilíbrio, juntamente com as elasticidades preço da oferta e da demanda é possível encontrar estes valores e obter as curvas de oferta e demanda. As constantes  $a$  e  $c$  são os pontos que cruzam o eixo vertical (eixo dos preços) e as constantes  $b$  e  $d$  indicam a variação da quantidade decorrente da variação do preço. Como a elasticidade de preço, tanto para a oferta como para a demanda, é definida pela seguinte expressão:

$$E = (P/Q) \cdot (\Delta Q / \Delta P) \quad (44)$$

Portanto, pode-se concluir que  $b$  e  $d$  representam o segundo termo do lado esquerdo da equação acima. Logo:

$$E_d = - b \cdot (P^*/Q^*) \quad (45)$$

e

---

$\epsilon_d = (P/Q) \cdot (dQ/dP)$

$$E_o = d.(P^*/Q^*) \quad (46)$$

Sendo que  $P^*$  e  $Q^*$  são, respectivamente o preço e a quantidade de equilíbrio. Logo, para que esta metodologia seja viável a quantidade e o preço de equilíbrio devem ser conhecidos, bem como as elasticidades preço da demanda e da oferta. Caso contrário, será necessário lançar mãos de procedimentos econométricos para a obtenção destes dados.

Conhecendo  $E_d$ ,  $E_o$ ,  $P^*$  e  $Q^*$ , pode-se substituir estes nas equações de  $E_d$  e  $E_o$  para obter-se  $b$  e  $d$ . Obtidos estes dados, pode-se, então, substituir  $b$ ,  $d$ ,  $P^*$  e  $Q^*$  nas funções de oferta e demanda e obter  $a$  e  $c$ . Logo, com todos os parâmetros conhecidos, pode-se construir as curvas de oferta e demanda, através das funções lineares de oferta e demanda.

Feito isto, precisa-se analisar o mercado antes e depois da aplicação de um imposto. Para tanto um ponto essencial a ser entendido é que quando um imposto está sendo implantado, existem dois preços importantes, quais são: o preço pago pelo demandante e o recebido pelo ofertante. A diferença entre estes dois preços corresponde ao valor do imposto. Este imposto pode ser sobre a quantidade e sobre o valor (ad valorem). Um imposto sobre a quantidade representa uma taxa/tarifa por cada unidade comprada ou vendida do bem e pode ser representado por:

$$P_d = P_o + t \quad (47)$$

sendo que  $P_d$  é o preço pago pelo demandante,  $P_o$  é o preço recebido pelo ofertante e  $t$  é a taxa/tarifa.

Um imposto sobre o valor é uma taxa/tarifa em unidades percentuais sobre o preço, logo:

$$P_d = (1+t)P_o \quad (48)$$

sendo que  $t$  é a taxa em porcentagem.

Quando o ofertante tem que pagar o imposto sobre a quantidade, a quantidade ofertada dependerá do preço que o ofertante receberá depois de pagar o imposto ao governo, por exemplo, e a quantidade demandada dependerá do preço que o

---

<sup>24</sup> Usaremos este formato para facilitar a análise.

demandante paga após a inclusão do imposto. Logo, a quantidade que o ofertante obtém será igual à quantidade de dinheiro que o demandante paga menos a magnitude do imposto, ou seja:

$$D(P_d) = O(P_o) \quad (49)$$

$$P_o = P_d - t \quad (50)$$

sendo que  $D(P_d)$  é a demanda pelo bem e  $O(P_o)$  é a oferta do mesmo.

Substituindo  $P_o$  na igualdade entre a demanda e a oferta, temos:

$$D(P_d) = O(P_d - t) \quad (51)$$

Ou, alternativamente:

$$D(P_o + t) = O(P_o) \quad (52)$$

Continuando com as curvas de oferta e demanda lineares, vejamos o que acontece com o preço de um bem quando é implementado um imposto sobre a empresa produtora deste bem. Com o imposto a quantidade de equilíbrio se dá pela seguinte igualdade:

$$Q_d = Q_o \quad (53)$$

Mas, com a introdução do imposto (como já foi observado) o preço pago pelo consumidor não é o preço recebido pelo produtor, ou seja, o preço recebido ( $P_o$ ) é o preço pago pelo consumidor ( $P_d$ ) menos o valor do imposto. Logo, o preço recebido pelo produtor depende das elasticidades preço da demanda e de oferta, representadas nas curvas de oferta e demanda pelas constantes  $b$  e  $d$ . Então, tem-se:

$$a - bP_d = c + dP_o \quad (54)$$

e

$$P_o = P_d - t \quad (55)$$

sendo que  $t$  é o valor da tarifa.

Substituindo  $P_o$  na condição de equilíbrio anterior tem-se:



$$a - bP_d = c + d(P_d - t) \quad (56)$$

$$a - c = bP_d + dP_d - dt \quad (57)$$

$$a - c = P_d(b+d) - dt \quad (58)$$

$$P_d = (a - c + dt) / b + d \quad (59)$$

Da mesma forma para  $P_o$ , tem-se:

$$P_o = (a - c - bt) / d + b \quad (60)$$

Portanto, com a informação do preço recebido pelo ofertante, e como já se dispõem das funções de oferta e demanda, pode-se calcular a receita total que se originará desta nova situação de equilíbrio, como mostra a figura 1.

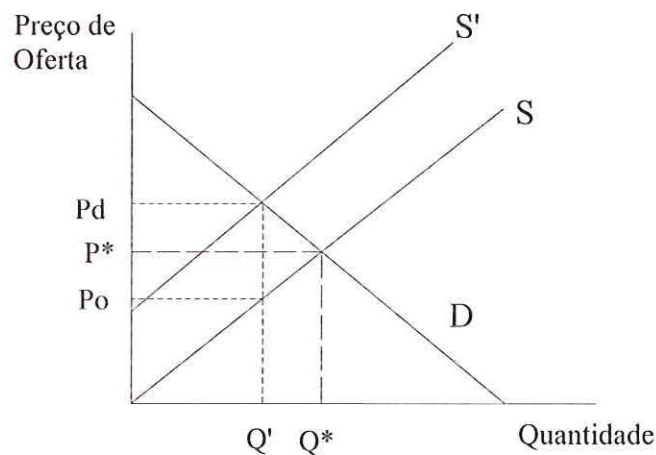


Figura 1: Efeito de um imposto

Como o objetivo deste estudo não é derivar as curvas de demanda e oferta das empresas anteriormente citadas, a indicação qualitativa das elasticidades preço da demanda das mesmas já é suficiente para uma avaliação do comportamento da receita total e, conseqüentemente, *coecetiris paribus*, da lucratividade e da liquidez destas empresas.

Uma outra forma de análise da capacidade de pagamento está relacionada com as curvas de custo e receita de uma empresa. Como o lucro representa a diferença entre as receitas (totais) e custos (totais), se for possível obter as funções de receita e custo de uma empresa é possível alcançar a maximização do lucro. Como

isso é feito? Como a curva de receita (total), geralmente, possui inclinação ascendente, mas decrescente e a curva de custo (total), geralmente, uma inclinação ascendente e crescente, a diferença máxima entre estas inclinações maximiza o lucro total. As inclinações da receita e do custo representam, respectivamente, a receita marginal e o custo marginal, ou seja a receita oriunda de uma unidade adicional produzida e o custo adicional referente a uma unidade adicional produzida. Ou seja, o lucro total é maximizado quando a receita marginal é igual ao custo marginal, ou as inclinações das curvas de receita (total) e custo (total) devem ser iguais.

Intuitivamente pode-se pensar que a diferença entre a receita marginal e o custo marginal produz uma quantidade de excedente que será máxima no nível de produção onde o custo marginal se iguala a receita marginal, além deste ponto os custos se tornam maiores que as receitas marginais subtraindo excedente daquele ponto. Em pontos anteriores, a igualdade entre o custo marginal e a receita marginal a receita é maior que o custo e o excedente pode ser incrementado com aumentos na produção. Matematicamente, tem-se:

$$\pi(q) = R(q) - C(q) \quad (61)$$

Chiang (1982) enfatiza que para se alcançar o nível de produção que maximizaria o lucro, é preciso que a condição necessária para um máximo,  $d\pi/dQ = 0$ , seja satisfeita. Para tanto, diferencia-se (1) em relação a  $Q$ , igualando a derivada resultante a zero:

$$d\pi/dQ = \pi'(Q) = R'(Q) - C'(Q) = 0 \quad (62)$$

se,

$$R'(Q) = C'(Q) \quad (63)$$

tem-se que a quantidade ótima (de equilíbrio),  $Q^*$ , precisa satisfazer a equação  $R'(Q^*) = C'(Q^*)$ , ou  $RMg = CMg$ . Esta é a condição de primeira ordem para a maximização do lucro. Mas, a condição de primeira ordem pode gerar um mínimo ao invés de um máximo. Logo, necessita-se da condição de segunda ordem, qual seja:

$$d^2\pi/dQ^2 = \pi'(Q) = R''(Q) - C''(Q) < 0 \quad (64)$$

se,

$$R''(Q) < C''(Q) \quad (65)$$

para um nível de produção  $Q^*$  que satisfaça  $R'(Q) = C'(Q)$ , a satisfação da condição de segunda ordem  $R''(Q) < C''(Q)$  será suficiente para apontá-lo como maximizador do lucro. Chiang (1982) menciona que o significado econômico desta demonstração pode ser entendido da seguinte forma: “... se a taxa de mudança da RMg é menor do que a taxa de mudança do CMg no nível de produção em que  $CMg = RMg$ , então esse nível maximiza o lucro.”

Estas condições para a maximização do lucro são válidas para qualquer empresa em qualquer estrutura de mercado.

Após a definição da condição de maximização de lucros parte-se para a análise da determinação do lucro obtido através das curvas de receita e custo. A quantidade otimizada de lucros gera, através da curva de demanda, ou seja, da curva de receita média, o preço maximizador de lucros, ou seja, o preço decorrente da igualdade entre a receita marginal e do lucro marginal. Para se estabelecer o lucro (total) se faz necessária a curva de custo médio, ou seja a razão entre o custo (total) e a quantidade produzida. A diferença entre a receita média e o custo médio nos dá a medida do lucro da empresa. A figura 2 representa esta condição graficamente.

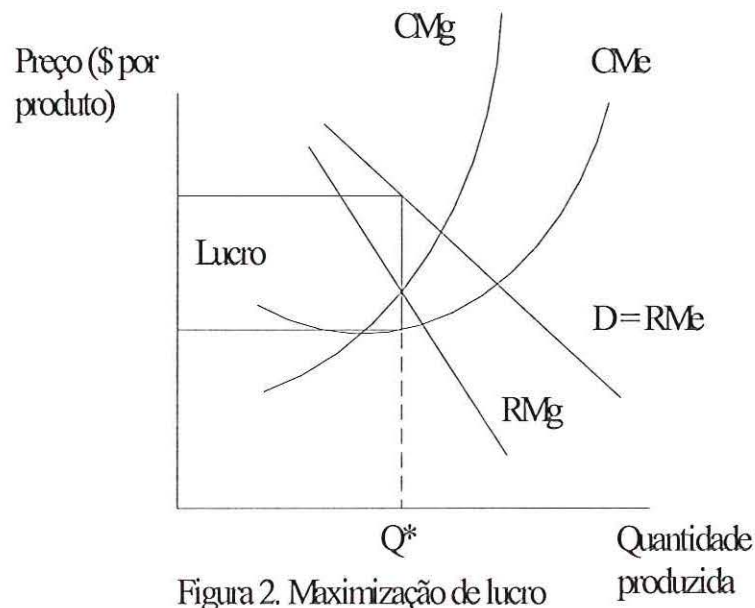


Figura 2. Maximização de lucro

Assim, se o preço estiver acima do custo médio a empresa está numa situação de lucro puro positivo. Dependendo da estrutura do mercado, haverá entradas de novas empresas, atraídas por este lucro positivo, o que resultará numa diminuição do preço, implicando num lucro econômico zero e, então, não haverá mais incentivos para novas entradas. Esta situação é característica da concorrência perfeita num equilíbrio de longo prazo. Essa análise vale para todas as estruturas de mercado, mas o lucro econômico zero, em condições de mercado não se verifica, por exemplo, no monopólio, na concorrência monopolística ou no oligopólio. Isto é verdade porque nestes mercados as empresas possuem poder de monopólio, ou seja, a curva de demanda possui inclinação descendente e se torna possível cobrar um preço maior do que seu custo marginal. No caso do monopólio, o preço é exatamente a curva de demanda do mercado, portanto, como no monopólio poucas empresas dominam o mercado e suas produções influenciam o preço de mercado, elas são capazes de manter um lucro econômico positivo, ou seja o preço é maior do que o custo médio.

É justamente a diferença entre o preço e o custo médio que pode ser viabilizada a análise da capacidade de pagamento frente a imposição da cobrança pelo uso da água bruta. O significado do lucro econômico zero é o seguinte: neste ponto todos os fatores de produção estão sendo remunerados, não há prejuízo econômico, pois as alternativas de investimentos foram consideradas na análise, e a

empresa continua viável em termos de rentabilidade. Portanto, a diferença entre o preço e o custo médio nos dá a capacidade de pagamento máxima de uma empresa.

Se a cobrança, artificialmente, fizer com que o custo médio se iguale ao preço, pode-se dizer que a empresa é capaz de pagar este incremento de custo, ou seja, se o custo marginal for acrescido pela cobrança a tal ponto que a maximização de lucros imponha um custo médio igual ao preço, esse acréscimo de custo médio, ocasionado pelo custo marginal, é a capacidade máxima de pagamento de uma empresa, seja ela competitiva ou não.

Logo, tanto a análise financeira, quanto a análise realizada pela teoria marginalista podem ser utilizadas na investigação da capacidade de pagamento. Como não foi possível obter as funções de custo e receita total das empresas supra citadas, para efeito deste estudo, somente a análise financeira é considerada na determinação da capacidade de pagamento.

#### **4. RESULTADOS OBTIDOS E CONSIDERAÇÕES**

Neste capítulo são discutidos os resultados obtidos com a aplicação da metodologia desenvolvida por Souza (1995) para a cobrança pelo uso da água bruta, bem como a capacidade de pagamento dos setores industrial e agrícola na bacia do rio Atibaia. Os valores a serem cobrados são confrontados com a capacidade de pagamento dos agentes econômicos de cada setor, verificando a viabilidade econômica da metodologia proposta e se existe um incentivo para a utilização mais racional dos recursos hídricos.

A análise dos resultados obtidos também visa atribuir uma estreita relação entre a gestão dos recursos hídricos e a gestão ambiental, enfatizando o papel fundamental do uso e ocupação do solo que, através do zoneamento, visa indicar as vocações e suscetibilidades do meio. Estas suscetibilidades e vocações revelam locais mais apropriados para a localização de certas atividades econômicas. A metodologia proposta por Souza (1995) procura enfatizar estas informações, penalizando os agentes econômicos instalados em locais onde a escassez relativa da água é mais significativa, tornando a gestão dos recursos hídricos integrada com a gestão ambiental.

##### **4.1. Irrigação**

Os resultados obtidos para o setor agrícola seguem as seguintes diretrizes:

- como não foi possível obter informações a respeito do uso e ocupação do solo para o setor agrícola, o presente estudo simulou os valores a serem cobrados das diversas culturas, existentes na bacia do rio Atibaia, como se desenvolvessem em todos os municípios da bacia. Este fato não altera os resultados esperados, ao contrário, fornece um excelente comparativo entre os valores a serem cobrados, mostrando como a escassez relativa da água influencia de forma significativa na tarifa a ser paga. Para tanto, foram utilizadas as vazões  $Q_{7,10}$ ,  $Q_{95}$  e  $Q_{\text{médio}}$  do rio Atibaia. As vazões de captação das culturas analisadas foram obtidas de Araújo

(1997), que analisou a capacidade de pagamento dos irrigantes no estado do Ceará;

- as informações relativas ao consumo de água na bacia do rio Atibaia são obtidas de um estudo da Secretaria do Meio Ambiente (1994). Estas informações representam o total consumido pela irrigação. De posse das informações da demanda de água das culturas analisadas, apresentadas no estudo de Araújo (1997), o que se fez foi calcular a porcentagem da demanda de água em cada cultura e esses valores são utilizados para o cálculo do consumo na bacia do Atibaia.

A tabela 19 mostra os valores consumidos na bacia do Atibaia:

**Tabela 19. Consumo de Água por Cultura na Bacia do Rio Atibaia**

Bacia do Atibaia						
Culturas Cultivadas						
	ha	%	vol.(água) m3/ha	vol.cons. total de água	% vol. Cons.	
Cana	1647	6,00%	22000	36234000	15,78%	
Hort.	2208	8,00%	5000	11040000	4,81%	
Milho	7530	28,00%	6000	45180000	19,68%	
Frutas	7935	30,00%	15000	119025000	51,85%	
Arroz	482	2,00%	16000	7712000	3,36%	
Feijão	2077	8,00%	5000	10385000	4,52%	
			Total	229576000		

De acordo com a Secretaria do Meio Ambiente (1994) o volume de água consumido pelo setor agrícola na bacia do rio Atibaia corresponde a 1.150 litros por segundo (l/s). Para o cálculo do volume consumido por cada cultura, uma aproximação é feita usando as porcentagens da tabela anterior. Por exemplo, 15,78% dos 1.150 l/s consumidos nesta bacia são consumidos pela atividade canavieira, ou 51,85 % (596 l/s) são consumidos pela fruticultura. Como a Secretaria do Meio Ambiente (1994) considera que todo o consumo agrícola é consuntivo, ou seja, não há devolução da água consumida ao corpo d'água, esses são os valores para o cálculo da cobrança pelo consumo da água bruta.

Na medida em que a Secretaria do Meio Ambiente (1994) trabalha com compartimentos ambientais, o presente estudo considerou, para efeito do cálculo do valor a ser cobrado, o somatório das cargas remanescentes emitidas em cada compartimento ambiental.

Os compartimentos ambientais são divididos de acordo com as seguintes características: rede hídrica da bacia; principais indústrias poluidoras; pontos de lançamento de esgotos urbanos; pontos de captações urbanas; áreas urbanas da bacia; e uso do solo rural. Os compartimentos ambientais são os seguintes:

- compartimento Atibaia (C. ATI.);
- compartimento Itatiba (C. ITA.);
- compartimento Pinheiros/Anhumas (C. PAN.); e
- compartimento Salto Grande (C. SGR.)

As tabelas 20, 21 e 22 apresentam as cidades com seus respectivos compartimentos ambientais, as vazões do rio Atibaia e o somatório das cargas remanescentes de cada compartimento ambiental, informações essenciais para o cálculo do valor da cobrança:

**Tabela 20. Compartimento Ambiental, vazão de referência (Q<sub>95</sub>) e carga remanescentes na Bacia do Rio Atibaia**

Cidades	Km (Foz do Atibaia)	Comp. Ambiental	Q95 (l/s)	Soma Ce (mg/s)
Paulínia	18,5	PAN	14440	364827,43
Campinas	29,46	PAN	14140	364827,43
Valinhos	80,31	PAN	12660	364827,43
Vinhedo	80,31	PAN	12660	364827,43
Itatiba	109,98	ITA	11840	60864,70
Jarinu	141,07	ATI	9140	54141,78
Atibaia	170,5	ATI	7060	54141,78
Bom Jesus Perdões	189,9	ATI	4780	54141,78
Piracaia	211,7	ATI	5440	54141,78
Nazaré Paulista	211,72	ATI	3020	54141,78



**Tabela 21. Compartimento Ambiental, vazão ( $Q_{7,10}$ ) e carga remanescentes na Bacia do Rio Atibaia**

Cidades	Km (Foz do Atibaia)	Comp. Ambiental	$Q_{7,10}$ (l/s)	Soma Ce (mg/s)
Paulinia	18,5	PAN	7190	364827,43
Campinas	29,46	PAN	7100	364827,43
Valinhos	80,31	PAN	7790	364827,43
Vinhedo	80,31	PAN	7790	364827,43
Itatiba	109,98	ITA	6990	60864,70
Jarinu	141,07	ATI	6550	54141,78
Atibaia	170,5	ATI	5260	54141,78
Bom Jesus Perdões	189,9	ATI	4780	54141,78
Piracaia	211,7	ATI	5440	54141,78
Nazaré Paulista	211,72	ATI	3020	54141,78

**Tabela 22. Compartimento Ambiental, vazão média ( $Q_{\text{médio}}$ ) e carga remanescentes na Bacia do Rio Atibaia**

Cidades	Km (Foz do Atibaia)	Comp. Ambiental	$Q_{\text{médio}}$ (l/s)	Soma Ce (mg/s)
Paulinia	18,5	PAN	24800	364827,43
Campinas	29,46	PAN	24480	364827,43
Valinhos	80,31	PAN	22030	364827,43
Vinhedo	80,31	PAN	22030	364827,43
Itatiba	109,98	ITA	19260	60864,70
Jarinu	141,07	ATI	15300	54141,78
Atibaia	170,5	ATI	9330	54141,78
Bom Jesus Perdões	189,9	ATI	9220	54141,78
Piracaia	211,7	ATI	8140	54141,78
Nazaré Paulista	211,72	ATI	7590	54141,78

Para efetuar o cálculo são necessários os dados sobre a concentração máxima de DBO (parâmetro de poluição mais próximo a saturação) estabelecida pela legislação (CONAMA/86), a carga de saturação ( $C_s$ ) e a concentração máxima permitida de DBO no lançamento dos efluentes líquidos. Estes dados são encontrados na tabela 23, na qual as cargas de saturação são calculadas usando a vazão média, a vazão de referência ( $Q_{95}$ ) e a vazão  $Q_{7,10}$ , sendo a unidade litros por segundo (l/s).

**Tabela 23. Cargas de Saturação para a Vazão Média, Vazão de Referência e Vazão  $Q_{7,10}$**

Cidade	Rio	Classe	c DBO (mg/l)	cp (mg/l)	Cs (Qmédio)	Cs (Q95)	Cs (Q7,10)
Paulínia	Atibaia	2	5	60	124.000	72.200	35.950
Campinas	Atibaia	2	5	60	122.400	70.700	35.500
Valinhos	Atibaia	2	5	60	110.150	63.300	38.950
Vinhedo	Atibaia	2	5	60	110.150	63.300	38.950
Itatiba	Atibaia	2	5	60	96.300	59.200	34.950
Jarinu	Atibaia	2	5	60	76.500	45.700	32.750
Atibaia	Atibaia	2	5	60	46.650	35.300	26.300
Bom Jesus Perdões	Atibainha	1	3	60	27.660	14.340	14.340
Piracaia	Cachoeirinha	1	3	60	24.420	16.320	16.320
Nazaré Paulista	Atibainha	1	3	60	22.770	9.060	9.060

Com os dados da tabela 23 é possível aplicar a metodologia proposta por Souza (1995). Como a simulação é feita considerando que cada cultura é cultivada em todas as cidades da bacia, no intuito de constatar diferentes valores devido às diferenças entre a escassez relativa de água de cada cidade, as tabelas 24, 25 e 26 apresentam os resultados obtidos de cada cultura nas condições de vazões citadas:

**Tabela 24. Valores para a Cobrança na condição de Vazão Média**

<b>Cana</b>							
Cidades	I1	I2	K1	K2	Te (US\$)	Te/ha (US\$)	Te/m3 (US\$)
Paulínia	-2.71	-2.73	236.618.52	237.751.00	8.671.837.41	5.265.23	0.24
Campinas	-2.75	-2.78	238.624.43	239.781.53	8.860.374.63	5.379.71	0.24
Valinhos	-3.17	-3.21	255.554.13	256.932.08	10.551.510.33	6.406.50	0.29
Vinhedo	-3.17	-3.21	255.554.13	256.932.08	10.551.510.33	6.406.50	0.29
Itatiba	0.20	0.20	5.253.95	5.288.38	43.994.63	26.71	0.00
Jarínú	0.11	0.10	5.680.50	5.727.47	53.374.88	32.41	0.00
Atibaia	-0.46	-0.49	129.258.33	130.919.50	1.887.728.60	1.146.16	0.05
Bom Jesus Perdões	-1.47	-1.51	181.555.00	183.916.55	2.683.642.47	1.629.41	0.07
Piracaia	-1.79	-1.86	196.869.05	199.775.94	3.303.353.99	2.005.68	0.09
Nazaré Paulista	-1.99	-2.07	206.027.95	209.294.97	3.712.600.88	2.254.16	0.10
<b>Hort.</b>							
Cidades	I1	I2	K1	K2	Te (US\$)	Te/ha (US\$)	Te/m3 (US\$)
Paulínia	-2.71	-2.71	236.618.52	236.962.12	2.631.069.95	1.191.61	0.24
Campinas	-2.75	-2.76	238.624.43	238.975.48	2.688.124.02	1.217.45	0.24
Valinhos	-3.17	-3.18	255.554.13	255.971.98	3.199.664.42	1.449.12	0.29
Vinhedo	-3.17	-3.18	255.554.13	255.971.98	3.199.664.42	1.449.12	0.29
Itatiba	0.20	0.20	5.253.95	5.264.38	13.330.11	6.04	0.00
Jarínú	0.11	0.11	5.680.50	5.694.71	16.148.80	7.31	0.00
Atibaia	-0.46	-0.47	129.258.33	129.758.78	568.705.17	257.57	0.05
Bom Jesus Perdões	-1.47	-1.48	181.555.00	182.266.35	808.375.30	366.11	0.07
Piracaia	-1.79	-1.81	196.869.05	197.743.32	993.517.79	449.96	0.09
Nazaré Paulista	-1.99	-2.02	206.027.95	207.009.61	1.115.538.48	505.23	0.10
<b>Milho</b>							
Cidades	I1	I2	K1	K2	Te (US\$)	Te/ha (US\$)	Te/m3 (US\$)
Paulínia	-2.71	-2.74	236.618.52	238.032.72	10.829.129.50	1.438.13	0.24
Campinas	-2.75	-2.79	238.624.43	240.069.41	11.064.788.12	1.469.43	0.24
Valinhos	-3.17	-3.21	255.554.13	257.275.20	13.178.919.70	1.750.19	0.29
Vinhedo	-3.17	-3.21	255.554.13	257.275.20	13.178.919.70	1.750.19	0.29
Itatiba	0.20	0.19	5.253.95	5.296.97	54.965.75	7.30	0.00
Jarínú	0.11	0.10	5.680.50	5.739.21	66.719.91	8.86	0.00
Atibaia	-0.46	-0.50	129.258.33	131.338.03	2.363.342.12	313.86	0.05
Bom Jesus Perdões	-1.47	-1.53	181.555.00	184.511.69	3.359.952.24	446.21	0.07
Piracaia	-1.79	-1.87	196.869.05	200.510.53	4.138.140.59	549.55	0.09
Nazaré Paulista	-1.99	-2.09	206.027.95	210.121.99	4.652.416.48	617.85	0.10
<b>Frutas</b>							
Cidades	I1	I2	K1	K2	Te (US\$)	Te/ha (US\$)	Te/m3 (US\$)
Paulínia	-2.71	-2.80	236.618.52	240.391.05	28.887.807.33	3.640.56	0.24
Campinas	-2.75	-2.85	238.624.43	242.479.70	29.521.352.22	3.720.40	0.25
Valinhos	-3.17	-3.29	255.554.13	260.152.60	35.212.409.03	4.437.61	0.30
Vinhedo	-3.17	-3.29	255.554.13	260.152.60	35.212.409.03	4.437.61	0.30
Itatiba	0.20	0.18	5.253.95	5.369.19	147.223.88	18.55	0.00
Jarínú	0.11	0.07	5.680.50	5.838.45	179.495.06	22.62	0.00
Atibaia	-0.46	-0.56	129.258.33	134.927.44	6.442.311.58	811.89	0.05
Bom Jesus Perdões	-1.47	-1.64	181.555.00	189.618.17	9.162.899.17	1.154.74	0.08
Piracaia	-1.79	-2.01	196.869.05	206.847.65	11.339.572.60	1.429.06	0.10
Nazaré Paulista	-1.99	-2.25	206.027.95	217.280.47	12.787.229.50	1.611.50	0.11
<b>Arroz</b>							
Cidades	I1	I2	K1	K2	Te (US\$)	Te/ha (US\$)	Te/m3 (US\$)
Paulínia	-2.71	-2.71	236.618.52	236.858.41	1.836.915.01	3.811.03	0.24
Campinas	-2.75	-2.76	238.624.43	238.869.52	1.876.734.39	3.893.64	0.24
Valinhos	-3.17	-3.18	255.554.13	255.845.84	2.233.730.13	4.634.29	0.29
Vinhedo	-3.17	-3.18	255.554.13	255.845.84	2.233.730.13	4.634.29	0.29
Itatiba	0.20	0.20	5.253.95	5.261.23	9.304.93	19.30	0.00
Jarínú	0.11	0.11	5.680.50	5.690.42	11.270.34	23.38	0.00
Atibaia	-0.46	-0.47	129.258.33	129.607.40	396.681.44	822.99	0.05
Bom Jesus Perdões	-1.47	-1.48	181.555.00	182.051.17	563.845.38	1.169.80	0.07
Piracaia	-1.79	-1.81	196.869.05	197.478.74	692.844.55	1.437.44	0.09
Nazaré Paulista	-1.99	-2.01	206.027.95	206.712.44	777.841.18	1.613.78	0.10
<b>Feijão</b>							
Cidades	I1	I2	K1	K2	Te (US\$)	Te/ha (US\$)	Te/m3 (US\$)
Paulínia	-2.71	-2.71	236.618.52	236.941.70	2.474.698.65	1.191.48	0.24
Campinas	-2.75	-2.76	238.624.43	238.954.62	2.528.358.23	1.217.31	0.24
Valinhos	-3.17	-3.18	255.554.13	255.947.14	3.009.458.60	1.448.94	0.29
Vinhedo	-3.17	-3.18	255.554.13	255.947.14	3.009.458.60	1.448.94	0.29
Itatiba	0.20	0.20	5.253.95	5.263.76	12.537.43	6.04	0.00
Jarínú	0.11	0.11	5.680.50	5.693.87	15.187.93	7.31	0.00
Atibaia	-0.46	-0.47	129.258.33	129.728.95	534.808.03	257.49	0.05
Bom Jesus Perdões	-1.47	-1.48	181.555.00	182.223.95	760.190.19	366.00	0.07
Piracaia	-1.79	-1.81	196.869.05	197.691.18	934.260.00	449.81	0.09
Nazaré Paulista	-1.99	-2.02	206.027.95	206.951.03	1.048.977.22	505.04	0.10

Tabela 25. Valores para a Cobrança na condição de Vazão de Referência (Q<sub>95</sub>)

Cana							
Cidades	I1	I2	K1	K2	Te (US\$)	Te/ha (US\$)	Te/m3 (US\$)
Paulínia	-5.36	-5.44	336.297.51	339.073.94	21.260.313.35	12.908.51	0.59
Campinas	-5.50	-5.58	340.918.22	343.793.16	22.014.595.58	13.366.48	0.61
Valinhos	-6.26	-6.36	366.319.82	369.774.43	26.453.384.81	16.061.56	0.73
Vinhedo	-6.26	-6.36	366.319.82	369.774.43	26.453.384.81	16.061.56	0.73
Italiba	-0.29	-0.31	7.349.97	7.428.74	100.623.06	61.09	0.00
Jarinu	-0.49	-0.52	8.105.33	8.218.29	128.364.59	77.94	0.00
Atibaia	-0.93	-0.98	154.938.22	157.583.55	3.006.120.34	1.825.21	0.08
Bom Jesus Perdões	-3.75	-3.94	278.262.81	285.353.41	8.057.669.32	4.892.33	0.22
Piracaia	-3.18	-3.32	255.825.61	261.531.09	6.483.645.36	3.936.64	0.18
Nazaré Paulista	-6.53	-7.01	375.041.04	390.459.48	17.521.346.53	10.638.34	0.48
Hort.							
Cidades	I1	I2	K1	K2	Te (US\$)	Te/ha (US\$)	Te/m3 (US\$)
Paulínia	-5.36	-5.39	336.297.51	337.137.32	6.430.824.48	2.912.51	0.58
Campinas	-5.50	-5.52	340.918.22	341.787.69	6.657.945.24	3.015.37	0.60
Valinhos	-6.26	-6.29	366.319.82	367.363.69	7.993.382.36	3.620.19	0.72
Vinhedo	-6.26	-6.29	366.319.82	367.363.69	7.993.382.36	3.620.19	0.72
Italiba	-0.29	-0.30	7.349.97	7.373.75	30.380.94	13.76	0.00
Jarinu	-0.49	-0.50	8.105.33	8.139.34	38.651.63	17.51	0.00
Atibaia	-0.93	-0.95	154.938.22	155.732.23	902.300.97	408.65	0.08
Bom Jesus Perdões	-3.75	-3.81	278.262.81	280.375.57	2.400.909.99	1.087.37	0.22
Piracaia	-3.18	-3.22	255.825.61	257.530.35	1.937.249.72	877.38	0.18
Nazaré Paulista	-6.53	-6.67	375.041.04	379.573.60	5.150.753.00	2.332.77	0.47
Milho							
Cidades	I1	I2	K1	K2	Te (US\$)	Te/ha (US\$)	Te/m3 (US\$)
Paulínia	-5.36	-5.46	336.297.51	339.768.43	26.578.258.06	3.529.65	0.59
Campinas	-5.50	-5.60	340.918.22	344.512.48	27.522.748.56	3.655.08	0.61
Valinhos	-6.26	-6.39	366.319.82	370.640.15	33.082.550.79	4.393.43	0.73
Vinhedo	-6.26	-6.39	366.319.82	370.640.15	33.082.550.79	4.393.43	0.73
Italiba	-0.29	-0.32	7.349.97	7.448.51	125.875.00	16.72	0.00
Jarinu	-0.49	-0.53	8.105.33	8.246.78	160.736.08	21.35	0.00
Atibaia	-0.93	-1.00	154.938.22	158.254.47	3.768.549.11	500.47	0.08
Bom Jesus Perdões	-3.75	-3.99	278.262.81	287.175.58	10.128.360.99	1.345.07	0.22
Piracaia	-3.18	-3.36	255.825.61	262.990.05	8.141.581.99	1.081.22	0.18
Nazaré Paulista	-6.53	-7.14	375.041.04	394.519.24	22.134.811.41	2.939.55	0.49
Erutas							
Cidades	I1	I2	K1	K2	Te (US\$)	Te/ha (US\$)	Te/m3 (US\$)
Paulínia	-5.36	-5.64	336.297.51	345.642.28	71.556.724.74	9.017.86	0.60
Campinas	-5.50	-5.78	340.918.22	350.599.65	74.134.697.93	9.342.75	0.62
Valinhos	-6.26	-6.62	366.319.82	377.988.17	89.349.302.24	11.260.15	0.75
Vinhedo	-6.26	-6.62	366.319.82	377.988.17	89.349.302.24	11.260.15	0.75
Italiba	-0.29	-0.36	7.349.97	7.616.74	340.791.30	42.95	0.00
Jarinu	-0.49	-0.60	8.105.33	8.491.52	438.856.30	55.31	0.00
Atibaia	-0.93	-1.11	154.938.22	164.083.73	10.392.856.36	1.309.75	0.09
Bom Jesus Perdões	-3.75	-4.43	278.262.81	303.433.72	28.603.924.67	3.604.78	0.24
Piracaia	-3.18	-3.69	255.825.61	275.875.85	22.784.856.55	2.871.44	0.19
Nazaré Paulista	-6.53	-8.38	375.041.04	432.676.40	65.496.159.99	8.254.08	0.55
Arroz							
Cidades	I1	I2	K1	K2	Te (US\$)	Te/ha (US\$)	Te/m3 (US\$)
Paulínia	-5.36	-5.38	336.297.51	336.883.60	4.487.967.36	9.311.14	0.58
Campinas	-5.50	-5.52	340.918.22	341.525.00	4.646.376.75	9.639.79	0.60
Valinhos	-6.26	-6.28	366.319.82	367.048.22	5.577.699.07	11.571.99	0.72
Vinhedo	-6.26	-6.28	366.319.82	367.048.22	5.577.699.07	11.571.99	0.72
Italiba	-0.29	-0.30	7.349.97	7.366.57	21.197.30	43.98	0.00
Jarinu	-0.49	-0.50	8.105.33	8.129.05	26.958.34	55.93	0.00
Atibaia	-0.93	-0.94	154.938.22	155.491.79	629.068.59	1.305.12	0.08
Bom Jesus Perdões	-3.75	-3.79	278.262.81	279.734.40	1.672.293.76	3.469.49	0.22
Piracaia	-3.18	-3.21	255.825.61	257.013.43	1.349.822.22	2.800.46	0.18
Nazaré Paulista	-6.53	-6.62	375.041.04	378.192.66	3.581.471.03	7.430.44	0.46
Feijão							
Cidades	I1	I2	K1	K2	Te (US\$)	Te/ha (US\$)	Te/m3 (US\$)
Paulínia	-5.36	-5.39	336.297.51	337.087.35	6.048.147.68	2.911.96	0.58
Campinas	-5.50	-5.52	340.918.22	341.735.95	6.261.728.16	3.014.79	0.60
Valinhos	-6.26	-6.29	366.319.82	367.301.55	7.517.523.34	3.619.41	0.72
Vinhedo	-6.26	-6.29	366.319.82	367.301.55	7.517.523.34	3.619.41	0.72
Italiba	-0.29	-0.30	7.349.97	7.372.34	28.571.73	13.76	0.00
Jarinu	-0.49	-0.50	8.105.33	8.137.32	36.347.35	17.50	0.00
Atibaia	-0.93	-0.95	154.938.22	155.684.83	848.440.01	408.49	0.08
Bom Jesus Perdões	-3.75	-3.81	278.262.81	280.249.08	2.257.172.45	1.086.75	0.22
Piracaia	-3.18	-3.22	255.825.61	257.428.41	1.821.398.22	876.94	0.18
Nazaré Paulista	-6.53	-6.66	375.041.04	379.300.80	4.840.745.61	2.330.64	0.47

**Tabela 26. Valores para a Cobrança na condição de Vazão Q<sub>7,10</sub>**

Cana							
Cidades	I1	I2	K1	K2	Te (US\$)	Te/ha (US\$)	Te/m3 (US\$)
Paulínia	-11.78	-12.11	529.137.50	538.004.87	67.901.043.73	41.227.11	1.87
Campinas	-11.94	-12.28	533.487.68	542.543.73	69.345.823.14	42.104.32	1.91
Valinhos	-10.80	-11.08	502.276.64	510.032.81	59.392.193.32	36.060.83	1.64
Vinhedo	-10.80	-11.08	502.276.64	510.032.81	59.392.193.32	36.060.83	1.64
Itatiba	-1.19	-1.25	10.573.27	10.766.96	247.443.97	150.24	0.01
Jarinu	-1.08	-1.14	10.200.40	10.400.12	226.957.59	137.80	0.01
Atibaia	-1.59	-1.69	187.603.48	191.934.84	4.922.116.34	2.988.53	0.14
om Jesus Perdões	-3.75	-3.94	278.262.81	285.353.41	8.057.669.32	4.892.33	0.22
Piracaia	-3.18	-3.32	255.825.61	261.531.09	6.483.645.36	3.936.64	0.18
Nazaré Paulista	-6.53	-7.01	375.041.04	390.459.48	17.521.346.53	10.638.34	0.48
Hort.							
Cidades	I1	I2	K1	K2	Te	Te/ha	Te/m3
Paulínia	-11.78	-11.88	529.137.50	531.799.82	20.386.423.30	9.232.98	1.85
Campinas	-11.94	-12.04	533.487.68	536.206.13	20.816.256.02	9.427.65	1.89
Valinhos	-10.80	-10.88	502.276.64	504.608.01	17.852.258.01	8.085.26	1.62
Vinhedo	-10.80	-10.88	502.276.64	504.608.01	17.852.258.01	8.085.26	1.62
Itatiba	-1.19	-1.21	10.573.27	10.631.37	74.232.75	33.62	0.01
Jarinu	-1.08	-1.10	10.200.40	10.260.25	68.014.75	30.80	0.01
Atibaia	-1.59	-1.62	187.603.48	188.896.76	1.469.675.63	665.61	0.13
om Jesus Perdões	-3.75	-3.81	278.262.81	280.375.57	2.400.909.99	1.087.37	0.22
Piracaia	-3.18	-3.22	255.825.61	257.530.35	1.937.249.72	877.38	0.18
Nazaré Paulista	-6.53	-6.67	375.041.04	379.573.60	5.150.753.00	2.332.77	0.47
Milho							
Cidades	I1	I2	K1	K2	Te	Te/ha	Te/m3
Paulínia	-11.78	-12.20	529.137.50	540.252.75	85.113.967.35	11.303.32	1.88
Campinas	-11.94	-12.37	533.487.68	544.840.22	86.930.982.16	11.544.62	1.92
Valinhos	-10.80	-11.15	502.276.64	511.994.95	74.417.067.57	9.882.74	1.65
Vinhedo	-10.80	-11.15	502.276.64	511.994.95	74.417.067.57	9.882.74	1.65
Itatiba	-1.19	-1.27	10.573.27	10.816.13	310.260.52	41.20	0.01
Jarinu	-1.08	-1.16	10.200.40	10.450.92	284.683.20	37.81	0.01
Atibaia	-1.59	-1.71	187.603.48	193.043.78	6.182.300.36	821.02	0.14
om Jesus Perdões	-3.75	-3.99	278.262.81	287.175.58	10.128.360.99	1.345.07	0.22
Piracaia	-3.18	-3.36	255.825.61	262.990.05	8.141.581.99	1.081.22	0.18
Nazaré Paulista	-6.53	-7.14	375.041.04	394.519.24	22.134.811.41	2.939.55	0.49
Frutas							
Cidades	I1	I2	K1	K2	Te	Te/ha	Te/m3
Paulínia	-11.78	-12.94	529.137.50	559.764.18	234.520.949.87	29.555.26	1.97
Campinas	-11.94	-13.13	533.487.68	564.787.02	239.671.757.22	30.204.38	2.01
Valinhos	-10.80	-11.77	502.276.64	528.956.96	204.302.124.32	25.746.96	1.72
Vinhedo	-10.80	-11.77	502.276.64	528.956.96	204.302.124.32	25.746.96	1.72
Itatiba	-1.19	-1.40	10.573.27	11.244.13	857.024.46	108.01	0.01
Jarinu	-1.08	-1.29	10.200.40	10.894.74	789.040.41	99.44	0.01
Atibaia	-1.59	-1.92	187.603.48	202.862.67	17.340.367.38	2.185.30	0.15
om Jesus Perdões	-3.75	-4.43	278.262.81	303.433.72	28.603.924.67	3.604.78	0.24
Piracaia	-3.18	-3.69	255.825.61	275.875.85	22.784.856.55	2.871.44	0.19
Nazaré Paulista	-6.53	-8.38	375.041.04	432.676.40	65.496.159.99	8.254.08	0.55
Arroz							
Cidades	I1	I2	K1	K2	Te	Te/ha	Te/m3
Paulínia	-11.78	-11.85	529.137.50	530.993.69	14.213.567.76	29.488.73	1.84
Campinas	-11.94	-12.01	533.487.68	535.382.96	14.512.894.07	30.109.74	1.88
Valinhos	-10.80	-10.85	502.276.64	503.902.33	12.448.584.47	25.826.94	1.61
Vinhedo	-10.80	-10.85	502.276.64	503.902.33	12.448.584.47	25.826.94	1.61
Itatiba	-1.19	-1.21	10.573.27	10.613.77	51.750.28	107.37	0.01
Jarinu	-1.08	-1.09	10.200.40	10.242.12	47.408.98	98.36	0.01
Atibaia	-1.59	-1.61	187.603.48	188.504.52	1.023.939.41	2.124.36	0.13
om Jesus Perdões	-3.75	-3.79	278.262.81	279.734.40	1.672.293.76	3.469.49	0.22
Piracaia	-3.18	-3.21	255.825.61	257.013.43	1.349.822.22	2.800.46	0.18
Nazaré Paulista	-6.53	-6.62	375.041.04	378.192.66	3.581.471.03	7.430.44	0.46
Feljão							
Cidades	I1	I2	K1	K2	Te	Te/ha	Te/m3
Paulínia	-11.78	-11.87	529.137.50	531.640.92	19.169.633.33	9.229.48	1.85
Campinas	-11.94	-12.04	533.487.68	536.043.86	19.573.716.19	9.424.03	1.88
Valinhos	-10.80	-10.88	502.276.64	504.468.92	16.787.216.39	8.082.43	1.62
Vinhedo	-10.80	-10.88	502.276.64	504.468.92	16.787.216.39	8.082.43	1.62
Itatiba	-1.19	-1.21	10.573.27	10.627.90	69.800.65	33.61	0.01
Jarinu	-1.08	-1.10	10.200.40	10.256.68	63.952.17	30.79	0.01
Atibaia	-1.59	-1.62	187.603.48	188.819.40	1.381.762.05	665.27	0.13
om Jesus Perdões	-3.75	-3.81	278.262.81	280.249.08	2.257.172.45	1.086.75	0.22
Piracaia	-3.18	-3.22	255.825.61	257.428.41	1.821.398.22	876.94	0.18
Nazaré Paulista	-6.53	-6.66	375.041.04	379.300.80	4.840.745.61	2.330.64	0.47

Os resultados desta aplicação são bastante esclarecedores. Os compartimentos ambientais que possuem alta carga de DBO remanescente, ou seja, nos quais o corpo d'água está totalmente saturado, os valores a serem cobrados são, significativamente maiores do que aqueles cuja saturação ainda não foi alcançada. O compartimento ambiental Pinheiros/Anhumas é o que apresenta os maiores valores para a cobrança.

Neste compartimento a água de qualidade praticamente inexistente, ou seja, a escassez relativa deste recurso na região é extremamente elevada, se considerado o fator qualidade. Como a demanda de água neste compartimento é elevada e sua escassez relativa é alta, os valores a serem cobrados são os maiores encontrados na bacia do Atibaia, referente à irrigação.

Os dados relativos aos valores a serem cobrados serão confrontados com a capacidade de pagamento de cada cultura (média do Estado de São Paulo), identificando o impacto que estes valores provocariam nos irrigantes da região. Outra constatação que pode ser derivada se relaciona ao incentivo que estes valores geram para a minimização do consumo de água, ou seja, se os valores que seriam cobrados induziriam uma utilização mais racional dos recursos hídricos.

Para efeito do cálculo da capacidade de pagamento dos irrigantes, os dados de custos e despesas foram obtidos de um periódico anual chamado *Agriannual 2000*. Este periódico apresenta os custos e receitas médias, por setor, dos principais centros produtores. Os dados utilizados para as culturas supra citadas são as médias do Estado de São Paulo, representando, então, a capacidade de pagamento média por cultura. No item subsistência da família não foi possível a obtenção de dados para o cálculo dos valores a serem considerados, logo são simuladas porcentagens em relação à renda líquida em dinheiro como forma de se obter os valores que servem para o cálculo da capacidade de pagamento como proposta por França (1990).

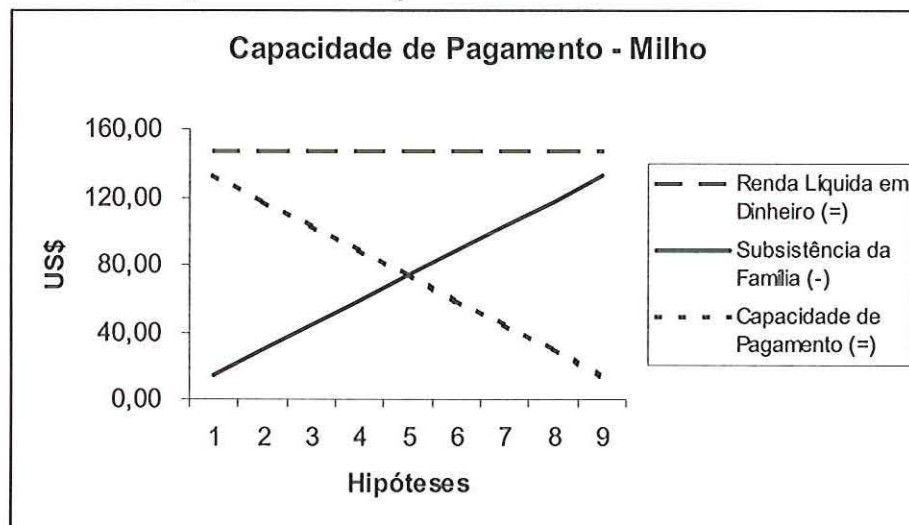
As tabelas a seguir apresentam os cálculos da capacidade de pagamento para cada cultura considerada neste estudo:

**Tabela 27. Capacidade de Pagamento da Cultura de Milho**

Cultura	Milho
Discriminação	Valores em US\$/ha (1999)
Renda Bruta	615,00
Custo Operacional (-)	449,15
Margem Bruta (=)	165,85
Custo Fixo (-)	18,94
Renda Líquida (=)	146,91
Mão-de-Obra Familiar (-)	0,00
Renda Líquida 1 (=)	146,91
Custos Não-Transferidos (+)	0,00
Renda Líquida em Dinheiro (=)	146,91
Hectares Plantados	7.530,00 ha
Capacidade de Pagamento	
Hipóteses	Total (US\$) US\$/ha
1,00	995.609,07 132,22
2,00	884.985,84 117,53
3,00	774.362,61 102,84
4,00	663.739,38 88,15
5,00	553.116,15 73,46
6,00	442.492,92 58,76
7,00	331.869,69 44,07
8,00	221.246,46 29,38
9,00	110.623,23 14,69

Considerando as nove hipóteses (renda para a subsistência familiar de 10 a 90% da renda líquida em dinheiro) e a renda líquida em dinheiro como US\$ 146,91 obtem-se os valores para a capacidade de pagamento da cultura de milho. O gráfico a seguir apresenta o comparativo entre a renda líquida em dinheiro, capacidade de pagamento e renda para a subsistência familiar.

**Gráfico 1. Capacidade de Pagamento - Milho**



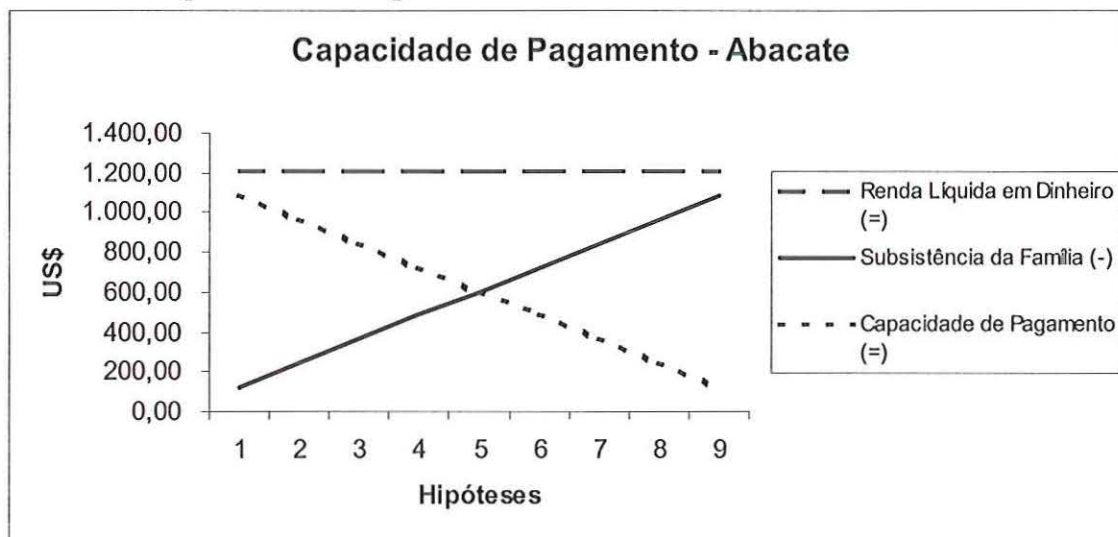
A seguir são apresentados as tabelas e os gráficos referentes as demais culturas consideradas neste estudo. As hipóteses consideradas na cultura de milho se estendem para as demais culturas.

**Tabela 28. Capacidade de Pagamento da Cultura de Abacate**

Cultura		Abacate	
Valores em US\$/ha (1999)			
	Renda Bruta	2.047,00	
	Custo Operacional (-)	771,18	
	Margem Bruta (=)	1.275,82	
	Custo Fixo (-)	69,82	
	Renda Líquida (=)	1.206,00	
	Mão-de-Obra Familiar (-)	0,00	
	Renda Líquida 1 (=)	1.206,00	
	Custos Não-Transferidos (+)	0,00	
	Renda Líquida em Dinheiro (=)	1.206,00	
	Hectares Plantados	7.530,00 ha	
Capacidade de Pagamento			
Hipóteses	Total (US\$)	US\$/ha	
1	8.173.062,00	1.085,40	
2	7.264.944,00	964,80	
3	6.356.826,00	844,20	
4	5.448.708,00	723,60	
5	4.540.590,00	603,00	
6	3.632.472,00	482,40	
7	2.724.354,00	361,80	
8	1.816.236,00	241,20	
9	908.118,00	120,60	



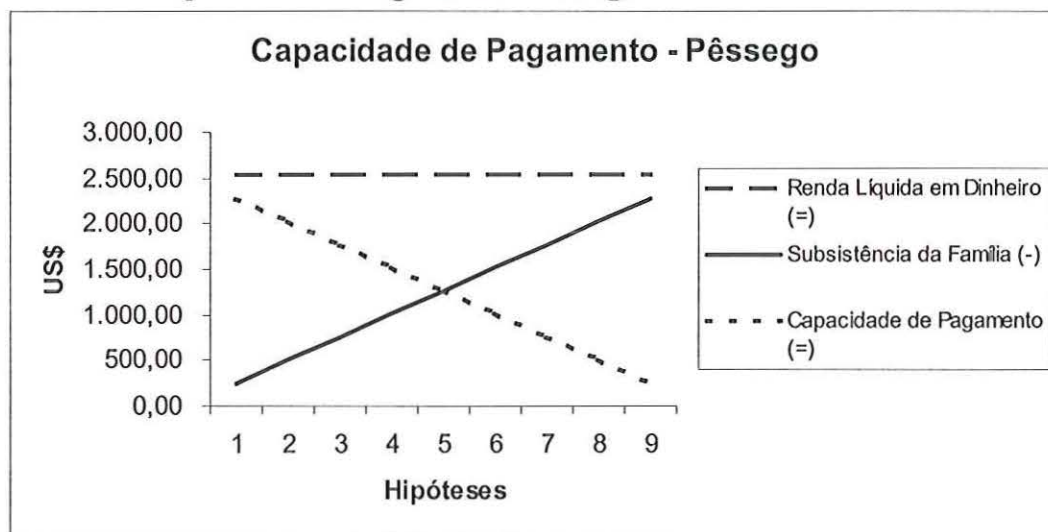
**Gráfico 2. Capacidade de Pagamento - Abacate**



**Tabela 29. Capacidade de Pagamento da Cultura de Pêssego**

Cultura	Pêssego	
	Valores em US\$/ha (1999)	
Renda Bruta		5.787,00
Custo Operacional (-)		2.970,16
Margem Bruta (=)		2.816,84
Custo Fixo (-)		285,40
Renda Líquida (=)		2.531,44
Mão-de-Obra Familiar (-)		0,00
Renda Líquida 1 (=)		2.531,44
Custos Não-Transferidos (+)		0,00
Renda Líquida em Dinheiro (=)		2.531,44
Hectares Plantados		7.530,00 ha
Capacidade de Pagamento		
Hipóteses	Total (US\$)	US\$/ha
1	17.155.568,88	2.278,30
2	15.249.394,56	2.025,15
3	13.343.220,24	1.772,01
4	11.437.045,92	1.518,86
5	9.530.871,60	1.265,72
6	7.624.697,28	1.012,58
7	5.718.522,96	759,43
8	3.812.348,64	506,29
9	1.906.174,32	253,14

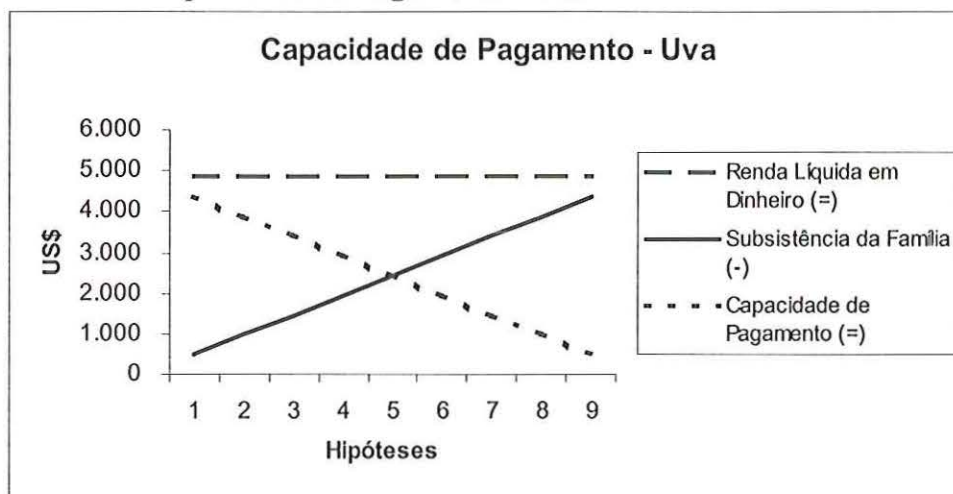
**Gráfico 3. Capacidade de Pagamento - Pêssego**



**Tabela 30. Capacidade de Pagamento da Cultura de Uva**

Cultura		Uva	
Valores em US\$/ha (1999)			
	Renda Bruta		13.012,00
	Custo Operacional (-)		7.679,36
	Margem Bruta (=)		5.332,64
	Custo Fixo (-)		473,80
	Renda Líquida (=)		4.858,84
	Mão-de-Obra Familiar (-)		0,00
	Renda Líquida 1 (=)		4.858,84
	Custos Não-Transferidos (+)		0,00
	Renda Líquida em Dinheiro (=)		4.858,84
	Hectares Plantados		7.530,00 ha
	Capacidade de Pagamento		
Hipóteses	Total (US\$)	US\$/ha	
1	32.928.358,68	4.372,96	
2	29.269.652,16	3.887,07	
3	25.610.945,64	3.401,19	
4	21.952.239,12	2.915,30	
5	18.293.532,60	2.429,42	
6	14.634.826,08	1.943,54	
7	10.976.119,56	1.457,65	
8	7.317.413,04	971,77	
9	3.658.706,52	485,88	

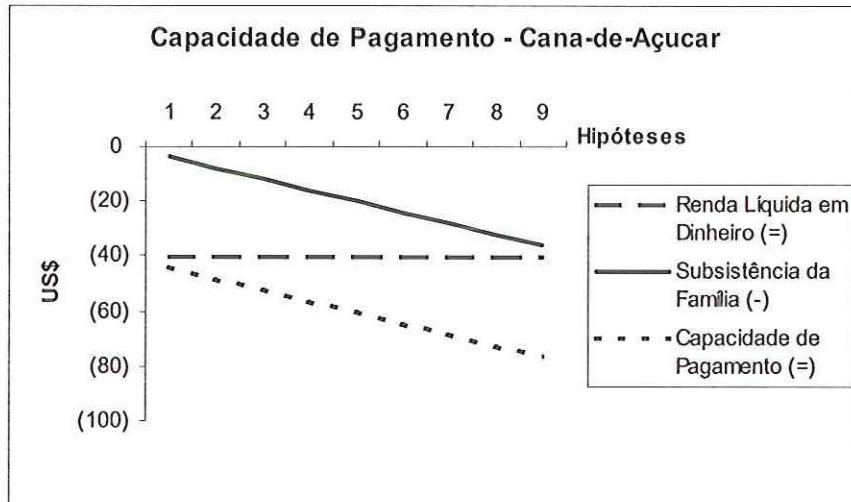
**Gráfico 4. Capacidade de Pagamento - Uva**



**Tabela 31. Capacidade de Pagamento da Cultura de Cana-de-Açúcar**

Cultura		Cana-de-Açúcar	
Valores em US\$/ha (1999)			
	Renda Bruta		444,00
	Custo Operacional (-)		439,70
	Margem Bruta (=)		4,30
	Custo Fixo (-)		44,60
	Renda Líquida (=)		(40,30)
	Mão-de-Obra Familiar (-)		0,00
	Renda Líquida 1 (=)		(40,30)
	Custos Não-Transferidos (+)		0,00
	Renda Líquida em Dinheiro (=)		(40,30)
Hectares Plantados		1.647,00 ha	
Capacidade de Pagamento			
Hipóteses		Total (US\$)	US\$/ha
1		(73.011,51)	(44,33)
2		(79.648,92)	(48,36)
3		(86.286,33)	(52,39)
4		(92.923,74)	(56,42)
5		(99.561,15)	(60,45)
6		(106.198,56)	(64,48)
7		(112.835,97)	(68,51)
8		(119.473,38)	(72,54)
9		(126.110,79)	(76,57)

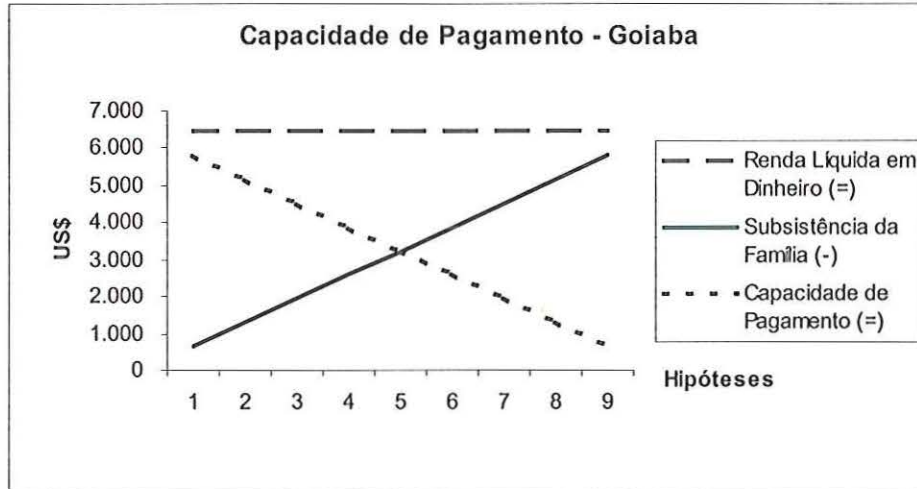
**Gráfico 5. Capacidade de Pagamento – Cana-de-Açúcar**



**Tabela 32. Capacidade de Pagamento da Cultura de Goiaba**

Cultura		Goiaba	
Valores em US\$/ha (1999)			
	Renda Bruta		9.042,00
	Custo Operacional (-)		2.391,10
	Margem Bruta (=)		6.650,90
	Custo Fixo (-)		193,92
	Renda Líquida (=)		6.456,98
	Mão-de-Obra Familiar (-)		0,00
	Renda Líquida 1 (=)		6.456,98
	Custos Não-Transferidos (+)		0,00
	Renda Líquida em Dinheiro (=)		6.456,98
	Hectares Plantados		1.360,00 ha
	Capacidade de Pagamento		
Hipóteses		Total (US\$)	US\$/ha
1		7.903.343,52	5.811,28
2		7.025.194,24	5.165,58
3		6.147.044,96	4.519,89
4		5.268.895,68	3.874,19
5		4.390.746,40	3.228,49
6		3.512.597,12	2.582,79
7		2.634.447,84	1.937,09
8		1.756.298,56	1.291,40
9		878.149,28	645,70

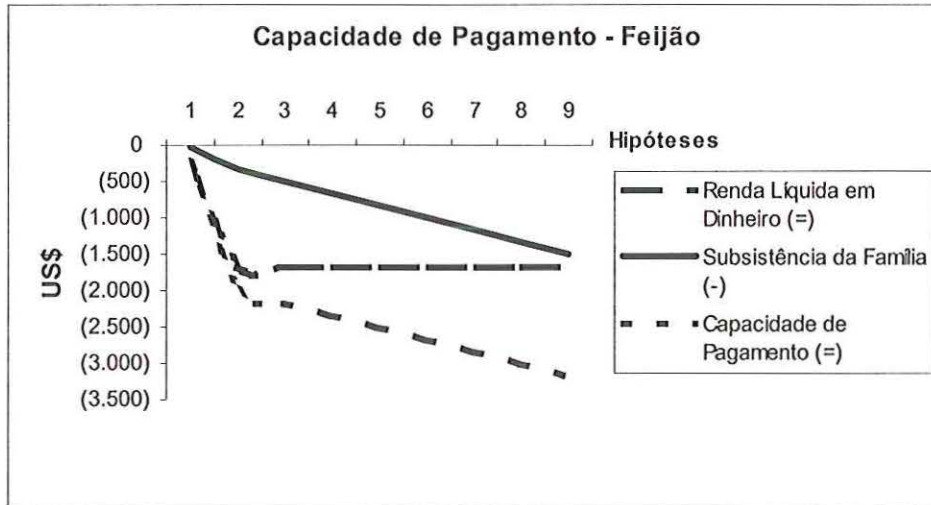
**Gráfico 6. Capacidade de Pagamento - Goiaba**



**Tabela 33. Capacidade de Pagamento da Cultura de Feijão**

Cultura	Feijão	
	Valores em US\$/ha (1999)	
Renda Bruta	922,00	922,00
Custo Operacional (-)	1.160,17	2.391,10
Margem Bruta (=)	(238,17)	(1.469,10)
Custo Fixo (-)	36,95	193,92
Renda Líquida (=)	(275,12)	(1.663,02)
Mão-de-Obra Familiar (-)	0,00	0,00
Renda Líquida 1 (=)	(275,12)	(1.663,02)
Custos Não-Transferidos (+)	0,00	0,00
Renda Líquida em Dinheiro (=)	(275,12)	(1.663,02)
Hectares Plantados	1.360,00 ha	
Capacidade de Pagamento		
Hipóteses	Total (US\$)	US\$/ha
1,00	(336.746,88)	(247,61)
2,00	(2.714.048,64)	(1.995,62)
3,00	(2.940.219,36)	(2.161,93)
4,00	(3.166.390,08)	(2.328,23)
5,00	(3.392.560,80)	(2.494,53)
6,00	(3.618.731,52)	(2.660,83)
7,00	(3.844.902,24)	(2.827,13)
8,00	(4.071.072,96)	(2.993,44)
9,00	(4.297.243,68)	(3.159,74)

**Gráfico 7. Capacidade de Pagamento - Feijão**



Nos custos referentes a cultura de goiaba, cana-de-açúcar, café, uva, pêssego e abacate não foram inclusos os encargos financeiros sobre o custeio e nem sobre os investimentos.

Das culturas analisadas as únicas que possuem capacidade de pagamento negativa são as culturas de cana-de-açúcar e feijão. Com estes dados, o passo seguinte é realizar uma análise comparativa entre a capacidade de pagamento destas culturas e os valores obtidos para a cobrança pelo consumo de água bruta. O objetivo deste comparativo é avaliar o impacto da cobrança na rentabilidade dos irrigantes na bacia do Atibaia, no intuito de avaliar a real dimensão ambiental e econômica da cobrança pelo uso e degradação dos recursos hídricos.

A tabela 34 e 35 apresenta esta comparação nas três condições de vazão ( $Q_{\text{médio}}$ ,  $Q_{95}$  e  $Q_{7,10}$ ) e nas nove hipóteses sobre a renda destinada à subsistência familiar.

**Tabela 34. Cobrança e Capacidade de Pagamento dos Irrigantes da Bacia do Rio Atibaia**

Cidade Paulínia												
	Q95	Q7,10	Hipótese 1	Hipótese 2	Hipótese 3	Hipótese 4	Hipótese 5	Hipótese 6	Hipótese 7	Hipótese 8	Hipótese 9	
Cultura	(US\$/ha)	(US\$/ha)	CP (US\$/ha)	CP (US\$/ha)	CP (US\$/ha)	CP (US\$/ha)	CP (US\$/ha)	CP (US\$/ha)	CP (US\$/ha)	CP (US\$/ha)	CP (US\$/ha)	
Milho	1.438,13	3.529,65	11.303,32	132,22	117,53	102,84	88,15	73,46	58,76	44,07	29,38	14,69
Abacate	3.640,56	9.017,86	29.555,26	1.085,40	964,80	844,20	723,60	603,00	482,40	361,80	241,20	120,60
Pêssego	3.640,56	9.017,86	29.555,26	2.278,30	2.025,15	1.772,01	1.518,86	1.265,72	1.012,58	759,43	506,29	253,14
Uva	3.640,56	9.017,86	29.555,26	4.372,96	3.887,07	3.401,19	2.915,30	2.429,42	1.943,54	1.457,65	971,77	485,88
Cana	5.265,23	12.908,51	41.227,11	(44,33)	(48,36)	(52,39)	(56,42)	(60,45)	(64,48)	(68,51)	(72,54)	(76,57)
Goiaba	3.640,56	9.017,86	29.555,26	5.811,28	5.165,58	4.519,89	3.874,19	3.228,49	2.582,79	1.937,09	1.291,40	645,70
Feijão	1.191,48	2.911,96	9.229,48	(247,61)	(1.995,62)	(2.161,93)	(2.328,23)	(2.494,53)	(2.660,83)	(2.827,13)	(2.993,44)	(3.159,74)
Cidade Campinas												
	Q95	Q7,10	Hipótese 1	Hipótese 2	Hipótese 3	Hipótese 4	Hipótese 5	Hipótese 6	Hipótese 7	Hipótese 8	Hipótese 9	
Cultura	(US\$/ha)	(US\$/ha)	CP (US\$/ha)	CP (US\$/ha)	CP (US\$/ha)	CP (US\$/ha)	CP (US\$/ha)	CP (US\$/ha)	CP (US\$/ha)	CP (US\$/ha)	CP (US\$/ha)	
Milho	1.469,43	3.655,08	11.544,62	132,22	117,53	102,84	88,15	73,46	58,76	44,07	29,38	14,69
Abacate	3.720,40	9.342,75	30.204,38	1.085,40	964,80	844,20	723,60	603,00	482,40	361,80	241,20	120,60
Pêssego	3.720,40	9.342,75	30.204,38	2.278,30	2.025,15	1.772,01	1.518,86	1.265,72	1.012,58	759,43	506,29	253,14
Uva	3.720,40	9.342,75	30.204,38	4.372,96	3.887,07	3.401,19	2.915,30	2.429,42	1.943,54	1.457,65	971,77	485,88
Cana	5.379,71	13.366,48	42.104,32	(44,33)	(48,36)	(52,39)	(56,42)	(60,45)	(64,48)	(68,51)	(72,54)	(76,57)
Goiaba	3.720,40	9.342,75	30.204,38	5.811,28	5.165,58	4.519,89	3.874,19	3.228,49	2.582,79	1.937,09	1.291,40	645,70
Feijão	1.217,31	3.014,79	9.424,03	(247,61)	(1.995,62)	(2.161,93)	(2.328,23)	(2.494,53)	(2.660,83)	(2.827,13)	(2.993,44)	(3.159,74)
Cidade Valinhos												
	Q95	Q7,10	Hipótese 1	Hipótese 2	Hipótese 3	Hipótese 4	Hipótese 5	Hipótese 6	Hipótese 7	Hipótese 8	Hipótese 9	
Cultura	(US\$/ha)	(US\$/ha)	CP (US\$/ha)	CP (US\$/ha)	CP (US\$/ha)	CP (US\$/ha)	CP (US\$/ha)	CP (US\$/ha)	CP (US\$/ha)	CP (US\$/ha)	CP (US\$/ha)	
Milho	1.750,19	4.393,43	9.882,74	132,22	117,53	102,84	88,15	73,46	58,76	44,07	29,38	14,69
Abacate	4.437,61	11.260,15	25.746,96	1.085,40	964,80	844,20	723,60	603,00	482,40	361,80	241,20	120,60
Pêssego	4.437,61	11.260,15	25.746,96	2.278,30	2.025,15	1.772,01	1.518,86	1.265,72	1.012,58	759,43	506,29	253,14
Uva	4.437,61	11.260,15	25.746,96	4.372,96	3.887,07	3.401,19	2.915,30	2.429,42	1.943,54	1.457,65	971,77	485,88
Cana	6.406,50	16.061,56	36.060,83	(44,33)	(48,36)	(52,39)	(56,42)	(60,45)	(64,48)	(68,51)	(72,54)	(76,57)
Goiaba	4.437,61	11.260,15	25.746,96	5.811,28	5.165,58	4.519,89	3.874,19	3.228,49	2.582,79	1.937,09	1.291,40	645,70
Feijão	1.448,94	3.619,41	8.082,43	(247,61)	(1.995,62)	(2.161,93)	(2.328,23)	(2.494,53)	(2.660,83)	(2.827,13)	(2.993,44)	(3.159,74)
Cidade Vinhedo												
	Q95	Q7,10	Hipótese 1	Hipótese 2	Hipótese 3	Hipótese 4	Hipótese 5	Hipótese 6	Hipótese 7	Hipótese 8	Hipótese 9	
Cultura	(US\$/ha)	(US\$/ha)	CP (US\$/ha)	CP (US\$/ha)	CP (US\$/ha)	CP (US\$/ha)	CP (US\$/ha)	CP (US\$/ha)	CP (US\$/ha)	CP (US\$/ha)	CP (US\$/ha)	
Milho	1.750,19	4.393,43	9.882,74	132,22	117,53	102,84	88,15	73,46	58,76	44,07	29,38	14,69
Abacate	4.437,61	11.260,15	25.746,96	1.085,40	964,80	844,20	723,60	603,00	482,40	361,80	241,20	120,60
Pêssego	4.437,61	11.260,15	25.746,96	2.278,30	2.025,15	1.772,01	1.518,86	1.265,72	1.012,58	759,43	506,29	253,14
Uva	4.437,61	11.260,15	25.746,96	4.372,96	3.887,07	3.401,19	2.915,30	2.429,42	1.943,54	1.457,65	971,77	485,88
Cana	6.406,50	16.061,56	36.060,83	(44,33)	(48,36)	(52,39)	(56,42)	(60,45)	(64,48)	(68,51)	(72,54)	(76,57)
Goiaba	4.437,61	11.260,15	25.746,96	5.811,28	5.165,58	4.519,89	3.874,19	3.228,49	2.582,79	1.937,09	1.291,40	645,70
Feijão	1.448,94	3.619,41	8.082,43	(247,61)	(1.995,62)	(2.161,93)	(2.328,23)	(2.494,53)	(2.660,83)	(2.827,13)	(2.993,44)	(3.159,74)
Cidade Itatiba												
	Q95	Q7,10	Hipótese 1	Hipótese 2	Hipótese 3	Hipótese 4	Hipótese 5	Hipótese 6	Hipótese 7	Hipótese 8	Hipótese 9	
Cultura	(US\$/ha)	(US\$/ha)	CP (US\$/ha)	CP (US\$/ha)	CP (US\$/ha)	CP (US\$/ha)	CP (US\$/ha)	CP (US\$/ha)	CP (US\$/ha)	CP (US\$/ha)	CP (US\$/ha)	
Milho	7,30	16,72	41,20	132,22	117,53	102,84	88,15	73,46	58,76	44,07	29,38	14,69
Abacate	18,55	42,95	108,01	1.085,40	964,80	844,20	723,60	603,00	482,40	361,80	241,20	120,60
Pêssego	18,55	42,95	108,01	2.278,30	2.025,15	1.772,01	1.518,86	1.265,72	1.012,58	759,43	506,29	253,14
Uva	18,55	42,95	108,01	4.372,96	3.887,07	3.401,19	2.915,30	2.429,42	1.943,54	1.457,65	971,77	485,88
Cana	26,71	61,09	150,24	(44,33)	(48,36)	(52,39)	(56,42)	(60,45)	(64,48)	(68,51)	(72,54)	(76,57)
Goiaba	18,55	42,95	108,01	5.811,28	5.165,58	4.519,89	3.874,19	3.228,49	2.582,79	1.937,09	1.291,40	645,70
Feijão	6,04	13,76	33,61	(247,61)	(1.995,62)	(2.161,93)	(2.328,23)	(2.494,53)	(2.660,83)	(2.827,13)	(2.993,44)	(3.159,74)

**Tabela 35. Cobrança e Capacidade de Pagamento dos Irrigantes da Bacia do Rio Atibaia**

Cidade Jarinu												
Cidade	Q95	Q7.10	Hipótese 1	Hipótese 2	Hipótese 3	Hipótese 4	Hipótese 5	Hipótese 6	Hipótese 7	Hipótese 8	Hipótese 9	
Cultura	(US\$/ha)	(US\$/ha)	(US\$/ha)	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP
				(US\$/ha)	(US\$/ha)	(US\$/ha)	(US\$/ha)	(US\$/ha)	(US\$/ha)	(US\$/ha)	(US\$/ha)	(US\$/ha)
Milho	8,86	21,35	37,81	132,22	117,53	102,84	88,15	73,46	58,76	44,07	29,38	14,69
Abacate	22,62	55,31	99,44	1.085,40	964,80	844,20	723,60	603,00	482,40	361,80	241,20	120,60
Pêssego	22,62	55,31	99,44	2.278,30	2.025,15	1.772,01	1.518,86	1.265,72	1.012,58	759,43	506,29	253,14
Uva	22,62	55,31	99,44	4.372,96	3.887,07	3.401,19	2.915,30	2.429,42	1.943,54	1.457,65	971,77	485,88
Cana	32,41	77,94	137,80	(44,33)	(48,36)	(52,39)	(56,42)	(60,45)	(64,48)	(68,51)	(72,54)	(76,57)
Golaba	22,62	55,31	99,44	5.811,28	5.165,58	4.519,89	3.874,19	3.228,49	2.582,79	1.937,09	1.291,40	645,70
Feijão	7,31	17,50	30,79	(247,61)	(1.995,62)	(2.161,93)	(2.328,23)	(2.494,53)	(2.660,83)	(2.827,13)	(2.993,44)	(3.159,74)
Cidade Atibaia												
Cidade	Q95	Q7.10	Hipótese 1	Hipótese 2	Hipótese 3	Hipótese 4	Hipótese 5	Hipótese 6	Hipótese 7	Hipótese 8	Hipótese 9	
Cultura	(US\$/ha)	(US\$/ha)	(US\$/ha)	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP
				(US\$/ha)	(US\$/ha)	(US\$/ha)	(US\$/ha)	(US\$/ha)	(US\$/ha)	(US\$/ha)	(US\$/ha)	(US\$/ha)
Milho	313,86	500,47	821,02	132,22	117,53	102,84	88,15	73,46	58,76	44,07	29,38	14,69
Abacate	811,89	1.309,75	2.185,30	1.085,40	964,80	844,20	723,60	603,00	482,40	361,80	241,20	120,60
Pêssego	811,89	1.309,75	2.185,30	2.278,30	2.025,15	1.772,01	1.518,86	1.265,72	1.012,58	759,43	506,29	253,14
Uva	811,89	1.309,75	2.185,30	4.372,96	3.887,07	3.401,19	2.915,30	2.429,42	1.943,54	1.457,65	971,77	485,88
Cana	1.146,16	1.825,21	2.988,53	(44,33)	(48,36)	(52,39)	(56,42)	(60,45)	(64,48)	(68,51)	(72,54)	(76,57)
Golaba	811,89	1.309,75	2.185,30	5.811,28	5.165,58	4.519,89	3.874,19	3.228,49	2.582,79	1.937,09	1.291,40	645,70
Feijão	257,49	408,49	665,27	(247,61)	(1.995,62)	(2.161,93)	(2.328,23)	(2.494,53)	(2.660,83)	(2.827,13)	(2.993,44)	(3.159,74)
Cidade Bom J. Perdões												
Cidade	Q95	Q7.10	Hipótese 1	Hipótese 2	Hipótese 3	Hipótese 4	Hipótese 5	Hipótese 6	Hipótese 7	Hipótese 8	Hipótese 9	
Cultura	(US\$/ha)	(US\$/ha)	(US\$/ha)	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP
				(US\$/ha)	(US\$/ha)	(US\$/ha)	(US\$/ha)	(US\$/ha)	(US\$/ha)	(US\$/ha)	(US\$/ha)	(US\$/ha)
Milho	446,21	1.345,07	1.345,07	132,22	117,53	102,84	88,15	73,46	58,76	44,07	29,38	14,69
Abacate	1.154,74	3.604,78	3.604,78	1.085,40	964,80	844,20	723,60	603,00	482,40	361,80	241,20	120,60
Pêssego	1.154,74	3.604,78	3.604,78	2.278,30	2.025,15	1.772,01	1.518,86	1.265,72	1.012,58	759,43	506,29	253,14
Uva	1.154,74	3.604,78	3.604,78	4.372,96	3.887,07	3.401,19	2.915,30	2.429,42	1.943,54	1.457,65	971,77	485,88
Cana	1.629,41	4.892,33	4.892,33	(44,33)	(48,36)	(52,39)	(56,42)	(60,45)	(64,48)	(68,51)	(72,54)	(76,57)
Golaba	1.154,74	3.604,78	3.604,78	5.811,28	5.165,58	4.519,89	3.874,19	3.228,49	2.582,79	1.937,09	1.291,40	645,70
Feijão	366,00	1.086,75	1.086,75	(247,61)	(1.995,62)	(2.161,93)	(2.328,23)	(2.494,53)	(2.660,83)	(2.827,13)	(2.993,44)	(3.159,74)
Cidade Piracaia												
Cidade	Q95	Q7.10	Hipótese 1	Hipótese 2	Hipótese 3	Hipótese 4	Hipótese 5	Hipótese 6	Hipótese 7	Hipótese 8	Hipótese 9	
Cultura	(US\$/ha)	(US\$/ha)	(US\$/ha)	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP
				(US\$/ha)	(US\$/ha)	(US\$/ha)	(US\$/ha)	(US\$/ha)	(US\$/ha)	(US\$/ha)	(US\$/ha)	(US\$/ha)
Milho	549,55	1.081,22	1.081,22	132,22	117,53	102,84	88,15	73,46	58,76	44,07	29,38	14,69
Abacate	1.429,06	2.871,44	2.871,44	1.085,40	964,80	844,20	723,60	603,00	482,40	361,80	241,20	120,60
Pêssego	1.429,06	2.871,44	2.871,44	2.278,30	2.025,15	1.772,01	1.518,86	1.265,72	1.012,58	759,43	506,29	253,14
Uva	1.429,06	2.871,44	2.871,44	4.372,96	3.887,07	3.401,19	2.915,30	2.429,42	1.943,54	1.457,65	971,77	485,88
Cana	2.005,68	3.936,64	3.936,64	(44,33)	(48,36)	(52,39)	(56,42)	(60,45)	(64,48)	(68,51)	(72,54)	(76,57)
Golaba	1.429,06	2.871,44	2.871,44	5.811,28	5.165,58	4.519,89	3.874,19	3.228,49	2.582,79	1.937,09	1.291,40	645,70
Feijão	449,81	876,94	876,94	(247,61)	(1.995,62)	(2.161,93)	(2.328,23)	(2.494,53)	(2.660,83)	(2.827,13)	(2.993,44)	(3.159,74)
Cidade Nazaré Paulista												
Cidade	Q95	Q7.10	Hipótese 1	Hipótese 2	Hipótese 3	Hipótese 4	Hipótese 5	Hipótese 6	Hipótese 7	Hipótese 8	Hipótese 9	
Cultura	(US\$/ha)	(US\$/ha)	(US\$/ha)	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP
				(US\$/ha)	(US\$/ha)	(US\$/ha)	(US\$/ha)	(US\$/ha)	(US\$/ha)	(US\$/ha)	(US\$/ha)	(US\$/ha)
Milho	617,85	2.939,55	2.939,55	132,22	117,53	102,84	88,15	73,46	58,76	44,07	29,38	14,69
Abacate	1.611,50	8.254,08	8.254,08	1.085,40	964,80	844,20	723,60	603,00	482,40	361,80	241,20	120,60
Pêssego	1.611,50	8.254,08	8.254,08	2.278,30	2.025,15	1.772,01	1.518,86	1.265,72	1.012,58	759,43	506,29	253,14
Uva	1.611,50	8.254,08	8.254,08	4.372,96	3.887,07	3.401,19	2.915,30	2.429,42	1.943,54	1.457,65	971,77	485,88
Cana	2.254,16	10.638,34	10.638,34	(44,33)	(48,36)	(52,39)	(56,42)	(60,45)	(64,48)	(68,51)	(72,54)	(76,57)
Golaba	1.611,50	8.254,08	8.254,08	5.811,28	5.165,58	4.519,89	3.874,19	3.228,49	2.582,79	1.937,09	1.291,40	645,70
Feijão	505,04	2.330,64	2.330,64	(247,61)	(1.995,62)	(2.161,93)	(2.328,23)	(2.494,53)	(2.660,83)	(2.827,13)	(2.993,44)	(3.159,74)

As tabelas 34 e 35 apresentam os resultados obtidos com a aplicação da metodologia proposta por Souza (1995) para a obtenção dos valores para a cobrança da água bruta e da metodologia empregada por França (1990) para o cálculo da capacidade de pagamento dos irrigantes na bacia do rio Atibaia. A simulação realizada pretende enfatizar a estreita ligação entre o uso e ocupação do solo e gestão dos recursos, indicando que a disponibilidade de água em quantidade e qualidade é um fator significativo quando da implementação da cobrança.



A simulação utiliza três condições de vazões ( $Q_{\text{médio}}$ ,  $Q_{95}$  e  $Q_{7,10}$ ) que foram consideradas no estudo da Secretaria do Meio Ambiente (1994) sobre a qualidade da água na bacia do rio Atibaia e simuladas para o ano de 2.000 através da modelagem matemática<sup>25</sup>. Para a capacidade de pagamento a simulação considerou nove hipóteses sobre a renda destinada a subsistência da família (10% a 90% da renda líquida em dinheiro).

Na cidade de Paulínia, considerando a melhor condição de vazão ( $Q_{\text{médio}}$ ) e com a renda destinada à subsistência da família como 10% da renda líquida em dinheiro (situação mais otimista), as culturas de milho, abacate, pêssego, cana-de-açúcar e feijão não estariam em condições de assimilar a tarifa relativa a cobrança pela água bruta. As culturas de uva e goiaba teriam capacidade de pagamento, mas somente nesta condição de vazão. Na ocorrência de vazões  $Q_{95}$  e  $Q_{7,10}$  estas culturas não seriam capazes de honrar o pagamento da tarifa. Deve ser salientado que as culturas de cana-de-açúcar e feijão possuem capacidade de pagamento negativa.

Nas cidades de Campinas, Valinhos e Vinhedo a situação é a mesma da que ocorre na cidade de Paulínia, sendo que na cidade de Vinhedos a cultura de uva também não seria capaz de assimilar a tarifa. Estas cidades se encontram no compartimento ambiental Pinheiros/Anhumas, que é o compartimento ambiental com a maior escassez relativa de água, no tocante ao fator qualidade.

Como a metodologia aplicada para a cobrança enfatiza o aspecto da saturação do corpo d'água, os valores obtidos nesta região são os maiores de toda a bacia. Mesmo possuindo capacidade de pagamento positiva, os irrigantes não são capazes de honrar a tarifa referente ao uso da água bruta, excetuando as culturas de uva e goiaba. Mesmo para estas culturas os valores para a água representam respectivamente 83% e 63% na cidade de Paulínia, 85% e 64% na cidade de Campinas e 76% (somente a cultura de goiaba) nas cidades de Valinhos e Vinhedo (considerada a vazão média e 10% da renda líquida em dinheiro destinada à subsistência familiar).

Na cidade de Itatiba a situação é inversa. A escassez relativa de água (fator qualidade) não é significativa, fato que gera os menores valores para a cobrança. Nesta cidade, exceto a cana-de-açúcar e feijão que possuem capacidade de

---

<sup>25</sup> Para maiores detalhes sobre o modelo utilizado ver Secretaria do Meio Ambiente (1994).

pagamento negativa, todas as culturas poderiam pagar a tarifa referente a captação de água bruta para irrigação. A cultura de milho teria algum problema na condição de vazão  $Q_{7,10}$  se a renda destinada a subsistência da família representar 80% da renda líquida em dinheiro. A cobrança representaria 6% da capacidade de pagamento da cultura de milho, 2% da cultura de abacate, 0,8% da cultura de pêssego, 0,4% da cultura de uva e 0,3% da cultura de goiaba (considerada a vazão média e 10% da renda líquida em dinheiro destinada à subsistência familiar).

Na cidade de Jarinu a situação é a mesma da cidade de Itatiba, o que difere são os valores cobrados que são ligeiramente maiores. Este fato faz com que o impacto dos valores cobrados seja mais significativo nas culturas consideradas. A cobrança representa 6,7% da capacidade de pagamento da cultura de milho, 2% da cultura de abacate, 1% da cultura de pêssego, 0,5% da cultura de uva e 0,4% da cultura de goiaba.

A cidade de Itatiba se encontra no compartimento ambiental Itatiba (com a menor escassez relativa de água - qualitativamente) e a cidade de Jarinu se encontra no compartimento ambiental Atibaia.

Na cidade de Atibaia, a cultura de milho não conseguiria assimilar os valores da cobrança pela água bruta, já que sua capacidade de pagamento numa situação otimista (renda destinada a subsistência da família igual a 10% da renda líquida em dinheiro) é menor do que a cobrança na melhor condição de vazão ( $Q_{\text{médio}}$ ).

Na mesma cidade, na condição de vazão  $Q_{7,10}$  a capacidade de pagamento da cultura de abacate não suportaria a tarifa paga pelo consumo de água bruta. Na condição de vazão média a capacidade de pagamento desta cultura assimilaria a cobrança até a renda destinada a subsistência familiar representasse 35% da renda líquida em dinheiro, acima deste valor a sua capacidade de pagamento não seria suficiente. Na condição de vazão  $Q_{95}$  a renda para subsistência familiar poderia alcançar no máximo 25% da renda líquida em dinheiro.

Para a cultura de pêssego a capacidade de pagamento é suficiente para cobrir a tarifa de água até a renda destinada para subsistência familiar alcançar 65% da renda líquida em dinheiro (vazão média). Na condição de vazão de referência ( $Q_{95}$ ) o percentual da renda líquida em dinheiro cai para 45% e para a vazão  $Q_{7,10}$  esse percentual é de aproximadamente 15%, ainda na cidade de Atibaia.

Os produtores de uva conseguiriam pagar a tarifa da cobrança pela água bruta até que a renda para subsistência familiar atinja algo em torno de 85% da renda líquida em dinheiro, na condição de vazão média. Na condição de vazão de referência ( $Q_{95}$ ) esse percentual cai cerca de 73% e na condição de  $Q_{7,10}$  cai para cerca de 55%.

Os produtores de goiaba são os que possuem maior capacidade de pagamento. A capacidade média de pagamento do setor só não conseguiria pagar a tarifa na hipótese da renda para subsistência familiar alcançar 90% da renda líquida em dinheiro, em condições de vazão média. Na vazão de referência cairia para 80% e para a vazão  $Q_{7,10}$  esse percentual se reduziria para cerca de 65%.

As culturas de cana-de-açúcar e feijão possuem capacidade de pagamento negativa.

Na cidade de Bom Jesus dos Perdões as culturas de milho, cana-de-açúcar, feijão e abacate não possuem capacidade de pagamento em nenhuma condição de vazão, apesar dos produtores de milho possuírem capacidade de pagamento positiva.

Para a cultura de pêssego a capacidade de pagamento é positiva e seria possível arcar com a tarifa até que renda para subsistência familiar represente, aproximadamente, 55% da renda líquida em dinheiro e vazão média. Para as demais condições de vazão a tarifa excede a capacidade de pagamento deste setor.

Na condição de vazão de referência os produtores de uva conseguiriam pagar a tarifa de consumo de água bruta até que a renda destinada a subsistência da família represente cerca de 80% da renda líquida em dinheiro. Nas demais vazões esse percentual cai para cerca de 25%. Os produtores de goiaba só não poderiam arcar com a cobrança se a renda para subsistência familiar alcance perto de 90% da renda líquida em dinheiro, na condição de vazão média, e nas demais vazões esse valor teria que chegar perto dos 55%.

As culturas de feijão, abacate, cana-de-açúcar e milho não suportariam a cobrança pelo consumo de água bruta na cidade de Piracaia, nos moldes vislumbrados por este trabalho, apesar dos produtores de milho e abacate possuírem capacidade de pagamento positiva.

Na condição de vazão média a cultura de pêssego conseguiria assimilar a cobrança até que a renda para a subsistência familiar represente aproximadamente

45% da renda líquida em dinheiro. Nas demais condições de vazão esta cultura não seria capaz de honrar com o pagamento.

Na cultura de uva, na condição de vazão média, os produtores teriam a capacidade de honrar os valores da cobrança até que a renda para subsistência familiar represente cerca de 70% da renda líquida em dinheiro. Nas demais condições de vazão esse percentual deve representar cerca de 40%.

Na condição de vazão média os produtores de goiaba conseguiriam pagar a tarifa de água até a renda para subsistência familiar não atingir, aproximadamente, 75% da renda líquida em dinheiro. Para as demais condições de vazão esse percentual não poderia ser maior do que 55%.

Na cidade de Nazaré Paulista, as culturas de milho e abacate, apesar da capacidade de ambos ser positiva, não suportariam o ônus da cobrança pelo consumo de água bruta, o mesmo acontecendo com as culturas de cana-de-açúcar e feijão, que possuem capacidade de pagamento negativa.

Para a cultura de pêsego a capacidade de pagamento média do setor conseguiria arcar com uma cobrança pela água, na condição de vazão média, até que a renda para subsistência familiar atinja cerca de 37% da renda líquida em dinheiro. Nas demais condições de vazão a capacidade de pagamento do setor não seria suficiente para pagar a tarifa de água. O mesmo ocorre com a cultura de uva, mas o percentual para a renda de subsistência deve ser menor do que, aproximadamente, 65% da renda líquida em dinheiro.

Os produtores de goiaba, na condição de vazão média, poderiam arcar com a cobrança até a renda para subsistência familiar atingir cerca de 75% da renda líquida em dinheiro. Nas demais condições de vazão os valores cobrados não seriam assimilados.

O comparativo feito entre os valores obtidos para a cobrança pelo consumo de água bruta e os valores referentes à capacidade de pagamento serve como subsídio para a avaliação do provável impacto da cobrança sobre os irrigantes na bacia do rio Atibaia. Nas cidades de Itatiba e Jarinu são obtidos os menores valores para a cobrança, como também pode-se observar que a cobrança geraria o menor impacto na rentabilidade dos produtores nesta bacia de drenagem.

A importância do uso e ocupação do solo é um fator significativo na obtenção dos valores cobrados e a análise da comparação entre a tarifa e a capacidade de pagamento também contribui para esta constatação. A capacidade assimilativa dos recursos hídricos no compartimento ambiental Pinheiros/Anhumas está completamente saturada, de acordo com a metodologia de cobrança aplicada, devido à ocupação da região por indústrias químicas, petroquímicas, alimentícias e papel e celulose, com elevadas cargas orgânicas, e cidades que não tratam os esgotos domésticos, fazendo com que a escassez relativa de água com qualidade neste compartimento atribua elevado valor aos recursos hídricos, fato que inviabilizaria a prática de certas culturas nesta região, já que a capacidade de pagamento destas culturas não seria suficiente para o pagamento da cobrança.

Dos resultados obtidos pode-se concluir que, de acordo com a análise comparativa dos valores cobrados com a capacidade de pagamento, os compartimentos ambientais mais propícios à agricultura na bacia do Atibaia são os Itatiba e o Atibaia, sendo o Itatiba o compartimento com a menor escassez relativa de água com qualidade e, portanto, possui os menores valores cobrados pelo consumo de água bruta.

#### **4.2. Indústria**

Os quadros a seguir apresentam os prováveis valores a serem cobrados se aplicada a metodologia proposta por este trabalho na bacia do rio Atibaia. As empresas I e J não são analisadas financeiramente devido à falta de informações pertinentes.

Quadro 3. Valores Cobrados para a vazão de referência Q<sub>95</sub>.

Empresa	Comp. Amb.	Rio	Classe	cp (mg/l)	Q <sub>95</sub> (l/s)	c Lei DBO (mg/l)	Cs (mg/s)	Som. Ce (Kg/dia)	Som. Ce (mg/s)	Ce (kg/dia)	Ce (mg/s)	Ic	K (US\$.s)/(l.ano)	Te (US\$/ano)
Empresa J	PAN	Atibaia	2	60	14460	5	72300	39696	459444,44	523	6053	-5,35	335995,09	37.576.324,45
Rodhla	PAN	Atibaia	2	60	14440	5	72200	39696	459444,44	3848	44537	-5,36	336297,51	268.011.404,43
Empresa D	PAN	Atibaia	2	60	14160	5	70800	39696	459444,44	1606	18588	-5,49	340605,15	105.519.264,95
Empresa A	PAN	Atibaia	2	60	14240	5	71200	39696	459444,44	274	3171	-5,45	339360,14	47.352.744,95
Empresa I	PAN	Atibaia	2	60	14160	5	70800	39696	459444,44	280	3241	-5,49	340605,15	18.579.791,40
Empresa B	PAN	Pinheiros	3	60	12660	10	126600	39696	459444,44	135	1563	-2,63	233448,41	6.287.123,31
Empresa G	PAN	Invernada	2	60	12660	5	63300	39696	459444,44	1114	12894	-6,26	366319,82	78.719.189,36
Empresa C	ITA	Pinheiros	2	60	11840	5	59200	6622,54	76649,60	173	2002	-0,29	119466,03	4.053.525,88
Empresa F	PAN	Anhumas	2	60	14140	5	70700	39696	459444,44	258	2986	-5,50	340918,22	16.966.994,57

Empresa	Captação (l/s)	Uso Cons. (l/s)	K (US\$.s)/(l.ano)	Ic2	K (US\$.s)/(l.ano)	Te (US\$/ano)	Te (US\$/1.000 m3)
Empresa J	191,00	31,75	335995,09	-5,37	336475,50	3.678.671,46	610,73
Rodhla	3342,50	157,16	336297,51	-5,43	336698,21	18.383.162,18	174,40
Empresa A	636,67	244,48	339360,14	-5,57	343201,63	29.415.885,67	1.465,09
Empresa I	555,56	213,69	340605,15	-5,59	343991,57	171.803,19	9,81
Empresa B	106,64	2,26	233448,41	-2,63	233475,54	207.743,67	61,77
Empresa C	63,67	7,96	382616,52	-6,77	382783,78	1.260.767,08	637,90

Empresa	Te Total (US\$/ano)
Empresa J	41.254.935,91
Rodhla	286.394.565,67
Empresa D	105.519.264,95
Empresa A	78.769.630,62
Empresa I	18.751.594,59
Empresa B	6.494.872,98
Empresa G	78.719.189,36
Empresa C	5.334.292,96
Empresa F	16.966.994,57

Quadro 4. Valores Cobrados para a vazão média Q<sub>médio</sub>.

Empresa	Comp. Amb.	Rio	Classe	cp (mg/l)	Q <sub>médio</sub> (l/s)	c Lei DBO (mg/l)	Cs (mg/s)	Som. Ce (Kg/dia)	Som. Ce (mg/s)	Ce (kg/dia)	Ce (mg/s)	Ic	K (US\$.s)/(l.ano)	Te (US\$/ano)
Empresa J	PAN	Atibaia	2	60	24800	5	124000	39696	459444,44	523	6053	-2,71	236618,52	25.381.181,36
Rodhla	PAN	Atibaia	2	60	24800	5	124000	39696	459444,44	3948	44537	-2,71	236618,52	183.140.844,17
Empresa D	PAN	Atibaia	2	60	14160	5	70800	39696	459444,44	1606	18588	-5,49	340605,15	73.906.078,95
Empresa A	PAN	Atibaia	2	60	14240	5	71200	39696	459444,44	274	3171	-5,45	339360,14	24.458.439,95
Empresa I	PAN	Atibaia	2	60	14160	5	70800	39696	459444,44	280	3241	-5,49	340605,15	12.948.525,04
Empresa B	PAN	Pinheiros	3	60	12660	10	126600	39696	459444,44	135	1563	-2,63	233448,41	4.324.416,10
Empresa G	PAN	Invernada	2	60	12660	5	63300	39696	459444,44	1114	12894	-6,26	366319,82	54.916.531,38
Empresa C	ITA	Pinheiros	2	60	11840	5	59200	6622,54	76649,60	173	2002	-0,29	119466,03	2.935.766,36
Empresa F	PAN	Anhumas	2	60	14140	5	70700	39696	459444,44	258	2986	-5,50	340918,22	11.875.984,39

Empresa	Captação (l/s)	Uso Consuntivo (l/s)	K1 (US\$.s)/(l.ano)	Ic2	K2 (US\$.s)/(l.ano)	Te (US\$/ano)	Te (US\$/1.000 m3)
Empresa J	191,00	31,75	236618,52	-2,71	236815,63	1.509.367,06	250,58
Rodhla	3342,50	157,16	336297,51	-5,43	336698,21	18.383.162,18	174,40
Empresa A	636,67	244,48	339360,14	-5,57	343201,63	29.415.885,67	1.465,09
Empresa I	555,56	213,69	340605,15	-5,59	343991,57	171.803,19	9,81
Empresa B	106,64	2,26	233448,41	-2,63	233475,54	207.743,67	61,77
Empresa C	63,67	7,96	382616,52	-6,77	382783,78	1.260.767,08	637,90

Empresa	Te Total (US\$/ano)
Empresa J	26.890.548,42
Rodhla	201.524.006,35
Empresa D	73.906.078,95
Empresa A	53.874.325,62
Empresa I	13.120.328,24
Empresa B	4.532.159,77
Empresa G	54.916.531,38
Empresa C	4.216.533,44
Empresa F	11.875.984,39

**Quadro 5. Valores Cobrados para a vazão média Q<sub>7,10</sub>.**

Empresa	Comp. Amb.	Rio	Classe	cp (mg/l)	Q7,10 (l/s)	c Lei DBO (mg/l)	Cs (mg/s)	Som. Ce (mg/s)	Ce (mg/s)	lc	K (US\$.s)/(l.ano)	Te (US\$/ano)
Empresa J	PAN	Atibaia	2	60	7190	5	35950	459444	6053	-11,78	236618,52	65.055.780,55
Rodhia	PAN	Atibaia	2	60	7190	5	35950	459444	44537	-11,78	529137,50	451.397.213,01
Empresa D	PAN	Atibaia	2	60	7100	5	35500	459444	18588	-11,94	533487,68	165.274.154,94
Empresa A	PAN	Atibaia	2	60	7130	5	35650	459444	3171	-11,89	532027,56	121.566.610,07
Empresa I	PAN	Atibaia	2	60	7110	5	35550	459444	3241	-11,92	532999,85	29.365.851,59
Empresa B	PAN	Pinheiros	3	60	7790	10	77900	459444	1563	-4,90	320091,01	8.798.666,83
Empresa G	PAN	Invernada	2	60	7790	5	38950	459444	12894	-10,80	502276,63	107.935.218,33
Empresa C	ITA	Pinheiros	2	60	6990	5	34950	76650	2002	-1,19	168272,40	5.774.807,05
Empresa F	PAN	Anhumas	2	60	7100	5	35500	459444	2896	-11,94	533487,68	26.550.891,64

Empresa	Captação (l/s)	Uso Consuntivo (l/s)	K1 (US\$.s)/(l.ano)	lc2	K2 (US\$.s)/(l.ano)	Te (US\$/ano)	Te (US\$/1.000 m <sup>3</sup> )
Empresa J	191,00	31,75	529137,50	-11,84	530661,85	11.672.502,18	1.937,87
Rodhia	3342,50	157,16	529137,50	-12,07	536793,74	58.626.935,46	556,18
Empresa A	636,67	244,48	532027,56	-12,35	544230,95	93.446.326,27	4.654,18
Empresa I	555,56	213,89	532999,85	-12,32	543687,77	577.279,67	32,95
Empresa B	106,64	2,26	320091,01	-4,90	320151,47	462.963,40	137,66
Empresa C	63,67	7,96	538929,75	-12,16	539328,96	3.056.893,91	1.522,52

Empresa	Te Total (US\$/ano)
Empresa J	76.728.282,73
Rodhia	510.024.148,47
Empresa D	165.274.154,94
Empresa A	215.012.936,34
Empresa I	29.943.131,26
Empresa B	9.261.630,23
Empresa G	107.935.218,33
Empresa C	8.831.700,96
Empresa F	26.550.891,64

Os valores obtidos anteriormente estão elevados porque é considerada como concentração possível os 60 mg/l de DBO. Na realidade, a CONAMA 20/86 fala em redução de 80% da carga poluidora (só no caso da DBO) ou 60 mg/l. Portanto, um estudo considerando uma redução de 80% da carga poluidora deve ser efetuado, levando em consideração que o lançamento da carga com redução de 80% não faça com que o corpo d'água fique fora de sua classificação em vigor na legislação.

A seguir é realizada a demonstração financeira das unidades de produção consideradas neste estudo e situadas na bacia do rio Atibaia. Como o intuito deste estudo é analisar um meio para se avaliar a capacidade de pagamento dos agentes econômicos, simulações são realizadas com as unidades de produção localizadas na bacia do rio Atibaia. Para tanto, utiliza-se uma nomenclatura genérica para qualificar as empresas, como por exemplo: Empresa A do ramo químico. A seguir é apresentado a situação financeira das unidades de produção consideradas neste estudo<sup>26</sup>:

<sup>26</sup> Exceção feita para a empresa Rodhia S.A., cujo demonstrativos contábeis são publicados pela Comissão de Valores Mobiliários.

**Quadro 6. Rhodia Ster S.A.**

Estrutura do Capital					
1997 (mil)		US\$		1,12	
Ativo			Passivo		
A C	174.269,08		330.478,32	P C	
R L P	32.395,20	32.395,20	206.172,52	E L P	
A P	393.054,46	150.808,85	36.073,09	P L	
<hr/>					
1998 (mil)		US\$		1,21	
Ativo			Passivo		
A C	130.651,60		353.546,94	P C	
R L P	20.726,94	20.726,94	69.995,03	E L P	
A P	328.946,02	229.269,75	9.681,24	P L	
<hr/>					
1999 (mil)		US\$		1,80	
Ativo			Passivo		
A C	127.605,35		219.193,83	P C	
R L P	9.696,85	9.696,85	147.413,80	E L P	
A P	212.290,27	98.317,14	(33.440,68)	P L	

Fluxo de Recursos					
1997/1998 (mil)		US\$			
Ativo		Passivo		Ativo	
174.269,08	330.478,32		(43.617,48)	130.651,60	353.546,94
32.395,20	206.172,52		(11.668,26)	20.726,94	69.995,03
393.054,46	36.073,09		(64.108,44)	328.946,02	9.681,24
599.718,74			(119.394,18)	480.324,56	
<hr/>					
1998/1999 (mil)		US\$			
Ativo		Passivo		Ativo	
130.651,60	353.546,94		(3.046,25)	127.605,35	219.193,83
20.726,94	69.995,03		(11.030,09)	9.696,85	147.413,80
328.946,02	9.681,24		(116.655,75)	212.290,27	(33.440,68)
480.324,56			(130.732,09)	349.592,47	

Índice	Ano	
	1997	1998
Capital Circ. Líquido	(156.209,24)	(222.895,35)
Liquidez Corrente	0,52	0,37
Liquidez Seca	0,37	0,24
Liquidez Imediata	0,00	0,01
Liquidez Geral	0,39	0,34
Solvência Geral	1,12	1,03
Endividamento Total	14,88	45,81
Imobilização do PL	10,90	33,98
Ret. Invest. Operac.	(0,15)	(0,08)
Rentabilidade do Ativo	(0,23)	(0,05)
Rentabilidade do PL	(3,87)	(2,44)
Margem Bruta	0,07	0,16
Margem Operacional	(0,43)	(0,32)
Margem Líquida	(0,41)	(0,07)

DEMONSTRAÇÃO DE RESULTADOS			
	31/12/97	31/12/98	31/12/99
Receita Operacional Bruta	431.585,45	399.667,99	333.690,40
Receita Operacional Líquida	343.702,08	325.060,44	273.169,17
Lucro Bruto	28.344,68	62.773,64	72.038,20
Res. Atividade	-	-	-
(-) Despesa Financeira	(68.869,58)	(79.331,02)	(169.487,54)
(+) Receita Financeira	8.124,33	10.742,67	44.559,99
Lucro Operacional	(87.792,01)	(37.001,16)	(97.487,65)
Lucro Líquido	(139.726,80)	(23.662,03)	(98.699,13)

O quadro 6 analisa a estrutura do capital, o fluxo de recursos a demonstração de resultados e os índices financeiros mais importantes para a análise da capacidade de pagamento. Na estrutura do capital pode-se observar que a *holding* Rhodia Ster S.A.<sup>27</sup> possui uma estrutura deficiente nos anos de 1997, 1998 e 1999, inclusive com patrimônio líquido negativo em 1999. Neste tipo de estrutura o passivo de curto prazo financia o ativo de longo prazo e o permanente. Ou seja, a empresa rola os ativos de longo prazo com financiamento de curto prazo, já que nem o patrimônio líquido e nem os passivos de longo prazo são suficientes para tanto. Essa estrutura indica problemas com relação a capacidade da empresa em honrar com seus compromissos financeiros.

No fluxo de recursos, pode-se verificar que houve uma redução dos ativos totais desta empresa, de 1997 para 1998, no valor de US\$ 119.394,18 e uma redução do passivo de longo prazo no valor de US\$ 116.177,49 e uma redução do patrimônio líquido de US\$ 26.391,85, caracterizando uma situação de prejuízo no exercício de 1998. De 1998 para 1999, a redução nos ativos totais somam US\$ 130.732,09. Neste período esta redução se deve à diminuição no passivo de curto prazo, cujo montante soma US\$ 134.353,12. Também houve uma redução de US\$ 43.121,91 no



patrimônio líquido em 1999, caracterizando uma situação de prejuízo no exercício. A análise do fluxo de recursos reforça a idéia de problemas financeiros com esta empresa com prováveis conseqüências na sua capacidade de pagamento.

Os índices financeiros contribuem para os indícios supra mencionados. O capital circulante líquido é negativo em 1997, 1998 e 1999 (US\$ 156.209,24 em 1997, US\$ 222.895,35 em 1998 e US\$ 91.588,47 em 1999). Os indicadores de liquidez (corrente, seca, imediata e geral) são todos menores do que um, o que caracteriza capacidade de pagamento negativa, em termos de liquidez. Somente a solvência geral é maior do que um em 1997 e 1998, indicando uma pequena sobra de recursos sobre os passivos de curto e longo prazo. O retorno sobre o investimento operacional (Ret. Invest. Operac.) é negativo em todos os anos analisados, situação idêntica ocorre com a rentabilidade do ativo, do patrimônio líquido, da margem operacional e da margem líquida.

No demonstrativo de resultados é possível observar que tanto o lucro operacional, quanto o lucro líquido são negativos em todos os períodos analisados. Esta situação é característica de uma estrutura de capital deficiente. O lucro negativo sugere que esta empresa não gera recursos com sua atividade, o que torna a sua capacidade de pagamento comprometida.

De acordo com a análise financeira a Rhodia Ster teria capacidade de pagamento negativa, na sua atual situação. Um novo compromisso financeiro, no caso a cobrança pela água, só seria honrado com aumentos no seu passivo, o que tornaria sua situação financeira ainda mais delicada. Entretanto, a análise da capacidade de pagamento não pode se resumir a análise financeira. A elasticidade preço da demanda exerce um papel fundamental quando se analisa o impacto de uma tarifa em um agente econômico.

Para tanto, algumas hipóteses são estabelecidas, já que não é o objetivo deste trabalho identificar as estruturas de mercado, nem mensurar quantitativamente as elasticidades preço da demanda. São consideradas elasticidades preço da demanda maior do que um, igual a um e menor do que um (em valor absoluto) e estrutura de mercado oligopolizada.

---

<sup>27</sup> Os demonstrativos contábeis desta empresa podem ser encontrados no site da Comissão de Valores Mobiliários ([www.cvm.gov.br](http://www.cvm.gov.br)).

Se a Rhodia Ster estiver dentro de uma estrutura oligopolizada com uma elasticidade menor do que um (inelástica) a seguinte situação ocorreria: um aumento no preço dos produtos da Rhodia, devido à tarifa imposta pela cobrança pelo uso da água bruta, resultaria numa diminuição menos do que proporcional na quantidade demandada. O efeito desta relação seria um aumento na receita total.

De acordo Koutsoyiannis, 1979, os custos médio e marginal numa estrutura oligopolizada são constantes, poderia ser dito que o lucro da Rhodia teria um acréscimo e o impacto da cobrança na estrutura financeira da Rhodia Ster S.A. seria muito pequeno, ou até nulo. O ônus da cobrança recairia nos consumidores dos produtos desta empresa. Portanto, apesar da Rhodia possuir capacidade de pagamento negativa, ela seria capaz de honrar com o pagamento através do repasse desta tarifa aos consumidores finais dos seus produtos. Uma ressalva deve ser feita. A amplitude deste repasse possui um limite, qual seja: que o aumento no preço não incentive novas entradas no mercado em que a Rhodia atua, pois dessa forma haveria produtos substitutos que alterariam a elasticidade preço da demanda da Rhodia e do mercado que ela atua. Uma modificação na elasticidade preço poderia fazer com que a receita total não mais seja suficiente para gerar lucro com aumento nos preços, tornando a cobrança uma tarifa não assimilável em uma estrutura financeira como a Rhodia Ster S.A. apresenta.

Numa situação inversa, no qual a Rhodia estivesse inserida numa concorrência monopolística com uma elasticidade maior do que um, o aumento nos preços de seus produtos geraria uma redução da quantidade consumida mais do que proporcional ao aumento dos preços, acarretando uma diminuição na receita total. Nestas condições de demanda a Rhodia Ster S.A. não suportaria o ônus da cobrança, principalmente com a estrutura financeira deficiente que ela apresenta.

Na situação de elasticidade igual a um a receita total não se alteraria. Nestas condições é a análise financeira que indicaria a capacidade de pagamento. Como já salientado, as condições financeiras da Rhodia Ster S.A. são deficientes e a capacidade de pagamento da mesma é negativa. Nestas condições de demanda, a empresa supra citada não conseguiria absorver os impactos causados pela tarifa pelo uso da água bruta.

**Quadro 7. Empresa A – Setor Petroquímico**

Estrutura do Capital				Fluxo de Recursos			
1998		US\$		1998/1999		US\$	
(mil)				(mil)			
<b>Ativo</b>		<b>Passivo</b>		<b>Ativo</b>	<b>Passivo</b>	<b>Ativo</b>	<b>Passivo</b>
A C	5.755.226,86		8.338.357,34	P C		1.145.831,38	6.901.058,24
R L P	7.931.532,54	5.348.402,05	5.742.059,94	E L P		2.121.751,01	10.053.283,55
A P	18.471.164,10	393.657,89	18.077.506,21	P L		(4.957.020,52)	9.604.210,20
						(1.689.439,13)	30.468.485,37
1999		US\$		1998/1999		US\$	
(mil)				(mil)			
<b>Ativo</b>		<b>Passivo</b>		<b>Ativo</b>	<b>Passivo</b>	<b>Ativo</b>	<b>Passivo</b>
A C	6.901.058,24		11.013.603,91	P C		1.145.831,38	6.901.058,24
R L P	10.053.283,55	5.940.737,88	9.650.671,26	E L P		2.121.751,01	10.053.283,55
A P	13.514.143,58	3.709.933,37	9.604.210,20	P L		(4.957.020,52)	9.604.210,20
						(1.689.439,13)	30.468.485,37

DEMONSTRAÇÃO DE RESULTADOS		
	31/12/98	31/12/99
Receita Operacional Bruta	21.444.998	20.350.917
Receita Operacional Líquida	13.105.662	15.619.078
Lucro Bruto	3.037.425	5.677.510
Res. Atividade	974.053	3.525.893
(-) Despesa Financeiras	(1.197.660)	(3.396.605)
(+) Receita Financeira	304.920	440.774
Lucro Operacional	81.312	570.062
Lucro Líquido	1.166.242	983.512

Índice	Ano	1998	1999
Capital Circulante Líquido		-258.3130,49	-4112545,67
Liquidez Corrente		0,69	0,63
Liquidez Seca		0,43	0,42
Liquidez Imediata		0,03	0,00
Liquidez Geral		0,97	0,62
Solvência Geral		2,28	1,47
Endividamento Total		0,78	2,11
Imobilização do PL		1,02	1,38
Ret. Invest. Operacional		0,00	0,04
Rentabilidade do Ativo		0,04	0,03
Rentabilidade do PL		0,07	0,10
Margem Bruta		0,14	0,29
Margem Operacional		0,00	0,03
Margem Líquida		0,06	0,05

De acordo com o quadro 7, a referida empresa possui uma estrutura de capital denominada de “alerta”. Esta situação se caracteriza pela utilização do passivo de longo para financiar o permanente e o realizável de longo prazo. Não é uma situação financeiramente complicada, mas também não é a situação ideal, no qual o patrimônio líquido financiaria o ativo de longo e curto prazo. Esta empresa apresenta esta estrutura “alerta” nos dois anos analisados, 1998 e 1999. No fluxo de recursos pode-se verificar que houve uma significativa redução no patrimônio líquido desta companhia, ocasionada por uma redução do seu ativo permanente e do seu lucro líquido. No tocante a liquidez, uma medida da capacidade de pagamento, a Empresa A apresenta capital circulante negativo e índices de liquidez (corrente, seca, imediata e geral) menores do que um. Entretanto, a solvência geral desta empresa é maior do que um nos dois períodos analisados. Nesta situação a referida empresa seria capaz de honrar uma eventual cobrança e esses montantes seriam de 18.077.506,22 mil US\$ em 1998 e 9.804.210,20 mil US\$ em 1999, considerando a solvência geral.

Contribuindo com a conclusão supra citada, o lucro líquido apresentado por esta empresa caracteriza uma situação de capacidade de pagamento positiva. O lucro líquido positivo representa uma geração de recursos positiva, já descontados os recursos necessários para a operação e administração da companhia. Portanto, de acordo com a análise financeira a capacidade de pagamento desta empresa é positiva.

Com referência as características de demanda, um estudo realizado por Carrera-Fernandez e Teixeira, 2000 revela que as elasticidades preço das demandas por derivados de petróleo são baixas, sendo 0,06 para a gasolina, 0,014 para o óleo combustível e 0,036 para o diesel. Como estas elasticidades são menores do que um, o aumento dos preços destas mercadorias geraria uma redução da demanda menos do que proporcional ao aumento dos preços. Isto resulta num acréscimo na receita total. Como já mencionado, inserida numa estrutura oligopolizada, com custos médios e marginais constantes (Koutsoyiannis, 1979), o lucro líquido desta empresa chegaria até a aumentar. Novamente se faz necessária a observação feita na análise da Rhodia Ster S.A., a elevação dos preços não deve gerar um incentivo às novas entradas, o que mudaria as elasticidades preço da demanda e, conseqüentemente, o resultado da análise anteriormente apresentado.

A conclusão a que se chega, com a análise financeira e a análise das elasticidades preço da demanda é que a Empresa A possui capacidade de pagamento positiva. A obtenção do valor do preço final, acrescido pelo repasse da tarifa a ser cobrada, só seria possível se os dados sobre as curvas de receita e demanda total, tanto da Rhodia como da Empresa A fossem viabilizados. Dessa forma, poderia ser feita uma análise mais detalhada do impacto dos valores a serem cobrados na estrutura global destas empresas.

Portanto, a Empresa A possui capacidade de pagamento positiva mas, afirmar com exatidão que ela é capaz de honrar os 53.874.325,62 US\$/ano (vazão média) ou 215.012.936,34 US\$/ano (vazão  $Q_{7,10}$ ), que seriam cobrados pela uso da água bruta, só seria possível com um estudo aprofundado das curvas de oferta e demanda desta empresa e do mercado em que ela opera.

Segundo Carrera-Fernandez e Teixeira (2.000:13), “aumentos de preços não causariam impactos negativos perceptíveis nas demandas por derivados de petróleo, nem causariam uma queda significativa na atividade industrial e, conseqüentemente, no produto interno bruto (PIB)”. O mesmo raciocínio pode ser feito a respeito da Rhodia Ster S.A..

**Quadro 8. Empresa B – Setor Papel e Celulose**

Estrutura do Capital			
1997	(mil)	US\$	1,12
<b>Ativo</b>		<b>Passivo</b>	
A C	87.347,72	37.849,34	P C
R L P	49.800,25	49.800,25	18.407,38 E L P
A P	142.318,17	142.318,17	223.209,42 P L
<b>1998</b>		<b>US\$</b> 1,21	
<b>Ativo</b>		<b>Passivo</b>	
A C	97.097,20	36.686,54	P C
R L P	36.987,91	36.987,91	35.418,12 E L P
A P	160.426,40	160.426,40	222.406,86 P L

Fluxo de Recursos			
1997/1998		(mil)	
<b>Ativo</b>	<b>Passivo</b>		
87.347,72	37.849,34	9.749,48	97.097,20 36.686,54 (1.162,80)
49.800,25	18.407,38	(12.812,34)	36.987,91 35.418,12 17.010,73
142.318,17	223.209,42	18.108,23	160.426,40 222.406,86 (802,57)
279.466,14		15.045,37	294.511,51

DEMONSTRAÇÃO DOS RESULTADOS		
	31/12/97	31/12/98
Receita Operacional Bruta	229.259	191.983
Receita Operacional Líquida	191.930	160.854
Lucro Bruto	74.128	54.017
Res. Atividade	29.403	19.684
(-) Despesa Financeiras	(3.654)	(5.587)
(+) Receita Financeira	8.295	13.209
Lucro Operacional	34.043	27.306
Lucro Líquido	30.372	19.266

Índice	Ano	
	1997	1998
Capital Circulante Líquido	49.498,39	60.410,66
Liquidez Corrente	2,31	2,65
Liquidez Seca	1,82	2,16
Liquidez Imediata	0,00	0,00
Liquidez Geral	2,44	1,86
Solvência Geral	4,97	4,42
Endividamento Total	0,25	0,32
Imobilização do PL	0,64	0,72
Ret. Invest. Operacional	0,19	0,13
Rentabilidade do Ativo	0,11	0,07
Rentabilidade do PL	0,14	0,09
Margem Bruta	0,32	0,28
Margem Operacional	0,15	0,14
Margem Líquida	0,13	0,10

A Empresa B apresenta uma estrutura de capital saudável, ou seja, o seu patrimônio líquido é capaz de financiar o ativo permanente e o ativo de longo prazo. Esta é a melhor situação financeira que uma empresa pode apresentar. Ela não necessitaria de dinheiro de terceiros para se financiar. Esta estrutura de capital é encontrada nos dois anos analisados (1997 e 1998)<sup>28</sup>. No fluxo de recursos, pode-se verificar uma redução significativa no ativo realizável de longo prazo. No tocante ao passivo houve uma redução do passivo de longo prazo e um aumento no passivo de longo prazo no valor de 17.010,73 mil US\$. Provavelmente, algum investimento na planta ou em maquinaria deve ter sido realizado, já que o permanente foi acrescido em 18.108,23 mil US\$. A Empresa B possui um capital circulante líquido de 49.498,39 mil US\$ em 1997 e 60.410,66 mil US\$ em 1998. O índice de liquidez corrente desta empresa é de 2,31 em 1997 e 2,65 em 1998 e o de liquidez seca é de 1,82 e 2,16 respectivamente. O índice de liquidez geral é 2,44 em 1997 e 1,86 em 1998. A solvência geral indica uma sobra de recursos (ativos totais menos passivo de curto e longo prazo) de 223.209,42 mil US\$ em 1997 e 222.406,85 mil US\$ em

<sup>28</sup> Os anos de 1997 e 1998 foram considerados pois não foi possível obter o balanço, nem o demonstrativo de resultado em 1999.

1998. Portanto, os ativos totais desta companhia seriam mais do que suficientes para honrar todos os seus passivos. No demonstrativo de resultado fica aparente a saúde financeira desta empresa, pelo menos nos anos de 1997 e 1998. No exercício de 1997, a Empresa B obteve um lucro líquido de 30.372 mil US\$ e em 1998 este lucro foi de 19.266 mil US\$.

Portanto, levando em consideração a análise financeira, pode-se afirmar que a empresa supra citada possui capacidade de pagamento positiva, tanto em termos de liquidez, quanto em termos de lucratividade.

Considerando a estrutura de demanda, Soto (1993) caracteriza o setor em que atua a Empresa B como o de embalagens. O setor está oligopolizado, mas com menor concentração do que os setores de papel para imprimir e escrever. Três empresas concentram 43,6% da produção total de embalagens, quais sejam: Klabin, Manville e Rigesa. Entretanto, não foi possível estabelecer a elasticidade preço da demanda para a Empresa B.

Portanto, para esta análise, três hipóteses de demanda são consideradas: inelástica, elástica-unitária e elástica. Numa situação de demanda inelástica, como já salientado anteriormente, com um aumento de preço a receita total aumentaria e a lucratividade também, enfatizando a capacidade de pagamento positiva da referida empresa. Numa situação elástica-unitária, a receita total e o lucro total não se alterariam, mas a capacidade de pagamento positiva estaria evidenciada pela análise financeira. Numa situação de demanda elástica, na qual a receita total diminuiria com um aumento de preço, um estudo quantitativo seria necessário para estabelecer qual o nível de receita total seria necessária para que o lucro desta empresa não se torne negativo, ou uma análise do impacto da redução da receita total na liquidez da mesma, o que impactaria na sua capacidade de pagamento.

Para analisar se a capacidade de pagamento da Empresa B é suficiente para honrar os US\$ 4.532.159,77 por ano (vazão média) ou US\$ 9.261.630,23 por ano (vazão  $Q_{7,10}$ ), seria necessário analisar as curvas de demanda e oferta desta empresa e o mercado em que ela atua, para verificar qual seria o preço limite para que novas entradas neste mercado sejam evitadas, isto é, o preço limite que faria com que a elasticidade preço da demanda não sofresse alteração.

**Quadro 9. Empresa C - Setor Têxtil**

Estrutura do Capital				
1998 (mil)		US\$ 1,21		
Ativo		Passivo		
AC	4.146,38	756,75	PC	
R L P	185,46	185,46	E L P	
AP	2.010,27	2.010,27	PL	5.583,71

1999 (mil)		US\$ 1,80		
Ativo		Passivo		
AC	3.365,72	588,53	PC	
R L P	59,41	59,41	E L P	
AP	1.438,01	1.438,01	PL	4.274,05

Fluxo de Recursos				
1998/1999 (mil)				
Ativo	Passivo		Ativo	Passivo
4.146,38	756,75	(780,66)	3.365,72	588,53
185,46	-	(128,05)	59,41	-
2.010,27	5.583,71	(572,26)	1.438,01	4.274,05
6.342,11		(1.478,97)	4.863,14	(1.309,65)

Índice	Ano	
	1999	1998
Capital Circulante Líquido	3.389,63	2.777,19
Liquidez Corrente	5,48	5,72
Liquidez Seca	5,17	5,38
Liquidez Imediata	0,00	0,03
Liquidez Geral	5,72	5,82
Solvência Geral	8,38	8,26
Endividamento Total	0,14	0,14
Imobilização do PL	0,36	0,34
Ret. Invest. Operacional	0,13	0,17
Rentabilidade do Ativo	0,12	0,17
Rentabilidade do PL	0,14	0,19
Margem Bruta	0,25	0,29
Margem Operacional	0,11	0,13
Margem Líquida	0,11	0,13

DEMONSTRAÇÃO DOS RESULTADOS		
	31/12/98	31/12/99
Receita Operacional Bruta	7.098	6.238
Receita Operacional Líquida	7.098	6.238
Lucro Bruto	1.807	1.818
Res. Atividade	513	680
(-) Despesa Financeiras	(4)	(67)
(+) Receita Financeira	246	195
Lucro Operacional	754	808
Lucro Líquido	754	808

A estrutura de capital da Empresa C é caracterizada como “saudável”. Nos anos de 1998 e 1999 o patrimônio líquido dos acionistas desta empresa seria suficiente para financiar os ativos de curto e longo prazo, bem como o ativo permanente. No fluxo de recursos pode ser identificado que houve uma redução no patrimônio líquido desta empresa, devido principalmente à redução no ativo permanente, como venda de maquinaria. A Empresa C possui capital circulante líquido positivo no valor de 2.777,19 mil US\$ em 1998 e 3.389,63 mil US\$ em 1999. Sua liquidez corrente é de 5,72 em 1998 e 5,48 em 1999. A liquidez seca é de 5,38 em 1998 e 5,17 em 1999 e a liquidez geral é 5,82 e 5,72 respectivamente. Considerando a solvência geral como uma medida da capacidade de pagamento a longo prazo, esta empresa possui uma sobra de recursos no valor de 5.585,36 mil US\$ em 1998 e 4.274,61 mil US\$ em 1999. No demonstrativo de resultados pode-se notar que em 1998 e em 1999 houve lucro líquido positivo, 754 e 808 respectivamente. De acordo com a análise financeira pode-se afirmar que a Empresa C possui capacidade de pagamento positiva.

Numa situação de demanda elástica-unitária a situação financeira desta empresa não se alteraria. Portanto, a capacidade de pagamento medida pela liquidez

corrente (ou capital circulante líquido em termos absolutos) não seria suficiente para pagar os 4.216.533,44 mil US\$ que seriam cobrados em 2.000, numa situação de vazão média (situação de vazão mais otimista possível). A mesma situação seria encontrada se a capacidade de pagamento fosse medida pela lucratividade desta empresa. Numa condição de demanda elástica o mesmo raciocínio é válido, já que nesta condição a receita total sofreria uma redução. Somente numa condição de demanda inelástica a Timavo suportaria o ônus da cobrança pelo uso da água bruta, já que nestas condições a receita total aumentaria e, *ceteris paribus*, o lucro líquido também sofreria um acréscimo. A observação feita para as outras empresas com relação ao preço limite é válida para esta empresa. Desta forma, pode-se afirmar que mesmo possuindo capacidade de pagamento positiva, a Empresa C só assimilaria a cobrança pelo uso da água bruta numa condição de demanda inelástica.

#### Quadro 10. Empresa D – Setor Químico

Estrutura do Capital				
1997	(mil)	US\$	1,12	
Ativo		Passivo		
A C	25.100,32	42.628,09		P C
R L P	40,31	43.819,42		E L P
A P	104.838,77	17.487,46	43.531,89	P L

1998	(mil)	US\$	1,21	
Ativo		Passivo		
A C	33.207,48	51.829,77		P C
R L P	3.260,34	33.113,93		E L P
A P	86.641,83	15.341,94	38.185,96	P L

Fluxo de Recursos					
1997/1998	(mil)		Ativo	Passivo	
Ativo	23.200,66	39.402,22	(932,25)	22.268,61	34.756,54
Passivo	37,26	40.503,39	2.162,51	2.199,77	22.205,87
	96.905,12	40.237,62	(38.803,96)	58.101,16	25.607,13
	120.143,24		(37.573,69)	82.569,54	(14.630,49)

DEMONSTRAÇÃO DOS RESULTADOS	31/12/97	31/12/98
Receita Operacional Bruta	103.448	117.517
Receita Operacional Líquida	91.144	95.722
Lucro Bruto	15.096	20.336
Res. Atividade	6.456	8.900
(-) Despesa Financeiras	(12.099)	(14.182)
(+) Receita Financeira	1.063	2.924
Lucro Operacional	(4.580)	(2.358)
Lucro Líquido	(4.642)	(2.052)

Índice	Ano	1999	1998
Capital Circulante Líquido		(16.201,36)	(12.487,92)
Liquidez Corrente		0,59	0,64
Liquidez Seca		0,41	0,28
Liquidez Imediata		0,01	0,00
Liquidez Geral		0,29	0,43
Solvência Geral		1,50	1,45
Endividamento Total		1,99	2,22
Imobilização do PL		2,41	2,27
Ret. Invest. Operacional		-0,04	-0,02
Rentabilidade do Ativo		-0,04	-0,03
Rentabilidade do PL		-0,12	-0,09
Margem Bruta		0,14	0,17
Margem Operacional		-0,04	-0,02
Margem Líquida		-0,04	-0,02

O quadro 10 analisa a estrutura do capital, o fluxo de recursos a demonstração de resultados e os índices financeiros mais importantes para a análise da capacidade de pagamento da Empresa D, que pertence ao ramo químico. Na estrutura do capital pode-se observar que esta empresa possui uma estrutura deficiente nos anos de 1997 e 1998. Neste tipo de estrutura o passivo de curto prazo financia o ativo de longo prazo e o permanente. Ou seja, a empresa rola os ativos de longo prazo com financiamento de curto prazo, já que nem o patrimônio líquido e nem os passivos de longo prazo são suficientes para tanto. Essa estrutura indica



problemas com relação a capacidade da empresa em honrar com seus compromissos financeiros.

No fluxo de recursos, pode-se verificar que houve uma redução dos ativos totais desta empresa, de 1997 para 1998, muito provavelmente devido à redução do passivo de longo prazo. A redução no patrimônio líquido caracteriza o prejuízo no exercício de 1998. A análise do fluxo de recursos reforça a idéia de problemas financeiros com esta empresa com prováveis conseqüências na sua capacidade de pagamento.

Os índices financeiros contribuem para os indícios supra mencionados. O capital circulante líquido é negativo em 1997 e 1998. Os indicadores de liquidez (corrente, seca, imediata e geral) são todos menores do que um, o que caracteriza capacidade de pagamento negativa, em termos de liquidez. Entretanto, no longo prazo, considerando a solvência geral, existe uma sobra de recursos de 40.237,63 mil US\$ em 1997 e 25.607,13 mil US\$ em 1998. Logo, pode-se considerar que no longo prazo, considerando a solvência geral, a capacidade de pagamento desta empresa é positiva nos montantes citados. O retorno sobre o investimento operacional (Ret. Invest. Operac.) é negativo em todos os anos analisados, situação idêntica ocorre com a rentabilidade do ativo, do patrimônio líquido, da margem operacional e da margem líquida.

No demonstrativo de resultados é possível observar que tanto o lucro operacional, quanto o lucro líquido são negativos em todos os períodos analisados. Esta situação é característica de uma estrutura de capital deficiente. O lucro negativo sugere que esta empresa não gera recursos com sua atividade, o que torna a sua capacidade de pagamento comprometida.

De acordo com a análise financeira a Empresa D teria capacidade de pagamento negativa, na sua atual situação. Um novo compromisso financeiro, no caso a cobrança pela água, só seria honrado com aumentos no seu passivo, o que tornaria sua situação financeira ainda mais delicada.

Se esta empresa estiver dentro de uma estrutura oligopolizada com uma elasticidade menor do que um (inelástica) a seguinte situação ocorreria: um aumento no preço dos seus produtos, devido à tarifa imposta pela cobrança pelo uso da água

bruta, resultaria numa diminuição menos do que proporcional na quantidade demandada. O efeito desta relação seria um aumento na receita total.

De acordo Koutsoyiannis, 1979, os custos médio e marginal numa estrutura oligopolizada são constantes e, portanto, poderia ser dito que o lucro da Empresa D teria um acréscimo e o impacto da cobrança na estrutura financeira desta empresa seria muito pequeno, ou até nulo. O ônus da cobrança recairia nos consumidores dos produtos desta empresa. Portanto, apesar da referida empresa possuir capacidade de pagamento negativa, ela seria capaz de honrar com o pagamento através do repasse desta tarifa aos consumidores finais dos seus produtos. Uma ressalva deve ser feita. A amplitude deste repasse possui um limite, qual seja: que o aumento no preço não incentive novas entradas no mercado em que a Empresa D atua, pois dessa forma haveriam produtos substitutos que alterariam a sua elasticidade preço da demanda e do mercado em que atua. Uma modificação na elasticidade preço poderia fazer com que a receita total não mais seja suficiente para gerar lucro com aumento nos preços, tornando a cobrança uma tarifa não assimilável em uma estrutura financeira como a empresa supra apresenta.

Numa situação inversa, no qual a Empresa D estivesse inserida numa concorrência monopolística, por exemplo, com uma elasticidade maior do que um, o aumento nos preços de seus produtos geraria uma redução da quantidade consumida mais do que proporcional ao aumento dos preços, acarretando uma diminuição na receita total. Nestas condições de demanda esta empresa não assimilaria o ônus da cobrança, principalmente com a estrutura financeira deficiente que ela apresenta.

Na situação de elasticidade igual a um a receita total não se alteraria. Nestas condições é a análise financeira que indicaria a capacidade de pagamento. Como já salientado, as condições financeiras da Empresa D são deficientes e a capacidade de pagamento da mesma é negativa. Nestas condições de demanda, a empresa supra citada não conseguiria absorver os impactos causados pela cobrança pelo uso da água bruta.

**Quadro 11. Empresa E – Setor Bebidas**

Estrutura do Capital					
1998		(mil)		US\$ 1,21	
Ativo			Passivo		
A C	245.311,31		359.610,03	P C	
R L P	143.620,63	29.321,91	300.628,42	E L P	
A P	1.411.992,88	271.306,51	1.140.686,37	P L	

Fluxo de Recursos					
1998/1999		(mil)			
Ativo			Passivo		
	245.311,31		359.610,03	(104.421,30)	
	143.620,63		300.628,42	49.517,45	
	1.411.992,88		1.140.686,37	(399.149,06)	
	1.800.924,82			(454.052,91)	
				140.890,01	690.595,19
				193.138,08	88.759,09
				1.012.843,82	567.517,63
				1.346.871,91	
					330.985,16
					(211.869,32)
					(573.168,74)

Estrutura do Capital					
1999		(mil)		US\$ 1,96	
Ativo			Passivo		
A C	129.699,46		635.742,91	P C	
R L P	177.797,60	177.797,60	81.709,17	E L P	
A P	932.396,12	328.245,85	522.441,09	P L	

DEMONSTRAÇÃO DOS RESULTADOS		
	31/12/98	30/09/99
Receita Operacional Bruta	572.024	121.937
Receita Operacional Líquida	339.244	76.401
Lucro Bruto	117.621	26.560
Res. Atividade	22.783	15.204
(-) Despesa Financeiras	(180.354)	(128.303)
(+) Receita Financeira	132.555	13.137
Lucro Operacional	(25.017)	(99.962)
Lucro Líquido	17.320	(99.734)

Índice	Ano	1999	1998
Capital Circulante Líquido		(114.298,72)	(549.705,18)
Liquidez Corrente		0,68	0,20
Liquidez Seca		0,49	0,15
Liquidez Imediata		0,02	0,05
Liquidez Geral		0,59	0,43
Solvência Geral		2,73	1,73
Endividamento Total		0,58	1,37
Imobilização do PL		1,24	1,78
Ret. Invest. Operacional		-0,03	-0,15
Rentabilidade do Ativo		-0,01	-0,14
Rentabilidade do PL		0,02	-0,34
Margem Bruta		0,21	0,22
Margem Operacional		-0,04	-0,82
Margem Líquida		0,03	-0,82

A Empresa E apresenta uma estrutura de capital “alerta” em 1998 e uma estrutura “deficiente” em 1999. Esta situação caracteriza uma tendência de problemas financeiros. No fluxo de recursos houve uma redução significativa no patrimônio líquido desta companhia (573.168,74 mil US\$) de 1998 para 1999. Parte desta redução se deve a uma redução nos ativos totais, principalmente no ativo permanente e parte se deve ao prejuízo no ano de 1.999. No tocante a liquidez, para todos os índices considerados, a empresa supra apresenta indicadores menores do que um, com exceção da solvência geral.

Portanto, no longo prazo a capacidade de pagamento desta empresa é de 1.140.686,37 mil US\$ em 1998 e 567.517,63 mil US\$ em 1999. Já no curto prazo, no que se refere a liquidez, esta companhia apresenta capacidade de pagamento negativa. A análise do demonstrativo de resultado evidencia que o lucro líquido do exercício de 1998 foi positivo, mas já o de 1.999 apresentou uma apreciável deterioração, um prejuízo no valor de 99.734 mil US\$. Assim, em 1.998 a Empresa E tinha capacidade de pagamento positiva no valor de 17.320 mil US\$ (lucro líquido), mas em 1.999 a sua capacidade de pagamento era negativa, ou seja demonstrou prejuízo econômico no exercício.

Segundo Nicholson (1997), a elasticidade preço da demanda para a cerveja é de 0,26, portanto inelástica. Se for considerado somente o caso da cerveja, com esta

elasticidade, a receita total da Empresa E seria acrescida e numa situação de oligopólio seu lucro líquido cresceria. O impacto da cobrança nestas condições seria pequeno, mesmo no ano de 1.999, no qual a referida empresa apresenta prejuízo contábil. As ressalvas que foram feitas a respeito do preço limite são válidas para este caso. Nas condição de demanda elástica-unitária, esta companhia só teria capacidade de pagamento positiva no exercício de 1.999. Numa condição de demanda elástica, um estudo das curvas de oferta e demanda desta companhia seria necessário para se analisar o montante do repasse que não acarrete em prejuízo no exercício de 1.999.

#### Quadro 12. Empresa F – Setor Alimentício

Estrutura do Capital			
1999	(mil)	US\$	1,80
<b>Ativo</b>		<b>Passivo</b>	
AC	19.077,79	12.219,75	PC
R.L.P	2.309,70	2.309,70	E.L.P
AP	73.965,91	10.787,30	63.178,61
2000		US\$ 1,74	
<b>Ativo</b>		<b>Passivo</b>	
AC	19.812,14	11.875,68	PC
R.L.P	2.592,64	2.592,64	E.L.P
AP	77.358,81	11.676,91	65.679,90

Fluxo de Recursos			
1999/2000		(mil)	
<b>Ativo</b>	<b>Passivo</b>		
19.077,79	12.219,75	734,36	19.812,14
2.309,70	19.955,03	282,94	2.592,64
73.965,91	63.178,61	3.390,90	77.358,81
95.353,40		4.408,20	99.761,59
			11.875,68
			22.206,01
			65.679,90
			2.250,98
			2.501,29
			(344,07)

DEMONSTRAÇÃO DOS RESULTADOS		
	31/12/99	31/03/00
Receita Operacional Bruta	96.185	14.482
Receita Operacional Líquida	81.123	12.282
Lucro Bruto	15.413	1.987
Res. Atividade	276	(466)
(-) Despesa Financeiras	(10.573)	(241)
(+) Receita Financeira	2.125	320
Lucro Operacional	(8.172)	(387)
Lucro Líquido	(2.166)	298

Índice	Ano	
	1999	2000
Capital Circulante Líquido	6.858,03	7.936,46
Liquidez Corrente	1,56	1,67
Liquidez Seca	1,25	1,34
Liquidez Imediata	10,93	0,09
Liquidez Geral	0,66	0,66
Solvência Geral	2,96	2,93
Endividamento Total	0,51	0,52
Imobilização do PL	1,17	1,18
Ret. Invest. Operacional	-0,11	0,00
Rentabilidade do Ativo	-0,02	-2,16
Rentabilidade do PL	-0,03	0,00
Margem Bruta	0,16	0,14
Margem Operacional	-0,08	-0,03
Margem Líquida	-0,02	0,02

A Empresa F apresenta uma estrutura de capital “alerta” em 1999 e em 2.000. O fluxo de recursos desta empresa apresenta um aumento no permanente, provavelmente aquisição de equipamentos, já que o passivo de longo prazo também sofreu um aumento de magnitude semelhante. No tocante a liquidez, para todos os índices considerados, a empresa supra apresenta indicadores maiores do que um, com exceção da liquidez geral. Portanto, no que se refere a liquidez, esta companhia apresenta capacidade de pagamento positiva.

Considerando o capital circulante líquido como uma medida da liquidez corrente, em termos absolutos, a capacidade de pagamento da Empresa F é de 6.858,03 mil US\$ em 1.999 e 7.936,46 mil US\$ em 2.000. No longo prazo,

considerando a solvência geral, a sua capacidade de pagamento é de 63.178,62 mil US\$ em 1999 e 65.679,90 mil US\$ em 2000. A análise do demonstrativo de resultado evidencia que o lucro líquido do exercício de 1.999 foi negativo e em 2.000 positivo. Portanto, em 1.999 a capacidade de pagamento desta empresa é negativa, considerando o lucro líquido. Em 2.000 a mesma apresentou capacidade de pagamento positiva no valor de 298 mil US\$, também considerando o lucro líquido.

Nicholson (1997) salienta que a elasticidade preço da demanda para o setor alimentício é de 0,21, portanto inelástica. Nestas condições de demanda, a receita total da companhia F seria acrescida e numa situação de oligopólio seu lucro líquido cresceria. O impacto da cobrança nestas condições seria pequeno, mesmo no ano de 1.999, no qual a mesma apresenta prejuízo contábil. As ressalvas que foram feitas a respeito do preço limite são válidas, também, para este caso. Nas condição de demanda elástica-unitária, esta companhia só teria capacidade de pagamento positiva no exercício de 2.000. Numa condição de demanda elástica, um estudo das curvas de oferta e demanda desta companhia seria necessário para se analisar o montante do repasse que não acarrete em prejuízo no exercício de 2.000.

Para afirmar com exatidão se a capacidade de pagamento da Empresa F assimilaria os 11.875.984,39 US\$/ano (vazão média) ou 26.550.891,64 US\$/ano (vazão  $Q_{7,10}$ ) que seriam cobrados pelo uso da água bruta, seria necessário um estudo aprofundado da estrutura do mercado e das curvas de oferta e demanda desta empresa para analisar se o aumento dos preços de seus produtos não acarretaria novas entradas em seu mercado, o que alteraria a estrutura de demanda do mesmo e, conseqüentemente, a sua elasticidade preço da demanda.

**Quadro 13. Empresa G – Setor Químico**

Estrutura do Capital			
1996	(mil)	US\$	1,04
Ativo		Passivo	
A C	586.359,44	297.868,00	P C
R L P	1.352,70	1.352,70	E L P
AP	545.182,80	545.182,80	733.187,42 P L

Fluxo de Recursos			
1996/1997	(mil)		
Ativo		Passivo	
586.359,44	297.868,00	21.215,80	607.575,24 255.930,67 (41.937,33)
1.352,70	101.839,52	258,73	1.611,43 862.760,66 760.921,14
545.182,80	733.187,42	855.327,77	1.400.510,57 891.005,91 157.818,50
1.132.894,94		876.802,30	2.009.697,24

Estrutura do Capital			
1997	(mil)	US\$	1,12
Ativo		Passivo	
A C	607.575,24	255.930,67	P C
R L P	1.611,43	1.611,43	E L P
AP	1.400.510,57	509.504,66	891.005,91 P L

DEMONSTRAÇÃO DOS RESULTADOS		
	31/12/96	31/12/97
Receita Operacional Bruta	3.270.315	3.467.621
Receita Operacional Líquida	2.391.468	2.427.599
Lucro Bruto	994.271	1.054.508
Res. Atividade	257.470	207.327
(-) Despesa Financeiras	(86.062)	(74.686)
(*) Receita Financeira	-	-
Lucro Operacional	171.408	132.641
Lucro Líquido	107.721	105.391

Índice	Ano	
	1996	1997
Capital Circulante Líquido	288.491,44	351.644,57
Liquidez Corrente	1,97	2,37
Liquidez Seca	1,34	1,61
Liquidez Imediata	0,01	0,02
Liquidez Geral	1,47	0,54
Solvência Geral	2,83	1,80
Endividamento Total	0,55	1,26
Imobilização do PL	0,74	1,57
Ret. Invest. Operacional	0,16	0,13
Rentabilidade do Ativo	0,10	0,05
Rentabilidade do PL	0,15	0,12
Margem Bruta	0,30	0,30
Margem Operacional	0,05	0,04
Margem Líquida	0,03	0,03

O quadro 13 analisa a estrutura do capital, o fluxo de recursos e a demonstração de resultados e os índices financeiros mais importantes para a análise da capacidade de pagamento da Indústria Empresa G, pertencente ao setor químico. Na estrutura do capital pode-se observar que esta empresa possui uma estrutura “saudável” em 1996 e “alerta” em 1997. Ou seja, a empresa pode financiar os ativos de longo prazo com seu patrimônio líquido (1996) e com passivos de longo prazo (1997). Essa estrutura não indica problemas em relação a capacidade da empresa em honrar com seus compromissos financeiros.

No fluxo de recursos, pode-se verificar que houve uma contratação de passivo a longo prazo para aumentar o ativo permanente (investimentos em equipamentos, por exemplo) e um aumento no patrimônio líquido, muito provavelmente devido ao lucro líquido positivo em 1997. A análise do fluxo de recursos reforça a idéia de uma situação confortável, pelo menos financeiramente, da referida empresa nos anos de 1996 e 1997.

Os índices financeiros contribuem para os indícios supra mencionados. O capital circulante líquido é positivo em 1996 e em 1997. A liquidez corrente é maior do que nos dois períodos citados, o mesmo ocorrendo com a liquidez seca. A solvência geral que mede a capacidade de pagamento no longo prazo, apresenta

indicador maior do que em 1996 e em 1997. Portanto, levando em consideração o conceito de liquidez pode-se afirmar que a Empresa G possui capacidade de pagamento positiva no curto prazo e longo prazo, nos exercícios de 1996 e 1997. O retorno sobre o investimento operacional (Ret. Invest. Operac.) é positivo em todos os anos analisados, situação idêntica ocorre com a rentabilidade do ativo, do patrimônio líquido, da margem operacional da margem bruta e da margem líquida.

No demonstrativo de resultados é possível observar que tanto o lucro operacional, quanto o lucro líquido são positivos em todos os períodos analisados. O lucro positivo sugere que esta empresa gera recursos com sua atividade, o que faz com que a capacidade de pagamento seja positiva no tocante a lucratividade líquida.

De acordo com a análise financeira a empresa supra citada teria capacidade de pagamento positiva, na sua atual situação.

Se a mesma estiver dentro de uma estrutura oligopolizada com uma elasticidade menor do que um (inelástica) a seguinte situação ocorreria: um aumento no preço dos seus produtos, devido à tarifa imposta pela cobrança pelo uso da água bruta, resultaria numa diminuição menos do que proporcional na quantidade demandada. O efeito desta relação seria um aumento na receita total. De acordo Koutsoyiannis, 1979, os custos médio e marginal numa estrutura oligopolizada são constantes e, portanto, poderia ser dito que o lucro da referida empresa teria um acréscimo e o impacto da cobrança na estrutura financeira desta empresa seria muito pequeno, ou até nulo. O ônus da cobrança recairia nos consumidores dos produtos desta empresa. Portanto, ela seria capaz de honrar com o pagamento através do repasse desta tarifa aos consumidores finais dos seus produtos. Uma ressalva deve ser feita. A amplitude deste repasse possui um limite, qual seja: que o aumento no preço não incentive novas entradas no mercado em que esta empresa atua, pois dessa forma haveriam produtos substitutos que alterariam a sua elasticidade preço da demanda e do mercado em que atua. Uma modificação na elasticidade preço poderia fazer com que a receita total não mais seja suficiente para gerar lucro com aumento nos preços, tornando a cobrança uma tarifa não assimilável.

Numa situação inversa, no qual esta empresa estivesse inserida numa concorrência monopolística, por exemplo, com uma elasticidade maior do que um, o aumento nos preços de seus produtos geraria uma redução da quantidade consumida

mais do que proporcional ao aumento dos preços, acarretando uma diminuição na receita total. Nestas condições de demanda um estudo mais aprofundado sobre o preço limite deveria ser efetuado para analisar até que ponto a Empresa G poderia repassar a tarifa sem incorrer em prejuízo contábil caso em que não assimilaria o ônus da cobrança.

Na situação de elasticidade igual a um a receita total não se alteraria. Nestas condições é a análise financeira que indicaria a capacidade de pagamento. Como já salientado, as condições financeiras da empresa G são saudáveis e a capacidade de pagamento da mesma é positiva. Nestas condições de demanda, a empresa supra citada conseguiria absorver os impactos causados pela tarifa pelo uso da água bruta cujo valor é de 54.916.53138 US\$/ano (vazão média). Já na vazão  $Q_{7,10}$  esta empresa encontraria dificuldades para honrar o pagamento, se considerado o lucro líquido dos exercícios analisados. Na situação de demanda inelástica o valor na condição de vazão média, também seria assimilável.

**Quadro 14. Empresa H – Setor Petroquímico**

Estrutura do Capital				
1997	(mil)		US\$ 1,12	
	Ativo		Passivo	
A C	452.486,00		369.650,00	P C
R L P	178.741,00	26.756,00	234.821,00	E L P
A P	1.132.976,00	1.132.976,00	1.159.732,00	P L

Estrutura do Capital				
1998	(mil)		US\$ 1,21	
	Ativo		Passivo	
A C	484.782,00		459.067,00	P C
R L P	189.258,00	189.258,00	270.208,00	E L P
A P	1.114.564,00	55.235,00	1.059.329,00	P L

Fluxo de Recursos		
1996/1997	(mil)	
	Ativo	Passivo
	452.486,00	369.650,00
	178.741,00	234.821,00
	1.132.976,00	1.159.732,00
1.764.203,00	32.206,00	484.782,00
	10.517,00	189.258,00
	(18.412,00)	270.208,00
	24.401,00	1.059.329,00
	1.788.604,00	(100.403,00)

Índice	Ano	
	1997	1998
Capital Circulante Líquido	82.836,00	25.715,00
Liquidez Corrente	1,22	1,06
Liquidez Seca	0,84	0,82
Liquidez Imediata	0,11	0,01
Liquidez Geral	1,04	0,92
Solvência Geral	2,92	2,45
Endividamento Total	0,52	0,69
Imobilização do PL	0,98	1,05
Ret. Invest. Operacional	0,13	0,04
Rentabilidade do Ativo	0,06	-0,02
Rentabilidade do PL	0,09	-0,04
Margem Bruta	0,12	0,14
Margem Operacional	0,03	0,01
Margem Líquida	0,02	-0,01

DEMONSTRAÇÃO DOS RESULTADOS		
	31/12/97	31/12/98
Receita Operacional Bruta	5.840.818	4.879.946
Receita Operacional Líquida	5.257.247	4.473.118
Lucro Bruto	701.763	687.306
Res. Atividade	160.591	90.123
(-) Despesa Financeiras	(45.009)	(88.290)
(+) Receita Financeira	35.812	37.982
Lucro Operacional	151.395	39.815
Lucro Líquido	89.675	(32.143)

De acordo com o quadro, a empresa H possui uma estrutura de capital denominada de “saudável” em 1997 e “alerta” em 1998. No fluxo de recursos pode-se verificar que houve uma significativa redução no patrimônio líquido desta companhia, ocasionada por uma redução do seu ativo permanente e do seu lucro líquido. No tocante a liquidez, uma medida da capacidade de pagamento, a mesma apresenta capital circulante positivo e índice de liquidez corrente maior do que um. A



solvência geral nos dois períodos analisados. Neste caso, a capacidade de pagamento de longo prazo, considerando a solvência geral, seria de 1.159.732,00 mil US\$ em 1997 e 1.059.329,00 mil US\$ em 1998. Considerando a liquidez de curto prazo a capacidade de pagamento também seria positiva nos dois períodos, sendo que o montante é de 25.715,00 mil US\$ em 1997 e 82.836,00 mil US\$ em 1998. No demonstrativo de resultado, lucro líquido apresentado por esta empresa caracteriza uma situação de capacidade de pagamento positiva em 1997, sendo que este montante é de 89.675,00 mil US\$. Já em 1998, se considerado o lucro líquido como medida da capacidade de pagamento a mesma é negativa em 32.143,00 mil US\$.

Com referência as características de demanda, um estudo realizado por Carrera-Fernandez e Teixeira, 2000 revela que as elasticidades preço das demandas por derivados de petróleo são baixas, sendo 0,06 para a gasolina, 0,014 para o óleo combustível e 0,036 para o diesel. Como estas elasticidades são menores do que um, o aumento dos preços destas mercadorias geraria uma redução da demanda menos do que proporcional ao aumento dos preços. Isto resulta num acréscimo na receita total. Como já mencionado, inserida numa estrutura oligopolizada, com custos médios e marginais constantes (Koutsoyiannis, 1979), o lucro líquido desta empresa chegaria até a aumentar. Novamente se faz necessária a observação feita nas análises subseqüentes. A elevação dos preços não deve gerar um incentivo às novas entradas, o que mudaria as elasticidades preço da demanda e, conseqüentemente, os resultados anteriormente apresentados.

#### **4.3. Considerações Finais**

De acordo com os resultados obtidos, pode-se, mais uma vez, afirmar que a falta de planejamento, que é um pressuposto para a gestão ambiental, bem como a não realização de um zoneamento ecológico-econômico (Ab'Saber, 1994) fazem com que, mesmo com capacidade de pagamento positiva, algumas empresas não sejam capazes de assimilar os valores cobrados pelo uso da água bruta.

Os valores obtidos consideraram a capacidade de assimilação dos recursos hídricos como a medida da escassez relativa de qualidade de água para usos múltiplos. Os parâmetros de ponderação estão estabelecidos em legislação pertinente e, portanto, são considerados consensos pela sociedade. A localização das empresas

supra citadas no compartimento ambiental Pinheiros/Anhumas, na bacia do rio Atibaia, faz com que os recursos hídricos ali disponíveis se tornem escassos a ponto dos valores a serem cobrados assumam somas significativas, como anteriormente demonstrado. O binômio tipologia-localização assume, nesta região, uma importância relevante. Caso fosse respeitado as susceptibilidades e vocações deste meio ambiente, provavelmente os valores obtidos não alcançariam cifras tão elevadas.

No que tange a capacidade de pagamento, como observado, não existe uma medida exata para este valor, dependendo do objetivo a ser almejado a capacidade de pagamento assume distintas representações. No curto prazo, para a concessão de crédito, por exemplo, a liquidez corrente e a imediata poderiam exercer maior influência na análise da capacidade de pagamento. Já para um financiamento com pagamentos em prazos superiores a um ano, a atenção poderia se concentrar na solvência geral como uma medida da capacidade de pagamento. Se o propósito fosse analisar a capacidade de pagamento em termos de rentabilidade a lucratividade líquida exerceria significativa influência.

No que tange a agricultura, um trabalho realizado por Araújo (1997), já citado na revisão bibliográfica, apresenta resultados semelhantes aos apresentados neste estudo. A fruticultura e a cultura de hortaliças apresentaram os maiores valores referentes a capacidade de pagamento. Já a cultura de cana-de-açúcar apresentou a menor capacidade de pagamento em ambos os trabalhos. Mesmo com diferenças de clima e disponibilidade hídrica, a fruticultura apresenta alta rentabilidade se comparada com as demais culturas analisadas por esta dissertação e pelo trabalho realizado pelo autor supra citado. Esta conclusão pode gerar indícios de que a dimensão ordinal da capacidade de pagamento pode ser estabelecida independente da região analisada. Entretanto, a generalização desta constatação só pode ser feita a partir de estudos estatísticos que comprovem a correlação entre rentabilidade, disponibilidade hídrica e capacidade de pagamento. Uma apresentação ordinal da capacidade de pagamento seria importante na medida em que estabeleceria algum critério caso o subsídio cruzado fosse estabelecido em alguma bacia hidrográfica. O trabalho de Araújo não comparou a capacidade de pagamento com os prováveis valores a serem cobrados, o que torna impossível um paralelo entre a influência da

disponibilidade hídrica do Ceará na capacidade de pagamento dos seus irrigantes com a influência desta variável na capacidade de pagamento dos irrigantes no estado de São Paulo.

## 5. CONCLUSÕES

O objetivo deste trabalho não é apresentar uma proposta fechada da análise da capacidade de pagamento, ou sobre os valores a serem cobrados pela utilização da água bruta, mas apresentar meios para uma melhor compreensão do que significa cobrar pelo uso da água bruta. Questões importantes como o preço limite, subsídio cruzado, e os problemas de distribuição de renda a ele relacionados, e questões inflacionárias não são consideradas neste estudo, mas representam problemas reais que devem ser levados em consideração na implantação do estatuto da cobrança.

Um fato interessante que se pode concluir dos estudos realizados, refere-se a localização das atividades. Quando considerado o compartimento ambiental Pinheiros/Anhumas a capacidade de pagamento dos irrigantes, mesmo positiva, não seria suficiente para arcar com o ônus da cobrança, exceto as culturas de uva e goiaba, que possuem uma alta rentabilidade quando comparadas com as culturas consideradas. Já no compartimento ambiental Itatiba, todas as culturas conseguiriam arcar com a cobrança, excetuando as culturas de cana-de-açúcar e feijão que possuem capacidade de pagamento negativa.

Dos resultados apresentados para o setor industrial, é interessante mencionar o papel da elasticidade preço da demanda na determinação da capacidade de pagamento. Dependendo da condição de demanda (inelástica, elástica-unitária, elástica) uma empresa pode absorver sem problemas o impacto da cobrança em sua estrutura financeira, mesmo apresentando condição econômico-financeira deficiente. Isso acontece, por exemplo, numa condição de demanda inelástica em oligopólio, no qual os custos são constantes. Nestas condições de demanda, a receita total aumentaria com a cobrança pelo uso da água e, conseqüentemente, o lucro líquido, já que a estrutura de custos não se alteraria. Numa situação elástica-unitária, as condições financeiras seriam as principais variáveis a serem consideradas para determinar a capacidade de pagamento, sendo que a liquidez e a lucratividade são as suas principais medidas. Numa condição de demanda elástica, seria necessário analisar quantitativamente o preço de equilíbrio após a introdução da cobrança para

determinar se uma empresa assimilaria ou não os valores a serem cobrados. Neste caso, esta análise seria feita para aquelas empresas que possuem capacidade de pagamento positiva apresentada pela análise financeira.

Uma ressalva à condição de demanda inelástica deve ser feita. Os preços repassados aos consumidores não devem gerar incentivos a entrada de novas empresas, já que este fato acarretaria modificações na elasticidade preço e, conseqüentemente, na capacidade de pagamento dos agentes econômicos considerados.

Como anteriormente demonstrado, analisar a capacidade de pagamento requer não apenas uma análise da situação financeira dos agentes econômicos, mas também das condições de demanda com as quais estes agentes se defrontam. A análise das elasticidades preço da demanda e da oferta são fundamentais para uma melhor compreensão da capacidade de pagamento dos agentes econômicos e dos prováveis impactos da cobrança pelo uso e degradação dos recursos hídricos em suas estruturas financeiras. Afirmar com exatidão se os valores a serem cobrados são ou não assimiláveis pelos agentes econômicos só seria possível com a derivação de suas curvas de oferta e demanda, tornando possível estabelecer o nível de preço após a introdução da tarifa pelo uso da água e seus efeitos na liquidez e na lucratividade destes agentes.

O proposta deste trabalho é estudar a capacidade de pagamento como um subsídio para entender a cobrança pelo uso da água como um instrumento de gestão dos recursos hídricos e, em nível macro, da própria gestão ambiental. Este processo não deve ser ponderado individualmente, mas de forma global, já que envolve um grande número de variáveis as quais se interagem simultaneamente. Como o intuito da gestão ambiental é estabelecer um conjunto de procedimentos que visam à conciliação entre o desenvolvimento e a qualidade ambiental, esta deve acontecer a partir da observação da capacidade de suporte do meio natural e das necessidades identificadas pela sociedade.

Dentro desta visão global, a capacidade de suporte do meio natural pode ser estabelecida pela caracterização ambiental, responsável pela determinação das vocações e susceptibilidades naturais dos fatores ambientais, proporcionando uma

visão pró-ativa das atividades a serem instaladas. A caracterização ambiental e da atividade a ser instalada permite que o binômio tipologia-localização seja respeitado.

Claramente, este binômio não foi considerado na instalação do parque industrial localizado no compartimento ambiental Pinheiros/Anhumas. A demanda por água não é compatível com a disponibilidade hídrica da região, tornando a sua escassez relativa alta e, conseqüentemente, os valores a serem cobrados, já que a metodologia adotada aponta a capacidade de suporte como a principal variável a ser ponderada. Esta é entendida como a capacidade dos ambientes em acomodar, assimilar e incorporar um conjunto de atividades antrópicas, sem que suas funções naturais sejam fundamentalmente alteradas em termos de produtividade primária e proporcionar padrões de qualidade de vida aceitáveis às populações que habitam esses ambientes.

Para que os valores cobrados não alcançassem montantes tão elevados seria necessário realizar previamente um zoneamento ecológico-econômico para determinar as vocações e restrições do meio natural na bacia do rio Atibaia e levantar suas potencialidades econômicas. Este tipo de análise implica num cruzamento de informações sobre dados fisiográficos e ecológicos e dados demográficos e sócio-econômicos desta região. Este fato evitaria medidas corretivas e custosas que são necessárias para interromper o processo de deterioração ambiental e, em especial dos recursos hídricos na bacia do rio Atibaia.

Com este estudo, verifica-se que são significativos os valores a serem cobrados pela utilização da água bruta se o pretendido com este instrumento é gerar condições para que os diversos usuários desfrutem dos recursos hídricos com a quantidade e qualidade necessárias. A capacidade de pagamento apenas sugere se uma empresa é capaz de honrar ou não os valores estipulados, já os custos desta tarifação penetra na sociedade de uma forma ou de outra.

Se o binômio tipologia-localização fosse atendido, provavelmente estes custos não existiriam e não seriam repassados para a sociedade. A valoração ambiental é uma peça importante na economia ambiental como um instrumento capaz de corrigir as ditas "falhas de mercado", fazendo com que as externalidades entrem nos cálculos econômicos e, dessa forma, a eficiência de Pareto seja atingida.

Entretanto, não seria possível atingir a eficiência através de análises prévias das vocações do meio natural quando da instalação de um empreendimento, evitando que as externalidades ocorram? O custo desta estratégia para a sociedade não seria menor do que o ajuste *ex-post* via preço? Estas questões surgiram no decorrer deste trabalho e um estudo detalhado deste tema seria de grande importância na tomada de decisão dos planejadores privados e públicos.

Neste trabalho foram considerados apenas os valores referentes ao lançamento da demanda bioquímica de oxigênio (DBO), cujos valores estão disponíveis na literatura. Entretanto, a metodologia adotada salienta que o valor a ser cobrado deve considerar todos os parâmetros de poluição encontrados no efluente lançado nos corpos d'água. Dessa forma, a análise da capacidade de pagamento, neste trabalho, considera a situação mais confortável para os agentes econômicos analisados, já que foi considerada apenas a DBO como fator de poluição ponderado no valor da tarifa.

A análise da capacidade de pagamento e dos impactos da cobrança sobre os agentes econômicos é importante na medida que desmitifica a idéia de que uma nova tarifa sempre acarreta restrições econômicas e conseqüências indesejáveis como o desemprego. Estas conseqüências dependem do tipo de indústria, das condições de mercado e das elasticidades preço da demanda e da oferta em que as empresas estão inseridas. Estas variáveis são determinantes da magnitude do impacto de uma tarifa na estrutura de custos e lucro de uma atividade econômica, sendo, portanto, fundamentais na análise global da implementação da cobrança pelo uso e degradação dos recursos hídricos.

Um estudo que compare outras metodologias para a cobrança pelo uso da água (utilizando outras técnicas de valoração econômica do meio ambiente) com a capacidade de pagamento dos agentes econômicos seria bastante interessante, já q

ue não existe um consenso sobre a aplicação de uma metodologia para a cobrança.

Quanto aos dados relativos à captação de água e lançamentos de efluentes, bem como os dados referentes aos custos e receitas dos agentes econômicos, o que viabilizaria um estudo tecnicamente correto nos termos da microeconomia, estes

poderiam ser obtidos quando da concessão da outorga pelo uso da água. Sem estas informações a outorga não seria autorizada.

O que fica claro neste estudo é que a água, apesar de existir numa razoável proporção, apresenta forte indícios de escassez. Em paralelo, a água é um fator de produção e como tal deve ser valorada para que a sua alocação seja considerada no processo econômico. A desconsideração deste fato acarreta um movimento econômico com desvios de eficiência, ou seja, a economia não está operando de forma ótima, no sentido paretiano.

Negar o meio ambiente não é apenas uma falha grave na condução do processo econômico, é negar a existência de custos sociais que podem estar conduzindo a tomadas de decisões erradas, tanto por parte dos governantes públicos como dos agentes privados. Portanto, a aplicação de técnicas da economia dos recursos naturais, juntamente com as demais áreas do conhecimento científico voltadas à conservação do meio ambiente, se faz de primordial importância numa sociedade na qual a escassez dos recursos e bens naturais está sendo intensificada de forma crescente.

Existe a possibilidade da ocorrência de custos sociais inerentes à implantação da cobrança, entretanto perpetuar o processo de deterioração dos recursos hídricos certamente gera custos ambientais que dificilmente são revertidos num horizonte de tempo considerável, o que gera prejuízos irreparáveis para toda a sociedade como as doenças e as mortes dela decorrente. Se os instrumentos a serem utilizados são econômicos ou não é uma questão que deve ser ponderada analisando-se os custos e benefícios que eles proporcionam, porém ações que previnam ou evitem a propagação da degradação dos recursos hídricos devem ser decididas no presente para que os recursos ambientais estejam disponíveis em quantidade e qualidade assegurando a manutenção da qualidade de vida.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABEL, P. D. (1989) *Water Pollution Biology*. Chichester, Ellis Horwood Limited.
- ALABASTER, J. S. e LLOYD, R. (1982) *Water quality criteria for freshwater fish*. 2<sup>nd</sup> ed. London, Butterworth Scientific.
- AMAZONAS, M. C. (1994) *Economia do Meio Ambiente: uma análise da abordagem neoclássica a partir de marcos evolucionistas e institucionalistas*. Dissertação de Mestrado. IE – UNICAMP – Campinas.
- ARAÚJO, J. C. (1997) *Aspectos de Gestão e do Uso Econômico dos Recursos Hídricos no Estado do Ceará*. Relatório CNPq/COGERH. Fortaleza, Ceará.
- BARALDI, M. R. (coord.) (1990) *Manual de Política e Processo Decisório de Crédito*. São Paulo: IBCB.
- BARROS, R. T. de V.; CHERNICHARO, C. A. de L.; HELLER, L.; e SPERLING, M. V. (1996) *Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios*. Escola de Engenharia da UFMG. 221p., vol. 2.
- BARTELMUS, P. *et alii* (1992) *Integrated environmental and economic accounting: a case study for Papua New Guinea*. Environmental working paper, 54. Washington D.C.: The World Bank.
- BARTH, F. T. (1986) *Planejamento e Administração de Recursos Hídricos*. São Paulo: DAEE/Fdte. vol. 1.



BARTH, F. T. e POMPEU C. T. (1987) *Fundamentos para Gestão de Recursos Hídricos*. In: BARTH, F. T. (et. al.) *Modelos para Gerenciamento de Recursos Hídricos*. São Paulo. Nobel: ABRH.

BATEMAN, I. J.; LANGFORD, I. H. e GRAHAM, A. (1995) *A survey of non-users willingness to pay to prevent saline flooding in the Nortfolk broads*. CSERGE Working Paper GEC 95-11. Norwich: University of East Anglia/University College London.

BAUMOL, W. e OATES, W. (1988) *The theory of Environmental Policy*. Cambridge: Cambridge University Press, second Edition.

BISHOP R. C., CHAMP, P. A. e MULLARKEY, D. J. (1998) *Contingent Valuation*  
In: BROMLEY, D. W. (1998) *The Handbook of Environmental Economics*. Massachusetts: Blackwell Publishers Inc, p. 629-654.

BRASIL (1986) Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente.  
CONAMA Resolução nº20, de 18 de junho de 1986. Diário Oficial da União, 30 de julho de 1986.

CARRERA-FERNANDEZ, J. e TEIXEIRA, T. C. S. (2000) *As funções de demanda por derivados de petróleo no Brasil*. Bahia. Mimeo.

CASTRO, A. A.; COSTA, A. M. L. M. e SPERLING, M. V. (1996) *Esgotos Sanitários*. In: BARROS, R. T. de V.; CHERNICHARO, C. A. de L.; HELLER, L.; e SPERLING, M. V. *Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios*. Escola de Engenharia da UFMG. 221p., vol. 2.

CHIANG, A.C. (1982) *Matemática para Economistas*. São Paulo. Edusp.

CHIAVENATO, I. (1994) *Administração: teoria, processo e prática*. 2ª ed. Makron Books.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (1991) *Enquadramento dos Corpos D'água do Estado de São Paulo em Classes de Uso Preponderante – Bacia do Rio Piracicaba*. São Paulo.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (1992a) Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo – 1991. Série de Relatórios. São Paulo, Cetesb.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (1993) Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo – 1992. Série de Relatórios. São Paulo, Cetesb.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (1995) Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo – 1994. Série de Relatórios. São Paulo, Cetesb.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (1996) Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo – 1995. Série de Relatórios. São Paulo, Cetesb.

DESVOUSGES, W.; SMITH, V. K. e FISHER, A. (1987) *Option price estimates for water quality improvements: a contingent valuation study for the Monongahela river*. Journal of Environmental Economics Management, v. 14, p. 248-267.

EISWERTH ET, M. E.; JEFFREY, E.; FADALI, E.; e SHAW, D. (2000) *The value of water levels in water-based recreation: A pooled revealed preference/contingent behavior model*. Water Resources Research, vol. 36, n. 4, p. 1079-1086.

FERGUSON, C. E. (1994) *Microeconomia*. Rio de Janeiro, R.J: Forense Universitária, 18. Ed.

FRANÇA, F. M. C. e PEREIRA, J. A. (1990) *Análise Agroeconômica e Capacidade de Pagamento do Pequeno Irrigante no Nordeste*. Fortaleza, Secretaria Nacional de Irrigação/BNB/ETENE. Estudos Econômicos e Sociais, 50.

FREEMAN III, A. M. (1998) *Evaluating Changes in Risk and Risk Perceptions by Revealed Preference*. In: BROMLEY, D. W. (1998) *The Handbook of Environmental Economics*. Massachusetts: Blackwell Publishers Inc, p. 672-686.

FUNDAÇÃO SEADE (1992) *Evolução da Demanda de Água Industrial e da Carga Poluidora das Atividades Industriais na Bacia do Rio Piracicaba: 1985-2010*. São Paulo.

GARRIDO, R. (1996) *Contribuição ao Plano Nacional de Recursos Hídricos*. Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Brasília, D.F..

GAZETA MERCANTIL (1995) *Recuperação de petróleo derramado excedeu 33 vezes o vazamento do Exxon Valdez*. São Paulo, 24 de março, p. 17.

GEORGIU, S.; LANGFORD, I.; BATEMAN, I. e TURNER R. K. (1996) *Determinants of individuals' willingness to pay for reductions in environmental health risks: a case study of bathing water quality*. CSERGE Working Paper GEC 96-14. Norwich: University of East Anglia/University College London.

GITMAN, L. J. (1987) *Princípios de Administração Financeira*. 3ª ed. São Paulo: Harbra.

- GRAHAM-TOMASI, T. (1998) *Quasi-Option Value* In: BROMLEY, D. W. (1998) *The Handbook of Environmental Economics*. Massachusetts: Blackwell Publishers Inc, p. 594-614.
- GRASSO, M.; TOGNELLA, M. M. P.; NOVELLI, Y. S.; e COMUNE, A. E. (1995) *Aplicação de Técnicas de Avaliação Econômica ao Ecossistema Manguezal*. In: MAY, P. H. (org.) (1995) *Economia Ecológica: Aplicações no Brasil*. Rio de Janeiro, R.J: Campus.
- JAMES, L. D. e LEE, R. R. (1971) *Economics of Water Resources Planning*. McGraw-Hill.
- JANTZEN, J. (1992) *Cost-Effective Pollution Control in Brazil*. Holanda, Haia, Instituut voor Toegepaste Milieu-Economic, mimeo.
- KOUTSOYIANNIS, A. (1979) *Modern Microeconomics*. MacMillan Education Ltd. Hampshire.
- KRUIJF, H. A. M. (1988) *What is Ecotoxicology?* In: KRUIJF, H. A. M.; ZWART, D.; RAY, P. K.; e VISWANATHAN, P. N. (eds). *Manual on Aquatic Ecotoxicology*. Dordrecht, Kluwer Academic Publisher, cap. 4.
- LANNA, A. E. L. (1994) *Estudos para a cobrança pelo uso da água bruta no estado do Ceará – Simulação tarifária para a bacia do rio Curu*. Relatório nº1. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará (COGERH). Fortaleza, Ceará.
- LANNA, A. E. L. (1995) *Estudos para a cobrança pelo uso da água bruta no estado do Ceará – Simulação tarifária para a bacia do rio Curu*. Relatório nº2-A. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará (COGERH). Fortaleza, Ceará.

- LANNA, A. E. L.; RIBEIRO, M. M. R.; e TAVARES, V. E. Q. (1999) *Valoração Monetária de Bens e Serviços Ambientais: Revisão do Estado da Arte sob a Ótica da Gestão das Águas*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, vol. 4, n.3, Jul/Set, p. 97-116.
- LIMA, A. F. (1952) *A Evolução dos Métodos de Tratamento de Esgoto*. Escola de Engenharia da Universidade do Recife. Tese.
- MARC/MARC TREINAMENTO (1998) *Sensibilidade Crítica para Crédito e Riscos*. São Paulo – S.P..
- MARGULIS, S. (1994) *Estimativas dos custos ambientais no México*. In: May, P. H. e SERÔA DA MOTTA, R. (orgs.) *Valorando a Natureza: análise econômica para o desenvolvimento sustentável*. Rio de Janeiro: Editora Campus.
- MAY, P. H. (1995) *Economia Ecológica e o Desenvolvimento Equitativo no Brasil*. In: MAY, P. H. (org.) (1995) *Economia Ecológica: Aplicações no Brasil*. Rio de Janeiro, R.J: Campus.
- MEDEIROS, J. F. (1995) *Aspectos Econômicos-Ecológicos da Produção e Utilização do Carvão Vegetal na Siderurgia Brasileira*. In: MAY, P. H. (org.) (1995) *Economia Ecológica: Aplicações no Brasil*. Rio de Janeiro, R.J: Campus.
- MELETTI, P. C. (1997) *Avaliação da Qualidade da Água e do Sedimento na Bacia do Rio Piracicaba, S.P., através de Parâmetros Ecotoxicológicos*. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos.
- MELO, F. H. (1988) *Capacidade de Pagamento da Agricultura e a Correção Monetária*. Est. Econ., São Paulo, v. 18, nº3, p. 393-405, SET./DEZ..
- MERICO, (1996) *Introdução à Economia Ecológica*. Blumenau - S.C: Ed. Da Furb.

- MORAN, D. e MORAES, A. S. (1998) *Mudanças Ambientais no Pantanal, Brasil*. In: MOTTA, R. S. da (1998) *Manual para Valoração Econômica de Recursos Ambientais*. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, 218 p.
- MOTTA, R. S. da (1998) *Manual para Valoração Econômica de Recursos Ambientais*. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, 218 p.
- MUNASHINGHE, M. (1992) *Environmental Economics and Valuation in Development Decion Making*. World Bank Environmental Working Paper nº 51, Whashington.
- NEVES, S. e VICECONTI, P. E. (1995) *Contabilidade Avançada e Análise das Demonstrações Financeiras*. São Paulo – S.P.. Frase Editora.
- NICHOLSON, W. E. (1997) *Intermediate microeconomics ans its application*. 7<sup>th</sup> edition. Fort Worth, Texas. The Dryden Press.
- OYARZUN, D. A. (1996) *Valoración Económica de la Calidad Ambiental*. Madri: Mcgraw-Hill.
- PEARCE, D. W. (1995) *Bluprint 4: Capturing global environmental value*. London: Earthscan.
- PEARCE, D. W. e TURNER, R. K. (1990) *Economics of Natural Resources and the Environmental*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.
- PEIRCE, J. J.; VESILIND, P. A. e WEINER, R. (1988) *Environmental Engineering*. 2<sup>nd</sup> ed. Butterworth Publishers.

- PIGOU, A. (1920) *The Economics of Welfare*. MacMillan. London.
- PINDYCK, R. S. (1999) *Microeconomia*. São Paulo, S.P: Makron Books, 4. Ed.
- PINDYCK, R. S. e RUBINFELD, D. L. (1999) *Microeconomia*. Makron Books, 4ª Ed. São Paulo.
- PINHEIRO, J. C. V. (1998) *Valor Econômico da Água para Irrigação no Semi-Árido Cearense*. Tese de Doutorado. Esalq/USP. Piracicaba.
- PIPER, S. e MARTIN, W. E. (1997) *Household willingness to pay for improved rural water supplies: a comparison of four sites*. Water Resources Research, vol. 33, n. 9, p. 2153-2163.
- PIRES, J. M. e SOUZA, M. P. (1991) *O impacto sobre a estrutura de custos a partir da cobrança sobre os usos dos recursos hídricos através de "mark-up"*. Anais do IX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Rio de Janeiro.
- PORTO, L. L. R. (1991) *Hidrologia Ambiental*. São Paulo. Editora da Universidade de São Paulo: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, vol.3.
- POVINELLI, J. (1972) *Contribuição ao Estudo da "constante" de desoxigenação da equação de DBO*. São Carlos. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos, USP.
- RANDALL, A. (1987) *Resource Economics: an Economic Approach to Natural Resource and Environmental Policy*. John Wiley & Sons Inc.
- RIBEIRO, M. M. R.; LANNA, A.E.; e PEREIRA, J. S. (1999) *Elasticidade Preço da Demanda e a Cobrança pelo uso da Água*. Trabalho apresentado no XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Belo Horizonte – MG.



- RIGHETTO, A. M. (1998) *Hidrologia e Recursos Hídricos*. São Carlos: EESC/USP.
- ROBBINS, L. (1969) *Essay on the Nature and Significance of Economic Science*. MacMillan. London.
- SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE (1994) *Estabelecimento de metas ambientais e reenquadramento dos corpos d'água: Bacia do Rio Piracicaba*. São Paulo. Série de Relatórios.
- SERÔA DA MOTTA, R. e YOUNG, C. E. F. (1991) *Recursos Naturais e Contabilidade Social: a renda sustentável da extração mineral no Brasil*. Texto para discussão. Rio de Janeiro. IPEA.
- SERÔA DA MOTTA, R. (1995) *Estimativas de Depreciação de Capital Natural no Brasil*. In: MAY, P. H. (org.) (1995) *Economia Ecológica: Aplicações no Brasil*. Rio de Janeiro, R.J: Campus.
- SERÔA DA MOTTA, R. (1998) *Manual para Valoração Econômica de Recursos Ambientais*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal.
- SILBERBERG, E. (1990) *The Structure of Economics: A Mathematical Analysis*. MacGraw-Hill, second Edition.
- SOTO, F. (1993) *Da indústria do papel ao complexo florestal no Brasil: o caminho do corporativismo tradicional ao neocorporativismo*. Texto para discussão nº14. Instituto de Economia da Unicamp.
- SOUZA, M.P. (1993). *Metodologia de cobrança sobre os usos da água e sua aplicação como instrumento de gestão*. Tese de Doutorado. Faculdade de Saúde Pública da USP. São Paulo.

- SOUZA, M.P. (1995). *A cobrança e a água como bem comum*. RBE - Caderno de Recursos Hídricos, vol.13, nº1, jun., p.25-55.
- SOUZA, M.P. (2000) *Instrumentos de Gestão Ambiental: Fundamentos e Prática*. São Carlos – SP. Editora Riani Costa.
- SPERLING, E. V. e MÖLLER, L. M. (1996) *Saneamento e Meio Ambiente*. In: BARROS, R. T. de V.; CHERNICHARO, C. A. de L.; HELLER, L.; e SPERLING, M. V. *Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios*. Escola de Engenharia da UFMG. 221p., vol. 2.
- TECNOSAN ENGENHARIA S.A. & DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (1986) *Plano Global de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Piracicaba*. DAEE.
- TEIXEIRA, T.C.S. e CARRERA-FERNANDEZ J. (2000) *As Funções de Demanda por Derivados de Petróleo no Brasil*. Bahia – BA. Mimeo.
- THE WORLD BANK WATER DEMAND RESEARCH TEAM (1993) *The demand for water in rural areas: determinants and policy implications*. The World Bank Research Observer. v. 8, n.1, p. 47-70.
- TIETENBERG, T. H. (1994) *Administrando a transição para um desenvolvimento sustentável: o papel dos incentivos econômicos* In: MAY, P. H. e MOTTA, R. S. da (1994) *Valorando a Natureza: análise econômica para o desenvolvimento sustentável*. Rio de Janeiro, RJ: Ed. Campus, p. 93-109.
- TISDELL, C. A. (1993) *Environmental Economics: policies for environmental management and sustainable development*. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing, Inc.

TONGEREN, J. V. *et alii.* (1991) *Integrated environmental and economic accounts: a case study for México.* Environment department working paper, 50. Washington D.C.: The World Bank.

TURNER, R. K. e POSTLE, M. (1994) *Valuing the water environment: na economic perspective.* CSERGE Working Paper WM 94-08. Norwich: University of East Anglia/University College London.

TURNER, R. K., PEARCE, D. W. e BATEMAN, I. (1993) *Environmental Economics: na elementary introduction.* Baltimore: The Johns Hopkins University Press.

VARIAN, H. R. (1994) *Microeconomia: princípios básicos.* Rio de Janeiro, R.J.: Campus, 2. Ed.

VEIGA, J. E. da (1992) *Valorização econômica dos elementos do meio ambiente* In: NOZOE, N. (1992) *Contabilização econômica do meio ambiente: Elementos metodológicos e ensaio de aplicação no Estado de São Paulo.* São Paulo, S.P.: Secretaria do Meio Ambiente, p. 45-62.

WOLMAN, A. (1962) *Water Resources.* National Academy of Sciences. National Research Council. Publication 1000-B. Washington, USA in BRANCO, S.M. (1983) *Poluição: a morte de nossos rios.* ASCETESB. São Paulo, 2ª edição.

WWW.CVM.GOV.BR. Site da Comissão de Valores Mobiliários.

**Anexo 1. Volume de captação de água e capacidade de pagamento dos irrigantes no estado do Ceará**

Entrevista	Cultura	vol.m3/ha	rend. kg/ha	Fração	Área ha	prod. Kg	\$/unit.R\$/Kg	Bruto R\$	ág. (1000 m3)	Cap. Pag. 1 R\$/1000 m3	Cap. Pag.2 R\$/1000/m3
1	milho	6000	3000	0,5		22500	0,23	5175	45		
	feijão	5000	1200	0,5		9000	0,46	4140	38		
	global				15			9315	83	1,13	0,01
2	feijão	5000	1000	1		5000	0,42	2100	25		
	global				5			2100	25	0,84	0,01
3	feijão	5000	1320	1		18480	0,67	12382	70		
	global				14			12382	70	1,77	0,01
4	feijão	5000	1300	0,25		119600	0,83	99268	460		
	arroz	16000	6000	0,3		648000	0,28	181440	1728		
	algodão	8000	2000	0,45		330000	0,67	221100	1320		
	global				365			501808	3508	1,43	1,93
5	feijão	5000	1000	0,5		1000	0,83	830	5		
	arroz	16000	4000	0,5		4000	0,24	960	16		
	global				2			1790	21	0,85	0,01
6	côco	12000	27000	0,36		54000	0,15	8100	24		
	cana	22000	30000	0,18		30000	0,023	690	22		
	mamão	10000	30000	0,18		30000	0,15	4500	10		
	melancia	6000	30000	0,27		45000	0,1	4500	9		
	global				5,5			17790	65	2,74	3,45
7	côco	12000	28000	0,5		56000	0,15	8400	24		
	feijão	5000	1200	0,5		2400	0,92	2208	10		
	global				4			10608	34	3,12	1,45
8	feijão	5000	1200	1		12000	0,75	9000	50		
	global				10			9000	50	1,8	0,01
9	arroz	16000	6000	0,67		12000	0,28	3360	32		
	feijão	5000	1200	0,33		1200	0,82	984	5		
	global				3			4344	37	1,17	0,74
10	arroz	16000	8000	0,5		16000	0,23	3680	32		
	feijão	5000	1200	0,38		1800	0,77	1386	8		
	banana	20000	35000	0,13		17500	0,1	1750	10		
	global				4			6816	50	1,38	1,16
11	arroz	16000	7400	0,83		37000	0,25	9250	80		
	feijão	5000	2970	0,17		2970	0,83	2465	5		
	global				6			11715	85	1,38	3,13
12	banana	20000	25000	0,64		250000	0,35	87500	200		
	cana	22000	55850	0,36		318345	0,017	5412	125		
	global				15,7			92912	325	2,86	4,58
13	banana	20000	10400	1		36400	0,05	1820	70		
	global				3,5			1820	70	0,26	0,01
14	horta	5000	20000	1		60000	0,4	24000	15		
	global				3			24000	15	16	59
15	banana	20000	35000	0,81		1750000	0,35	612500	1000		
	manga	12000	30000	0,19		360000	1	360000	144		
	global				62			972500	1144	8,5	31,11
16	banana	20000	30000	1		405000	0,3	121500	270		
	global				13,5			121500	270	4,5	12,07
17	feijão	5000	1100	0,5		8800	0,8	7040	40		
	milho	6000	3000	0,5		24000	0,23	5520	48		
	global				16			12560	88	1,43	1,04
18	melancia	6000	10000	1		170000	0,17	28900	102		
	global				17			28900	102	2,83	4,08
19	banana	20000	25000	0,49		240000	0,2	48000	192		
	maracujá	9000	30000	0,51		300000	0,46	138000	90		
	global				19,6			186000	282	6,6	22,69
20	tomate	7000	15000	1		30000	0,32	9600	14		
	global				2			9600	14	6,86	13,93
21	horta	5000	10000	1		5000	0,46	2300	2500		
	global				0,5			2300	2500	0,01	0,03
				Área Total	586,3				Média	2,61	6,24
CP1	1% do Faturamento Bruto										
CP2	5% do Faturamento Líquido										

Fonte: Adaptado de Araújo (1997).