USP

Campus de São Carlos

A COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA COMO INSTRUMENTO DE GESTÃO – O CASO DA BACIA DO ALTO JACARÉ GUAÇÚ - SP

CLÁUDIA DA SILVA AGUIAR REZENDE

ORIENTADOR: Prof. Dr. MARCELO PEREIRA DE SOUZA

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

A COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA COMO INSTRUMENTO DE GESTÃO – O CASO DA BACIA DO ALTO JACARÉ GUAÇÚ - SP.

EESC - USP
Biblioteca
CAMPUS DE S. CARLOS

Cláudia da Silva Aguiar Rezende

Serviço de Pós-Graduação EESC/USP

EXEMPLAR REVISADO

Data de entrada no Serviço: 07/06/01

Ass.:.....

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

ORIENTADOR: Prof. Dr. Marcelo Pereira de Souza

DEDALUS - Acervo - EESC
31100036077

São Carlos
2001

Classe. TESE - EESC
Cutt. 4662
Tombo TO111/01

at 1190870

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

R467c

Rezende, Cláudia da Silva Aguiar
A cobrança pelo uso da água como instrumento de gestão : o caso da Bacia do Alto Jacaré Guaçu - SP / Cláudia da Silva Aguiar Rezende. -- São Carlos, 2001.

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

1. Cobrança pelo uso da água. 2. Gestão ambiental. 3. Planejamento ambiental. 4. Sistema de informações ambientais. I. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Candidata: Engenheira **CLAUDIA DA SILVA AGUIAR REZENDE**

Dissertação defendida e aprovada em 05-04-2001
pela Comissão Julgadora:

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

Prof. Doutor **LUIZ ANTONIO DANIEL**
(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

Aos meus filhos Rafael e Gabriela

com amor e carinho.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Marcelo Pereira de Souza pela amizade, confiança e orientação durante todo trabalho, e que muito tem contribuído para minha formação profissional.

Aos meus pais, Florinda e Manoel, e aos meus irmãos Marcelo, Cristina e Maurício que sempre me incentivaram com palavras de carinho, estímulo e coragem.

Aos colegas do Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada que acompanharam-me no decorrer do curso de pós-graduação e que muito ensinaram –me nesta caminhada: Andréa, Ciclene, Dirlane, Pinzon, Paulino, Ricardo Silvia, Celina, Iracema, Guilherme, Patrícia, Ruth e Tereza.

Aos amigos Karla, Aurélio e Vitor pela valiosa contribuição na discussão e consolidação deste trabalho.

Aos amigos Luci e Fábio pela amizade tão sincera em todos os momentos em estive em São Carlos.

Aos amigos Edma, Gastão e Alessandra pela assistência, carinho e amizade durante todo tempo de moradia em São Carlos.

Ao Técnico Décio Michellis da Celtins - Centrais Elétricas do Estado do Tocantins pelo auxílio no levantamento de informações acerca do uso de água no setor de geração de energia.

Ao grande amor da minha vida, Maurício, pelo carinho, dedicação e paciência durante todo esse tempo, permitindo o ambiente necessário e favorável para o desempenho deste trabalho tão importante na minha vida profissional.

Aos meus tesouros, Rafael e Gabriela, pela paciência durante minhas ausências e pela manifestação contínua de carinho e apoio.

À Deus por ter me proporcionado tamanha oportunidade na vida a qual serei eternamente grata.

pág. 5 a 11 / 14 a 17 / 20 a 24 / 33 a 39
RB

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS i

LISTA DE TABELAS II

LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS III

LISTA DE SÍMBOLOS V

RESUMO VI

ABSTRACT VII

1 - INTRODUÇÃO 1

2 – OBJETIVOS 4

3 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 5

3.1 - FUNDAMENTOS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL 5

3.1.1 – Sustentabilidade em suas diferentes dimensões 6

3.2 – GESTÃO AMBIENTAL 7

3.2.1 - Instrumentos Econômicos 11

3.2.2 - Instrumentos Regulatórios 12

3.2.3 – Mecanismos de gestão ambiental 14

3.2.4 - Aspectos econômicos e meio ambiente 15

3.2.4.1 - Valoração Ambiental 17

3.2.4.2 - Métodos de valoração ambiental 19

3.3 - GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS 20

3.3.1 - Ciclo Hidrológico 22

3.3.2 - Usos da água 23

3.3.3 – Experiências internacionais na área da gestão dos recursos hídricos 25

3.3.4 – Experiência brasileira na gestão dos recursos hídricos 30

3.4 - LEGISLAÇÃO AMBIENTAL 33

3.5 - COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA 38

3.6 - SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA 49

4 - MATERIAIS E MÉTODOS 51

4.1 - ÁREA DE ESTUDO 51
4.2 – ENTRADA DE DADOS 52
4.2.1 - Declividade 54
4.2.2 - Solos 54
4.2.3 - Suscetibilidade à erosão 54
4.2.4 - Cenários de potencial agrícola 54
4.3 – A ÁGUA ENQUANTO INSUMO NO PROCESSO PRODUTIVO 55
4.3.1 – Irrigação 55
4.3.2 - Geração de energia 56
4.4 – CAPACIDADE DE PAGAMENTO E CUSTO DE OPORTUNIDADE DOS USOS DA ÁGUA 57
4.5 – CONFLITO DE USO DOS RECURSOS HÍDRICOS 58
4.6 – AVALIAÇÃO DA DEMANDA *VERSUS* DISPONIBILIDADE HÍDRICA 59
5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO **61**
5.1 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO 61
5.1.1 - Declividade 64
5.1.2 - Solos 66
5.1.3 - Geologia 69
5.1.4 - Uso e cobertura do solo 72
5.2 - ÁREAS POTENCIAIS E RESTRITIVAS 74
5.2.1 - Suscetibilidade à erosão 74
5.2.2 - Produtividade das terras 78
5.2.3 - Potencial agrícola irrigado 80
5.2.3.1 - Disponibilidade hídrica 83
5.3 - A ÁGUA COMO INSUMO NO SETOR PRODUTIVO 83
5.3.1 - Irrigação 85
5.3.1.1 - Demanda hídrica para irrigação 86
5.3.1.2 - Rendimento médio e o benefício líquido 89
5.3.2 - Geração de energia 92
5.3.2.1 - Custo médio e renda líquida do setor de geração de energia 92
5.4 – CUSTO DE OPORTUNIDADE 94

5.5 - A CAPACIDADE DE PAGAMENTO DOS USUÁRIOS DE ÁGUA E ARRECADAÇÃO POTENCIAL 95
5.6 - CONFLITO POR QUANTIDADE DE ÁGUA 96
5.6.1 -Demanda versus disponibilidade hídrica 96
5.6.2 - Diferentes situações de atuação da cobrança 97
5.7 - IMPACTOS AMBIENTAIS E OS USOS DA ÁGUA 99
5.7.1 - A cobrança enquanto instrumento de gestão ambiental 99
5.7.2 - Cenário de conflito 100
5.7.3 - Sistema de informações ambientais e a cobrança pelo uso da água 102
6 – CONCLUSÕES **104**
7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS **109**

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 3.1 - Ciclo hidrológico..... 22
FIGURA 4.1 - Localização da área de estudo..... 52
FIGURA 4.2 - Representação esquemática de entrada de dados..... 53
FIGURA 4.3 - A água na irrigação..... 56
FIGURA 4.4 - Avaliação do incremento da água no setor hidrelétrico..... 57
FIGURA 4.5 - Avaliação da capacidade de pagamento e custo de oportunidade..... 58
FIGURA 4.6 - Conflitos de usos da água..... 59
FIGURA 4.7 - Balanço entre demanda e disponibilidade hídrica..... 60
FIGURA 5.1 - Mapa de hidrografia..... 63
FIGURA 5.2 - Mapa de declividade..... 65
FIGURA 5.3 - Mapa de solos..... 68
FIGURA 5.4 - Mapa de geologia..... 71
FIGURA 5.5 - Mapa de uso e cobertura dos solos..... 73
FIGURA 5.6 - Mapa de suscetibilidade à erosão..... 77
FIGURA 5.7 - Mapa de produtividade..... 79
FIGURA 5.8 - Mapa de potencial agrícola para irrigação..... 82
FIGURA 5.9 - Produtividade média de culturas irrigadas e não irrigadas..... 84
FIGURA 5.10 - Produtividade média de culturas irrigadas para área de 6.264 ha..... 85
FIGURA 5.11 - Resultado do incremento da água na irrigação de diferentes culturas, considerando-se uma área irrigada igual a 6.264 ha..... 90
FIGURA 5.12 - Resultado do incremento da água na irrigação de diferentes culturas, considerando-se uma área irrigada igual a 3.123 ha..... 91

LISTA DE TABELAS

TABELA 3.1 - Instrumentos de gestão ambiental..... 13
TABELA 3.2 - Características quanto ao uso da água..... 23
TABELA 3.3 - Leis estaduais de gerenciamento dos recursos hídricos..... 32
TABELA 3.4 - Instrumentos da PNMA..... 35
TABELA 3.5 - Legislação setorial correlatas à gestão dos recursos hídricos..... 38
TABELA 4.1 - Avaliação da produtividade dos solos..... 55
TABELA 4.2 - Classificação de solos segundo sua produtividade..... 55
TABELA 5.1 - Classes de declividade..... 66
TABELA 5.2 - Classes de solos..... 69
TABELA 5.3 - Classes de geologia..... 72
TABELA 5.4 - Classes de uso e cobertura do solo..... 74
TABELA 5.5 - Classes de suscetibilidade à erosão do solo..... 78
TABELA 5.6 - Classes de produtividade..... 80
TABELA 5.7 - Classes de solos com potencial agrícola para irrigação..... 83
TABELA 5.8 - Produtividade média de culturas irrigada e não irrigada..... 84
TABELA 5.9 - Demanda hídrica para irrigação..... 87
TABELA 5.10 - Demanda hídrica para situações A, B e C..... 87
TABELA 5.11 - Parâmetros da simulação dos cenários..... 88
TABELA 5.12 - Demanda hídrica potencial..... 89
TABELA 5.13 - Benefício líquido do setor de irrigação..... 90
TABELA 5.14 - Desempenho das culturas em relação ao incremento da água para o cenário B..... 91
TABELA 5.15 - Renda líquida do setor de geração de energia..... 93
TABELA 5.16 - Custo de oportunidade..... 94
TABELA 5.17 - Arrecadação potencial do setor de irrigação..... 95
TABELA 5.18 - Arrecadação potencial do setor hidrelétrico..... 95
TABELA 5.19 - Balanço hídrico entre os usuários de água..... 97

LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco

OECD – Organização para Economia, Cooperação e Desenvolvimento

PPP – Princípio Poluidor Pagador

VET – Valor Econômico Total

VU – Valor de Uso

VNU – Valor de Não Uso

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente

EPIA – Estudo Prévio de Impacto Ambiental

EIA/RIMA – Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental

VUD – Valor de Uso Direto

VUI – Valor de Uso Indireto

VO – Valor de Opção

CMo - Custo Marginal

CMU – Custo Médio Uso

m^3 – Metro Cúbico

DQO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

DNAEE – Departamento Nacional de Energia Elétrica

PNI – Política Nacional de Irrigação

MVR – Menor Valor de Referência

PNMA – Política Nacional de Meio Ambiente

SISNAMA – Sistema Nacional de Meio Ambiente

ELETROBRÁS – Centrais Elétricas Brasileiras

MME – Ministério de Minas e Energia

PNRH – Política Nacional Recursos Hídricos

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IAC – Instituto Agronômico de Campinas

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

CESP – Centrais Elétricas do Estado de São Paulo

LVA – Latossolo Vermelho Amarelo

PVA – Podzólico Vermelho Amarelo

UNICAMP – Universidade de Campinas

FRC – Fator Referência de Carga

TIR – Taxa Interna de Retorno

UHE – Usina Hidrelétrica

PCHs – Pequenas Centrais Hidreléticas

LISTA DE SÍMBOLOS

Cs – Saturação do corpo d´água

Ic – Índice de carga

Ce – Carga remanescente

Kc – Índice multiplicador

U – Fator ponderador de cobrança

ce – Concentração do poluente no efluente final

cp – Concentração máxima permitida pelo padrão de emissão

Te – Valor a ser pago sobre o lançamento

Qe – Vazão do efluente

S – Sazonalidade e tipo de atividade

K_2 e K_1 – Coeficiente temporal

TF – Tarifa fixa

Ki – Local de captação

Ku – Tipo de solo

Kest – Estação do ano

$a – Custo médio da água na bacia hidrográfica

A* - Área de isenção de tarifa

A_o - Área limite de recebimento de subsídio

A – Área potencialmente irrigável dentro de cada unidade agrícola

Al – Área efetivamente irrigada dentro de cada unidade agrícola

ta – Consumo médio de água na irrigação

α -1° parâmetro do modelo de tarifação

β - 2° parâmetro do modelo de tarifação

γ - 3° parâmetro do modelo de tarifação

η - Número de usuários na bacia hidrográfica

RESUMO

REZENDE, C.S.A.(2001). *A cobrança pelo uso da água como instrumento de gestão. O caso do Alto Jacaré Guaçú - SP*. São Carlos. 117 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

O presente trabalho discute a cobrança pelo uso da água como instrumento de gestão ambiental, abordando os usuários de água para irrigação e geração de energia elétrica a partir da inserção de parâmetros econômicos e ambientais na definição dos valores a serem cobrados, de forma a monitorar a alocação eficiente dos recursos hídricos. A área escolhida para aplicação dos estudos foi a bacia dos ribeirões do Lobo e do Feijão, formadores do rio Jacaré Guaçú/SP. O estudo levanta a demanda hídrica potencial de ambos os usuários de água, contrapondo à disponibilidade hídrica, aos custos médios de investimento, faturamento médio e o benefício líquido produzidos pelo incremento da água. Foram apresentados valores relativos aos identificados possíveis cenários de conflitos por demanda hídrica, em termos de quantidade, os quais a cobrança poderia atuar como instrumento mediador de interesses e de incentivo ao uso racional da água e do solo. Os resultados da discussão indicam que a cobrança deve considerar não só variáveis econômicas mas, sobretudo, variáveis ambientais e sociais da bacia hidrográfica, possibilitando a articulação da cobrança com os demais instrumentos de gestão dos recursos naturais e a participação efetiva da sociedade na consolidação e aplicação dos valores a serem cobrados.

Palavra-chave: cobrança pelo uso da água, gestão ambiental, planejamento ambiental e sistema de informações ambientais.

ABSTRACT

REZENDE, C. S. A. (2001). *Water use charges as a management tool. The case of Alto Jacaré Guaçú – São Paulo*. São Carlos. 117 p. Dissertação (Mestrado). – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

This study discusses water use charges as an environmental management tool, approaching users for irrigation and electricity generation, applying economic and environmental parameters to determine the charges to be applied to promote efficient allocation of the water resources. The study area comprises of the watersheds of the "Ribeirão do Lobo" and the "Ribeirão do Feijão", which together form the Jacaré Guaçú River. The study determines the potential water demand by the two users, against the availability, average investment costs, average returns and net profits by increased water availability. Values are presented for the conflict scenarios that were identified in terms of quantity, for which charges could serve as a mediation instrument and as an incentive for efficient use of water and soil. As a result of the study it can be said that water charges, rather than only economic variables, should most of all consider environmental and social variables, integrating the water charges with the other natural resource management instruments and effective social participation for the establishment and application of the charges.

Key words: water use charges, environmental management, environmental planning, environmental information system

1 - INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural e renovável pelo ciclo hidrológico, se for usada de forma adequada em base sustentável. Contudo, problemas com o fornecimento de água doce com qualidade e em quantidade satisfatória são fatores limitantes para o desenvolvimento sócio-econômico e ambiental.

O crescimento populacional e as exigências crescentes por energia e alimentos estão impondo grandes demandas tanto pela qualidade quanto pela quantidade dos suprimentos de água doce.

Cabe observar que, segundo CORSON (1993), o planeta Terra é 97 % de água salinas e apenas 3 % são água doce, distribuídas de forma bastante desigual em todo o mundo. Dentre os usuários de água no mundo tem-se a irrigação, consumindo cerca de 73% de água, a indústria 21 % e o restante vai para o uso doméstico 6 %.

Os modelos de exploração dos recursos renováveis, bem como os impactos ambientais gerados, devem ser analisados em termos de implicações à matéria, à energia, ao espaço, ao tempo e à diversidade. Essa reflexão é feita por SACHS (1987) quando começou a ser repensado o estilo de desenvolvimento implantado na época (por volta de 1972), o que mais tarde contribuiu para a consolidação do desenvolvimento sustentável, já em 1987.

Na última década muito se tem discutido sobre desenvolvimento sustentável, envolvendo a conservação e o manejo de recursos naturais, visando à orientação de mudanças tecnológicas e institucionais, de forma a assegurar o atendimento e a contínua satisfação das necessidades humanas para as presentes e futuras gerações, dentro de padrões econômico, ecológico e

ambientalmente aceitáveis (SACHS, 1997). Portanto, é fundamental a utilização de instrumentos alternativos da gestão do ambiente, objetivando conciliar os interesses sobre os usos dos recursos naturais.

A análise econômica-ecológica que se faz dos recursos naturais está ligada a existência ou não de mercado e externalidades, principalmente. O grande desafio da economia ecológica é inserir a internalização das externalidades no processo produtivo diminuindo os custos sociais, dando valor direto ou indiretos aos recursos naturais. Essa valoração é feita respeitando as especifidades de cada ecossistema e seus níveis de sustentabilidade.

A gestão ambiental tem como objetivo conciliar os diferentes interesses existentes em uma região, assegurando a qualidade ambiental do meio. Para tanto, é primordial o conhecimento das características do meio físico, biótico e sócio-econômico, visando a eficiência locacional e a viabilidade ambiental (SOUZA, 1996). O espaço que melhor representa a efetivação dos dignósticos participativos, buscando viabilizar as diferentes atividades produtivas é a bacia hidrográfica (VIEIRA, 1995). A participação da população é primordial, considerado o pressuposto básico para o fortalecimento do sistema de gestão, além de políticas públicas que subsidie as ações de planejamento.

A Lei Federal n.º 9.433 de 08/01/97 cria o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, por meio da Política Nacional de Recursos Hídricos, cujo objetivo é "assegurar a atual e às futuras gerações a disponibilidade de água em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; a utilização racional e integrada dos recursos hídricos; e a prevenção e defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado". A Política Nacional de Recursos Hídricos apresenta alguns instrumentos para a gestão e planejamento destes recursos, inclusive a cobrança pelo uso da água.

Por sua vez, a cobrança pelo uso da água tem como objetivo reconhecer a água como bem econômico, comum a todos, promovendo o uso racional e incentivando a redução dos impactos negativos sobre os recursos hídricos. A cobrança é aplicada nas derivações de águas e nos lançamentos de esgotos e demais efluentes líquidos, onde se usa a água como agente diluidor. Os valores arrecadados devem ser aplicados conforme decisão do Comitê de Bacia.

Nesse sentido, SOUZA (1995) propõe que a cobrança considere a saturação do corpo d'água, fatores sazonais e características do usuário. Ressalta também, que a cobrança não deve ser vista apenas como fonte de arrecadação, mas sim como instrumento disciplinador de uso e ocupação do solo.

O presente trabalho discute esse instrumento de gestão de recursos hídricos, considerando como ponto de conflito e interesse os usos para irrigação e geração de energia elétrica. A título de ilustração, foram considerados alguns cenários e possibilidades no Rio Jacaré-Guaçú, São Paulo, não observando, contudo, uma expressão fiel da realidade. Assim, eventuais aplicações práticas não devem utilizar as informações aqui geradas sem as necessárias correções.

2 – OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo geral analisar a viabilidade da implantação da cobrança pelo uso da água como instrumento de gestão ambiental e disciplinamento do uso do solo, considerando o conflito de demanda.

Como objetivos específicos propõe-se:

- avaliar a inserção de parâmetros econômicos e ambientais na definição da cobrança sobre os usos dos recursos hídricos;
- verificar a influência da cobrança pelo uso da água nos setores da irrigação e geração de energia elétrica quanto a alocação dos recursos hídricos;
- aplicar o estudo no caso dos Ribeirões do Feijão e do Lobo, formadores do Rio Jacaré Guaçú – SP.

3 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 - Fundamentos para o desenvolvimento sustentável

A Conferência de Estocolmo, realizada em 1972, foi um marco importante na divulgação dos problemas associados "à degradação crescente das bases biofísicas de sobrevivência da espécie humana, chamando a atenção da opinião pública em escala planetária" (VIEIRA, 1997). Nesse contexto, também surge um novo conceito de desenvolvimento - ecodesenvolvimento, em que se questiona os níveis de consumo do sistema de produção diante da dinâmica econômica, sensíveis a degradação do ambiente e da marginalização social, cultural e política.

Para SACHS (1993), o conceito de ecodesenvolvimento avalia um estilo de desenvolvimento cujo enfoque é aplicado às áreas rurais de países desenvolvidos, propondo o uso racional dos recursos naturais conservando suas características a longo prazo; incentivando o uso de tecnologias adaptadas e valorizando técnicas de construção com matéria-prima local e práticas ambientalmente sustentadas. VIEIRA (1995) comenta que a satisfação das necessidades básicas condiciona a formação de uma base social de apoio à preservação da qualidade ambiental.

Segundo SACHS (1993), o ecodesenvolvimento possibilita uma harmonização entre iniciativas de dinamização sócio - econômica, consolidação e aprofundamento de uma cultura política democrático - participativa, distribuição eqüitativa de recursos e gestão ecologicamente prudente do meio ambiente. Nesse contexto, o conceito de ecodesenvolvimento estimula a reflexão e a experimentação criativa, valorizando os recursos locais diminuindo os custos sociais e ecológicos.

Diante dessa visão, VIEIRA (1995) destaca os seguintes critérios como base para análise e execução de estratégias e ações:

- "necessidade de redimensionar os processos de crescimento econômico visando o alcance de metas sociais prioritárias;

- prudência ecológica, que pressupõe o abandono do padrão arrogante de relacionamento com meio, imposto pela modernidade à luz do reducionismo econômico;

- autonomia e participação da sociedade civil organizada, buscando um maior nível de interferência no processo de dinamização sócio - econômica;

- viabilidade econômica, em que se reavalie os indicadores usuais de eficiência econômica com base numa internalização dos custos sociais e ambientais".

ELLIOTT (1994) destaca alguns sistemas importantes, citados no Relatório Brundtland, como pressupostos básicos para o desenvolvimento sustentado:

- "sistema político que assegure a participação efetiva dos cidadãos na tomada de decisões;

- sistema econômico que promova soluções para as tensões advindas de um processo de desenvolvimento desarmonioso;

- sistema produtivo que respeite o compromisso de preservar a base ecológica para o desenvolvimento;

- sistema tecnológico que promova padrões sustentáveis de produção, comércio e finanças;

- sistema administrativo flexível e com capacidade de auto - correção ".

3.1.1 – Sustentabilidade e Desenvolvimento Sustentável

O conceito de sustentabilidade tão difundido e almejado pelo desenvolvimento sustentável está fundamentado na teoria da ecologia, associado à capacidade de recomposição e regeneração dos ecossistemas. As diferentes

definições de sustentabilidade surgiu a partir da necessidade de inserir conceitos na relação entre ser humano e natureza.

Assim, SACHS (1993) apresentou algumas definições do que venha a ser sustentabilidade, apresentadas no documento Agenda 21 – Bases para Discussão (2000):

- sustentabilidade ecológica: trata-se da base física do crescimento e tem como objeto o estoque de capital natural, incorporando atividades produtivas;

- sustentabilidade ambiental: refere-se à manutenção da capacidade de sustentação dos ecossistemas, implicando na capacidade de absorção e recomposição dos ecossistemas diante dos diferentes impactos sofridos pela intervenção do ser humano;

- sustentabilidade social: refere-se ao desenvolvimento tendo a qualidade de vida da população como alvo, promovendo a redução das desigualdades e exclusão sociais. Essa dimensão implica também sobre a redefinição de políticas distributivas e universalização dos serviços de educação, saúde, habitação e seguridade social;

- sustentabilidade política: trata da reconstrução da cidadania visando à garantia plena do indivíduo no processo de desenvolvimento;

- sustentabilidade econômica: diz respeito a gestão eficiente dos recursos e caracteriza-se pela regularidade do fluxo de investimentos público e privado.

3.2 – Gestão Ambiental

Por gestão ambiental entende-se a administração e o monitoramento de um conjunto de ações fundamentadas em uma legislação que permita a execução e elaboração de um plano. A gestão ambiental faz articulações entre o meio ambiente e os anseios da população, através de um planejamento flexível que permite a ponderação entre os aspectos do meio físico, biótico e sócio - econômico. Esse processo de decisão é enriquecido pela análise de alternativas em

função da localidade, do tipo de empreendimento e das ações mitigadoras tendo como resultado a viabilidade ambiental (SOUZA, 1996; ALVARENGA, 1997).

A avaliação/análise ambiental permite compreender e mensurar as relações mantidas entre os elementos e aspectos físicos, bióticos, econômicos, sociais e culturais identificando suas potencialidades de uso e não uso, de ocupação, sua vulnerabilidade e seu desempenho futuro. Desta forma, esta análise possibilita a otimização de decisões quanto à preservação, conservação e ecodesenvolvimento (MACEDO, 1991a).

Um dos principais produtos da avaliação ambiental é a montagem de cenários, facilitando o desenvolvimento de um plano integrado, compatível com os níveis de qualidade ambiental e de vida pretendidos, satisfazendo a dinâmica das relações (ALMEIDA, 1993; ALVES, 1997).

Com base na comparação de cenários atuais, tendências e pretendidos, mediante o conhecimento sistemático e gradativo da realidade, poderá ser feito um balizamento dos processos de gerenciamento e monitoramento ambientais (MACEDO, 1991b).

A gestão ambiental objetiva conciliar o desenvolvimento e a qualidade ambiental desejada pela sociedade, representada por meio de padrões previamente estabelecidos, através do conhecimento das características do meio ambiente e das atividades a serem implantadas (SOUZA, 1996).

A caraterização ambiental representa o mapeamento do meio físico, biótico e sócio - econômico, permitindo que sejam conhecidas as potencialidades e vulnerabilidades de uma região, respeitando os limites de qualidade e capacidade de suporte do ambiente.

Outro aspecto importante a ser observado no sistema de gestão ambiental é o conhecimento das atividades implementadas no meio, analisando a sustentabilidade entre os diversos fatores ambientais através de um estudo ambiental, fornecendo subsídios para estudo de impacto ambiental (SOUZA, 1996).

O estudo prévio de impacto ambiental (EPIA) é um importante instrumento na compatibilização do desenvolvimento e proteção ambiental. Seu objetivo principal é evitar que projetos justificáveis sob o prisma econômico, sejam inviáveis para o meio ambiente (MILARÉ, 1994). Somente com a Resolução

CONAMA nº 01 de 1986 é que o estudo de impacto ambiental passou a ter relação formal com o licenciamento ambiental.

Nesse contexto, a caracterização ou zoneamento ambiental desempenha importante papel no sistema de gestão, pois garante o caracter prévio do EPIA, orientando na localização de atividades e oferecendo diretrizes para estudos mais aprofundados (TOMMASI, 1994).

A avaliação de impacto ambiental é considerada eficiente instrumento de política pública, auxiliando no processo de decisão, na concepção de projetos e planejamento, na negociação social e na gestão ambiental (SÁNCHEZ, 1993).

O procedimento de avaliação ambiental pretende introduzir o conceito de viabilidade ambiental, colocando-o ao lado dos critérios tradicionais de análise de projetos, formulando alternativas de localização de empreendimentos segundo as restrições do meio.

O sistema de gestão prevê a adoção de medidas mitigadoras por parte do empreendedor, as quais devem ser discutidas e analisadas com a participação dos envolvidos: sociedade organizada, governo e empreendedor. Com a ponderação das medidas mitigadoras, dentro de uma perspectiva razoável e devidamente avaliada, é proposto o monitoramento através de método de amostragem (TOMMASI, 1994; SOUZA, 1996).

O monitoramento deve gerar condições de realimentação no sistema de gestão, testando sua eficácia global. Constitui o centro nervoso que pode definir estratégias de fiscalização e controle das atividades implantadas. É também uma fonte de informações que orienta as prioridades de ação do órgão ambiental acerca dos agentes degradadores. Contudo, RIBEIRO (1998) ressalta que os custos do monitoramento devem ser pagos por quem produziu a poluição ou a degradação ambiental.

O alvo pretendido pelo monitoramento é a qualidade ambiental que resulta em indicadores de qualidade possibilitando estabelecer um referencial entre o antes e o depois. Nessa avaliação é interessante o envolvimento da comunidade local, podendo satisfazer, em partes, as necessidades de monitoramento intensivo, contribuindo para conscientização comunitária.

Segundo LANNA (1993), a formulação de princípios, diretrizes e estruturação de um sistema de gestão com base na caracterização do meio físico e fundamentação legal é essencial no processo de gestão ambiental. Assim, um dos seus objetivos principais é promover o uso a preservação, conservação e o monitoramento dos recursos naturais, conciliando o desenvolvimento econômico e social com vistas ao desenvolvimento sustentável.

Nesse contexto, a gestão dos recursos hídricos evoluiu de um modelo burocrático, no início da década de 30, com formulação do Código das Águas, cujo enfoque principal era a geração de energia que mais serviu de suporte para o processo de industrialização na década de 50 e 60, para um modelo econômico financeiro. Este modelo era fundamentado na teoria de Keynes que destacava a importância do governo como agente empreendedor e conciliador dos usos dos recursos hídricos. O resultado deste modelo inseriu no contexto a análise custo-benefício dos investimentos em recursos hídricos, e seu marco histórico foi a criação da CODEVASF.

O modelo econômico tinha como proposta duas orientações, uma que estabelecia prioridades setoriais do governo (saneamento, irrigação, eletrificação, etc...) e outra que buscava o desenvolvimento integral e multissetorial da bacia hidrográfica (LANNA,1993).

O terceiro modelo, chamado como sistêmico de integração participativa, tinha como objetivo integrar os diferentes interesses social, político e econômico, para criar uma estrutura matricial capaz de promover o planejamento estratégico por bacia, deliberações multissetoriais e descentralizadas, adotando instrumentos econômicos e legais.

O uso de instrumentos econômicos surge da necessidade de internalização dos custos ambientais (externalidades) nas atividades de produção e consumo induzindo a mudanças no uso dos recursos naturais. Diante disso, é que se insere a cobrança pelo uso da água como estratégia de gestão proporcionando a qualidade ambiental do meio físico por meio da conciliação entre os usos conflitantes e concorrentes, racionalização dos usos, indução ao uso de tecnologias mais eficientes, estimulando a participação da sociedade e subsidiando as ações de planejamento regional e ordenamento do território.

Além disso a gestão ambiental pode fazer uso de outros instrumentos como EIA/RIMA e a adoção de critérios e padrões de qualidade que auxiliem, de alguma forma, a promoção da qualidade ambiental desejada pela sociedade.

3.2.1 - Instrumentos Econômicos

Em 1920, o economista Artur Pigou propôs a criação de um tributo que representasse de alguma forma a degradação ambiental, diminuindo a diferença entre os custos sociais e privados. Esta proposta veio materializar de certo modo a internalização de custos ambientais e sociais, a partir da interferência do governo no sistema de mercado MERICO (1996).

O mecanismo que materializou princípio da internalização foi o Princípio do Poluidor Pagador (PPP), sistematizado pela [1]OECD *apud* MERICO (1996). Esta entidade acredita na importância de um agente mediador que possa reduzir a poluição ambiental e alocar de modo eficiente os recursos, assegurando preços que dependem da qualidade e quantidade dos recursos, fazendo com que a escassez de recursos naturais interfira, de certo modo, na economia.

O Princípio do Poluidor Pagador estabelece padrões "sustentáveis" de poluição, onde o poluidor é obrigado a pagar os custos para manter esse nível. Entretanto, esses padrões podem não representar o nível de sustentabilidade imaginado, ocasionando problema na fixação e manutenção destes padrões sustentáveis (MERICO, 1996).

Além de fixar padrões de poluição em termos de preço a ser internalizado, o PPP estabelece cotas de poluição que permitem a comercialização desses "direitos de poluir". Neste caso, o governo fixa padrões em termos de quantidades físicas (ton/ano), sendo o total de cotas dividido entre os usuários.

No caso do usuário implementar novas tecnologias que permitam a diminuição de emissões abaixo do estipulado pelo governo, este crédito pode ser repassado para outros usuários, alugando ou vendendo suas cotas.

---

[1] OECD - *Organization for economic co-operation and development. The state of enviroment.* Paris (1991) *apud* MERICO, L. F. K. (1996). Introdução à economia ecológica. Blumenau. Ed. FURB. Santa Catarina. 160 p.

Na Europa, o PPP é utilizado através do pagamento de taxas e impostos sobre os processos de produção que causam danos ao meio ambiente. Na Itália é cobrado uma taxa equivalente a 10 centavos de dólar sobre sacos plásticos lançados no ambiente, o que resultou na redução de 40% de seu consumo. A Finlândia passou a cobrar imposto sobre os navios de casco simples porque são suscetíveis a vazamentos.

Segundo MARTINEZ JÚNIOR & BRAGA JÚNIOR (1997), as taxas e tarifas podem ter um impacto incitativo e um impacto de redistribuição. O impacto incitativo altera custos e preços induzidos pelas tarifas e taxas. Contudo, seu valor é muito pequeno fazendo com que as receitas geradas sejam aplicadas na pesquisa de técnicas para melhor utilização e preservação dos recursos ambientais.

Para PEARCE (1993), é fundamental discorrer sobre "quanto" e o "que" cobrar. Comumente os impostos têm desencorajado atividades no setor da economia produtiva (salários, poupança, investimentos, etc), sendo que a tributação deveria ser repassada para o setor que gera resíduos no processo produtivo.

3.2.2 - Instrumentos Regulatórios

Em função dos vários fatores que envolvem a problemática ambiental, torna-se necessário o uso de ferramentas de apoio que propiciem a gestão ambiental de forma harmônica. Dentre estas ferramentas RIBEIRO (1998) destaca a informação técnica, a atuação responsável, o diagnóstico ambiental, a avaliação de impactos ambientais, a minimizacão de resíduos, a responsabilidade ambiental civil, as auditorias ambientais e conformidade legal, as auditorias de passivo ambiental, a avaliação global, o manejo sustentável de recursos naturais, o seguro ambiental e as análises de risco ambiental.

Para implementar ações na área ambiental existem os instrumentos do conhecimento e da informação e os instrumentos regulatórios econômicos, de ordenamento territorial e de comando e controle conforme mostra Tabela 3.1.

TABELA 3.1: Instrumentos de gestão ambiental

TIPO	INSTRUMENTO	
Informacionais	Pesquisa Educação/desenvolvimento de recursos humanos Comunicação/informação Extensão Monitoramento	
Regulatórios	Comando e controle	Fiscalização, penalização, multas, interdição/legislação, licenciamento corretivo.
		Auditoria/ legislação, avaliação de impactos ambientais, avaliação de opções tecnológicas, licenciamento, outorgas e concessões de uso da água, plano diretor de bacias hidrográficas.
	Ordenamento Territorial	Zoneamento ambiental agroecológico, ecológico-econômico, urbanístico, enquadramento e classificação de rios, regulação, normatização/legislação, taxas de uso para esgoto e tratamento, taxas em produtos, taxas de emissão e fundos.
	Econômico ou de mercado	Sistemas de restrições e depósito/cauções, incentivos ao cumprimento de padrões , licenças negociáveis, cobrança pelo uso de recursos naturais, compensações financeiras, *royalties,* cobranças variáveis e seguros ambientais.
	Sistemas voluntários	Normas internacionais voluntárias

Fonte: RIBEIRO (1998), pág. 307.

As políticas ambientais exigem cada vez mais investimentos em instrumentos de gestão estratégica, tornando primordial a existência de uma base de dados estatísticos e georreferenciais capazes de orientar a tomada de decisão. Contudo, cabe ressaltar a importância do conhecimento de todo o ciclo de vida dos fatores ambientais, permitindo assim, que seus benefícios possam atingir outras pessoas. A informação propicia maior aprendizado sobre a sustentabilidade, influenciando na mudança de hábitos e comportamentos, orientando a prática e evitando pragmatismo superficial.

3.2.3 – Mecanismos de gestão ambiental

MARTINEZ JÚNIOR & BRAGA JÚNIOR (1997) comentam que para assegurar a utilização dos recursos naturais é importante que sejam considerados alguns aspectos básicos de política. O primeiro ponto refere-se às regulamentações diretas que estabelecem a base das políticas ambientais, influenciando diretamente nos agentes econômicos: normas, restrições de uso, permissões, zoneamento, interdições, estudos de impacto ambiental, etc.

O segundo ponto baseia-se na teoria neoclássica que se utiliza dos mecanismos econômicos de mercado (taxa, tarifas, permissões, negociáveis, etc.), chamados de "instrumentos econômicos" que interferem na estimativa dos custos e benefícios dos agente econômicos (MOTTA & MENDES, 1997).

A *Organisation de Coopération et de Développement Économiques* (1991) apresenta distinções entre as seguintes categorias de instrumentos econômicos:

- taxas e tarifas: consideradas "preço de utilização do meio ambiente", onde os usuários pagam pelos "serviços" por meio da avaliação de custos e de benefícios dos agentes econômicos.

- auxílios financeiros: incentivam os usuários a adotarem programas que visam controlar a degradação do ambiente. Com relação aos recursos hídricos, propõe-se a melhoria dos aspectos qualitativos e quantitativos. Estes auxílios financeiros são considerados instrumentos economicamente ineficazes e incompatíveis com o princípio usuário - pagador pela OCDE, que condena sua aplicação.

- mercados de direitos de utilização: nesta categoria o estado administra as cotas para produção de substâncias perigosas ao ambiente, correspondentes ao nível máximo de poluição aceitável.

Nos Estados Unidos da América os sistemas de permissão/cotas negociáveis foram introduzidos em 1976 e se referia a permissão de emissões de poluentes na atmosfera, no contexto de sistemas de compensação, permissões de lançamento de efluentes nos corpos d'água e créditos de compensação pela manutenção ou criação de zonas úmidas.

3.2.4 - Aspectos econômicos e meio ambiente

O crescimento da atividade econômica em nosso planeta nas últimas décadas e algumas conseqüências como a problemática ambiental, têm evidenciado progressivamente a contribuição da natureza no processo produtivo (MAY, 1995).

O que antes era considerado serviço gratuito da natureza, agora tem aparecido associado a custos. Isto se deve ao fato de que parte da natureza era apropriada pelo processo econômico, sem serem computados os custos da degradação ambiental (COMUNE, 1992).

A busca pela internalização dos custos ambientais no processo produtivo, para que cada atividade tenha seus impactos contabilizados, é considerada valiosa ferramenta no sentido de melhorar a alocação de recursos econômicos. Entretanto, o processo depende da identificação de impactos ambientais e da correta valoração econômica (MOTTA, 1995).

O processo econômico sustentável deve considerar os limites biofísicos do planeta, a sua capacidade de suporte, a incorporação do capital natural na análise econômica, os processos de aumento entrópico e as reestruturações dos microindicadores. Sem respeitar estes princípios a análise econômica não estará próxima da realidade, comprometendo o processo de produção pela ruptura dos limites dos ecossistemas (MAY, 1997).

MERICO (1996) considera fundamental a definição de uma escala na economia referente a exploração do ambiente natural. Esta escala demonstra que a economia faz parte de um subsistema que compõe a biosfera, que por sua vez é finita, constituindo a fonte de todos os recursos que alimentam a economia (CAVALCANTI, 1997). Por isso, a importância de manter os limites biofísicos sustentáveis dentro de uma escala adequada, a qual determinará ou não o rompimento dos ecossistemas.

O estabelecimento de políticas e critérios ecológicos podem facilitar a orientação para o desenvolvimento econômico. Isto porque alguns ecossistemas apresentam níveis diferentes de fragilidade e importância que somente a total proteção poderia ser o caminho, enquanto que em outros, a capacidade de

recuperação depende de como o usuário internaliza os custos ambientais. Contudo, a participação da sociedade no processo de decisão é fundamental, auxiliando no estabelecimento de fronteiras, normas e diretrizes para o uso dos recursos naturais (MAY, 1997).

Para garantir a sustentação dos ecossistemas alguns pressupostos básicos devem ser atendidos, tais como, não retirar dos ecossistemas mais do que sua capacidade de regeneração e não lançar nos ecossistemas mais que sua capacidade de absorção (MERICO, 1996).

A falta de habilidade do mercado de efetuar uma distribuição justa de riqueza já é conhecida, mas a incapacidade de resolver problemas de escala sustentável é pouco abordada. Essa distribuição de riquezas não diz respeito apenas às gerações presentes, mas também às futuras gerações. É neste momento que a economia passa a incorporar a dimensão temporal no processo produtivo (TISDELL, 1995).

Contudo, a escala sustentável da economia em relação ao ambiente necessita de políticas que possam nortear o uso dos recursos naturais contribuindo na análise dos fluxos energéticos, reconhecendo a existência do capital natural e reestruturando indicadores econômicos. Caso contrário, o livre mercado poderá levar à exaustão e estresse do ambiente natural, rompendo seu equilíbrio (JANNUZZI, 1997).

PEARCE (1993) mostra que "se algo é proporcionado a preço zero, sua demanda será maior do que se tivesse um preço positivo". Porém, este comportamento do mercado expõe o ambiente em níveis insustentáveis, representando sérios riscos. Partindo desse pressuposto, surge a importância de valorar o ambiente natural, integrando este às políticas econômicas, resguardando sua melhor alocação, o que constitui uma tentativa de suavizar o comportamento abrupto do livre mercado.

A escola neoclássica argumenta que o problema de escassez de recursos naturais e o rompimento dos ecossistemas são passíveis de serem solucionados com avanço tecnológico. Esse argumento é inviável no momento em que o crescimento econômico depende dos bens naturais, e estes possuem certos

limites importantes de serem obedecidos, caso contrário, poderão ter custos mais elevados no reparo das externalidades (MARQUES & COMUNE, 1995).

Externalidades são efeitos positivos ou negativos, ou ainda, economias e deseconomias externas. Esse termo define benefícios ou os custos resultantes de uma atividade produtiva ou de consumo que beneficia ou penaliza um terceiro agente econômico. A internalização das deseconomias consiste em atribuir um valor econômico à poluição, ou a danos ambientais numa tentativa de equipará-la ao sistema de preços. Contudo, vale ressaltar que a valoração dos danos ambientais consiste num dos grandes desafios das ciências econômicas.

3.2.4.1 - Valoração Ambiental

MERICO (1996) e MARQUES (1997) consideram a valoração ambiental um importante passo no controle e uso dos recursos naturais. Entretanto, estes mecanismos de mercado possuem limitações e devem ser apoiados por ações diretas que possam estabelecer uma escala limite em relação à biosfera, demonstrando que os ecossistemas são finitos. A valoração ambiental pode evidenciar custos e benefícios decorrentes da exploração humana, através do dimensionamento dos impactos ambientais, internalizando-os.

PEARCE (1994) menciona que as funções reguladoras do meio ambiente podem ser percebidas a partir de três formas de valores: de uso, de opção e de existência. Contudo, apenas o valor de uso e de opção são percebidos pelo mercado, ou seja, são passíveis de cálculo, enquanto o valor de existência é abstrato, impossibilitando-o de ser capturado pelo mercado.

MERICO (1996), FIGUEROA (1996) e MARQUES & COMUNE (1997) apresentam uma classificação de valores econômicos tentando demonstrar como a extração de recursos naturais e sua degradação podem ser mensurados ou não pelo mercado. Assim, o valor econômico total (VET) é dado pelo valor de uso (VU) e valor de não uso (VNU), ou valor de existência:

$$VET = VU + VNU \text{ ou } VET = (VUD + VUI + VO) + (VNU) \quad (3.1)$$

O valor de uso direto (VUD) deriva do uso direto que se faz do ambiente como, por exemplo, a extração de recursos minerais, madeiras, etc. Este valor econômico avalia o estoque de capital natural cujo preço é estabelecido pelo mercado.

Já o valor de uso indireto (VUI) utiliza-se dos serviços que o ambiente proporciona ao processo produtivo como, por exemplo, a regulação climática, absorção de resíduos, ciclo hidrológico, funções da biodiversidade, reciclagem de nutrientes, etc. Estes serviços são considerados fundamentais para o funcionamento da economia.

A definição dos valores de opção (VO) e existência é ainda polêmica. Porém, MERICO (1996) define o valor de opção como sendo "a quantia que os consumidores estão dispostos a pagar por um recurso não utilizado na produção", evitando sua extinção no futuro.

A valoração de contigente, também conhecido como valores de opção e existência, baseia-se na existência de um mercado hipotético que possibilita a simulação da oferta e demanda dos bens e serviços do ambiente natural. GRASSO (1995) destaca como vantagem do valor de opção e de existência a possibilidade de poder estimar valores que não poderiam ser obtidos por outros meios.

O valor de contingente para os neoclássicos, intrínseco e intangível para a sociedade, provém da satisfação provocada simplesmente pelo fato de um dado ecossistema existir, mesmo que não haja intenção nem potencial de utilizá-lo (KITAMURA, 1997).

São considerados bens "os produtos que são retirados direto ou indiretamente de um ecossistema" e serviços "as funções ecológicas produzidas, como reciclagem de nutrientes e manutenção da biodiversidade ecológica". A avaliação econômica do ambiente é dada pelo balanço entre a oferta e demanda desses bens e serviços. Além disso, a caracterização de suas funções e fluxos são indispensáveis para o fornecimento de subsídios para o reconhecimento da importância ecológica da área a ser avaliada (GRASSO, 1995).

KITAMURA (1997) destaca algumas características dos ecossistemas naturais que devem ser observadas ao constituir valores: a irreversibilidade, refere-se a processos ecológicos irreversíveis; incerteza, não

sabendo-se o que acontecerá com um erro na escolha hoje; e a singularidade, onde a extinção de ecossistemas únicos não terão substitutos.

3.2.4.2 - Métodos de valoração ambiental

A valoração ambiental pode ser realizada de diversas maneiras. Os métodos mais aceitos podem ser divididos em diretos e indiretos, a saber:

Os métodos de valoração direta proporcionam uma medida objetiva de degradação ambiental decorrente de relações físicas que descrevem sua causa e efeito. A mudança de produtividade, custos de doenças e custos de viagem podem ser usados como indicadores de mudança na qualidade ambiental e quantidade de recursos naturais, interferindo na capacidade produtiva do processo econômico e consequentemente nos preços de mercado, pois apresentam uma relação direta com os mesmos.

A aplicação dos métodos indiretos pressupõe a existência de um mercado hipotético, onde é feita uma amostragem através de questionários sobre a redução da qualidade do ambiente. Assim estes métodos são aplicados quando um ecossistema não pode ser valorado, mesmo que indiretamente pelo mercado. Este método verifica a disposição a pagar de cada indivíduo por um benefício produzido pela restauração ou preservação do ambiente natural. Em geral, é aplicado para elementos da natureza como a diversidade, patrimônio paisagístico, áreas de proteção, áreas de lazer e outras.

Outro método relacionado ao método indireto é a utilização de valores hedônicos. Neste método o mercado usa bens e serviços ambientais para estimar o valor do produto oferecido segundo suas características, refletindo-as nos preços, respectivamente (MERICO, 1996).

Em muitos países desenvolvidos a valoração ambiental já exerce papel relevante no processo de tomada de decisão, a nível de projetos e políticas e na avaliação de danos ambientais. TAVARES (1998) dá ênfase aos métodos de valoração ressaltando que os preços adequados para recursos e produtos econômicos é uma ferramenta indispensável para análise de políticas. Contudo, muitas vezes

esses bens e serviços, recursos e danos ambientais nem sempre são inteiramente capturados pelo mercado.

A água como recurso disponível no ambiente enquanto fator de produção, bem de consumo final ou receptora de resíduos requer uma avaliação acurada para que sejam internalizados os custos sociais e ambientais (TAVARES, 1998). O valor estipulado deve contemplar três custos: o custo marginal de obtenção do recurso (CMo); o custo marginal das externalidades causadas por esta obtenção (CMEo); custo marginal dos usos futuros (CMU).

A determinação de CMU está associado aos recursos naturais não renováveis, porém TAVARES (1998) esclarece que a capacidade de renovação de um recurso está relacionado com a intensidade de seu uso. Desta forma, apesar da água ser tratada em geral, como recurso renovável, se a intensidade de seu uso for superior a sua renovação causará um esgotamento, sacrificando futuros usuários.

Nos países em desenvolvimento a ausência de mercado para a água faz com que a base de preço seja determinado a partir de custo marginal para seu suprimento que pode ser relativo à expansão da quantidade em função da capacidade de suprimento já existente com visão a curto prazo. Já o custo marginal a longo prazo reflete os custos de expansão da capacidade existente, onde o preço diminui à medida que a capacidade aumenta.

TAVARES (1998) comenta que países em desenvolvimento "pode ser necessário considerar preços sombra no lugar de mercado", estimando o custo incremental médio, o qual representa uma aproximação do custo marginal a longo prazo. Os preços podem não ser necessariamente cobrados, mas devem ser considerados no processo de tomada de decisão, subsidiando a análise de projetos e políticas, o estabelecimento de compensações pela degradação da qualidade do meio ambiente causada em função de seu uso.

3.3 - Gestão dos recursos hídricos

Na segunda metade do século XX, o Brasil viveu uma fase de desenvolvimento acelerado, exigindo grandes investimentos em infra-estrutura principalmente no setor elétrico. Com isso foram gerando distorções tecnológicas e

gerenciais, pelas quais as águas só eram pesquisadas e administradas em suas dimensões hidráulicas e volumétricas.

Para o setor hidrelétrico o valor da água está diretamente associado a vazão, queda, altura de barramento e os custos para construção, operação de barramento até os custos venda da energia (YASSUDA, 1993).

Este fato caracteriza a forma dissociada e fragmentada com que o valor da água era tratado em relação aos demais setores da administração pública. Os prejuízos dessa falta de organização gerencial dos recursos hídricos puderam ser percebidos com a queda de sua quantidade e qualidade, gerando conflitos em seus múltiplos usos (CONEJO, 1993).

O comprometimento da qualidade e escassez de água, que vêm sofrendo muitas regiões do mundo, juntamente com as discussões freqüentes sobre as questões ambientais nas últimas décadas, consolidam os pressupostos preconizados pelo desenvolvimento sustentável, respeitando seus limites, sua capacidade de assimilação e incorporando a dimensão temporal e econômica em seu uso.

A gestão dos recursos hídricos através de bacia hidrográfica possibilita o entendimento entre os diferentes interesses (público e privado) de uso e proteção dos recursos naturais. Isto porque a bacia hidrográfica é uma unidade geográfica, cuja morfologia possibilita o escoamento da água superficial por uma única saída, facilitando a gestão e planejamento dos recursos hídricos através de indicadores de qualidade ambiental (LANNA, 1993).

O gerenciamento ambiental utilizando a bacia hidrográfica como unidade de gestão, proporciona uma avaliação dos conflitos gerados em função da disponibilidade de quantidade e qualidade dos recursos hídricos superficiais. Outro aspecto importante é a interação entre os usuários no controle de sua própria atuação, impedindo a atuação ilegal de outros, reforçando a participação da sociedade por meio de associações, abrindo caminhos para um processo de auto-gestão (MARIANO, 1996).

3.3.1 - Ciclo Hidrológico

A água disponível no ambiente é resultado de um processo natural de evaporação, condensação, precipitação, detenção e escoamento superficiais, infiltração da água no solo e nos aqüíferos, escoamento fluviais e interação entre esses componentes. O conjunto desses processos é denominado ciclo hidrológico (RIGHETTO, 1998). O processo de interação entre esses componentes em função do trabalho proporcionado pela energia solar permitindo que a água percorra diferentes fases (Fig. 3.1).

BARTH (1987) comenta que a água encontra-se de modo irregular no ambiente em função das condições geográficas, climáticas e meteorológicas. Embora seja um recursos renovável, deve-se considerá-la recursos finito.

FIGURA 3.1: Ciclo hidrológico

Fonte: BLACK (1991), modificado por RIBEIRO (1998)

3.3.2 - Usos da água

Existem diferentes níveis de interação entre as atividades humanas e o ciclo hidrológico. A contaminação das águas superficiais e subterrâneas por produtos químicos utilizados na agricultura, modifica as propriedades físico-químicas da água na atmosfera. Efluentes oriundos de parques industriais, esgoto urbano e atividade agropastorial também contribuem para contaminação das águas superficiais e subterrâneas.

A água doce disponível pode ter uso consuntivo e não consuntivo. Parte da água retirada dos rios, lagos, represas e aqüíferos é consumida e não reaparece no sistema de imediato para ser utilizada. Isso ocorre com algumas atividades no setor primário e secundário, por exemplo a agricultura. Outros usos, considerados não consuntivo, como geração de energia, não consomem água, mas provocam impactos consideráveis do ponto de vista ambiental.

Nas últimas décadas vem sendo registrados uma preocupação maior em se proteger os ecossistemas que apresentam uma relação direta com o abastecimento dos mananciais. Esta ênfase é dada em função dos serviços prestados pelos ecossistemas.

Os diferentes tipos de usos da água apresentam características específicas quanto a forma, finalidade, tipo de uso, requisito de qualidade e efeitos nas águas (Tabela 3.2).

TABELA 3.2: Características quanto ao uso da água

Forma	Finalidade	Tipo de uso	Uso Consuntivo
Com derivação	Abastecimento urbano	Abastecimento doméstico industrial, comercial e público	Baixo, de 10%, sem contar com perdas nas redes
	Abastecimento industrial	Sanitário, de processo, incorporação ao produto, refrigeração e geração de vapor	Médio, de 20%, variando com o tipo de uso e de indústria
	Irrigação	Irrigação artificial de culturas agrícolas segundo diversos métodos	Alto, de 90%
	Abastecimento	Doméstico, dessendetação de animais	Baixo, de 10%
	Aquicultura	Estações de piscicultura e outras	Baixo, de 10%
Sem derivação de águas	Geração de energia	Acionamento de turbinas hidráulicas	Perdas por evaporação do reservatório
	Navegação fluvial	Manutenção de calados mínimos e eclusagem	Não há
	Recreação, lazer e harmonia paisagística	Natação e outros esportes com contato direto, iatismo, motonáutica	Lazer contemplativo
	Pesca	Com fins comerciais de espécies naturais ou introduzidas através de estações de piscicultura	Não há
	Assimilação de esgotos	Diluição, autodepuração e transporte de esgotos urbanos e industriais	Não há
	Usos de preservação	Vazões para assegurar o equilíbrio ecológico	Não há

Fonte: BARTH (1987)

Há um consenso mundial no que tange a escassez da água onde sua quantidade/qualidade disponível passa a ser insuficiente para atender a demanda de lagos, rios ou aqüíferos e todas as necessidades humanas, constituindo um cenário de conflitos potenciais. Uma das razões desse comprometimento é o incremento imputado à crescente utilização do sistema de irrigação, como meio de garantir a segurança da produção de alimentos, em função do crescimento da demanda no setor industrial e consumo para usos domésticos.

3.3.3 – Experiências internacionais na área da gestão dos recursos hídricos

➢ *França*

O gerenciamento dos recursos hídricos na França foi introduzido em 1964 com a definição de regiões hidrográficas e criação de instituições em cada bacia, o comitê de bacia e a agência de bacia.

Os recursos arrecadados pela cobrança são gerenciados pelas Agências de Bacias e aplicados na recuperação da qualidade dos recursos hídricos. A cobrança tem como objetivo o financiamento do processo de gestão.

Com a nova lei de águas, criada em 1992, reforça-se os argumentos da estrutura implementada desde 1964 e o princípio poluidor pagador. Essa lei destaca a água como patrimônio da nação, apresenta-se com objetivo de gestão equilibrada dos recursos hídricos, assegurando o valor econômico da água enquanto bem e sua distribuição eqüitativa.

A definição do valor a ser cobrado é definido com base no volume de água captado e consumido e sobre todos os poluentes, mais valor unitário. Assim, apresentam-se dois tipos de cobrança: a cobrança pela poluição produzida e a cobrança pelo volume captado e consumido. A quantidade e a qualidade de material poluente disponibilizado no sistema pelos usuários domésticos e industriais são parâmetros utilizados na definição da cobrança pela poluição produzida. Entretanto, este tipo de cobrança varia de acordo com as especificidades da bacia, os objetivos da política e do plano de investimentos.

A cobrança efetuada por volume captado e consumo líquido deve refletir as necessidades de conservação e melhoria da qualidade da água. A cobrança por volume captado utiliza várias formas de gerenciar o volume captado: medição direta, energia consumida e altura mínima de elevação, vazão máxima horária e tempo de funcionamento, área irrigada e avaliação dos volumes. A cobrança pelo consumo líquido é calculada usando coeficientes pré-fixados sobre o volume captado, que variam conforme o período do ano (BARRAQUÉ, 1995).

Na França, a gestão dos recursos hídricos é feita através de Comitês de Bacias Hidrográficas, criados em 1964, e Parlamento das Águas. Cada Comitê de Bacia constitui um órgão deliberativo face ao órgão executivo que são as

Agências de Água. Cabe às Agências intervirem nos financiamentos dos trabalhos de interesse comum à bacia e desenvolver estudos e pesquisas no domínio da água. Os domínios de intervenção dizem respeito à melhoria da qualidade e quantidade da água, consolidando a luta contra a poluição das águas e distribuição de recursos (MARIANO, 1996).

O funcionamento das intervenções é realizado com base na cobrança de impostos compulsórios relativos a deterioração da qualidade da água (poluição) e ao consumo. O "imposto poluição" tem por base a poluição lançada no meio ambiente, sendo estimado "a priori", segundo o setor industrial e dividido entre os mesmos. Com relação a poluição doméstica, a estimativa segue o mesmo princípio, no entanto, as agências não podem dividir entre os habitantes, então aplica uma sobretaxa sobre o preço da água sendo repassado à Agência. Caso seja implementado a redução de poluição, o usuário é contemplado com um abatimento no imposto em função da quantidade de poluição eliminada no tratamento (DUC, 1992).

- ***Alemanha***

A gestão da água na Alemanha é de responsabilidade dos Estados, sendo que a autoridade suprema em matéria de política da água pertence aos Ministérios dos Estados e do Ministério Regional de Meio Ambiente. Cabe aos Estados Federados não só as ações executivas mas também o direito de legislar sobre meio ambiente e recursos hídricos. Alguns Estados alemães implementam a gestão através de associações regionais e autônomas de água. Nesse modelo de gestão os associados pagam à associação pela degradação causada à água da sub-bacia. A gestão dos recursos hídricos é financiada com os recursos arrecadados pelo uso da água e aplicados em suas respectivas sub-bacias (BARRAQUE, 1997; DAEE, 1996).

Na Alemanha o pagamento anual pelo uso da água e lançamento de esgoto é baseado no registro hidrométrico, não existindo nenhum subsídio financeiro, onde o consumidor paga o preço real que varia conforme as condições locais. Fazem parte das Agências de água todos aqueles que contribuem para a poluição dos rios e seus tributários, inclusive as empresas públicas de abastecimento de água. As comunidades são tributadas segundo seu índice populacional, volume e

composição dos esgotos (ALBRECHT, 1992). Os fundos arrecadados com a cobrança são aplicados em despesas administrativas, operação de estações de tratamento de água e esgoto em geral.

A cobrança por danos produzidos pelo município é calculada com base na população registrada, envolvendo as variáveis relativas ao coeficiente de distribuição dos custos, de acordo com a carga poluente, o número de habitantes, população ideal para operação viável das estações de tratamento, número de estações de esgoto e, por último, é inserido um fator corretivo relativo a outros processos de tratamento, poluição superior à média e volume e qualidade das águas residuais de companhias que não contribuem com o mínimo previsto.

O valor da água para as empresas comerciais e industriais envolvem três componentes: poluição causada pelos funcionários, coeficiente de dano relacionado com a produção que varia de acordo com o grupo de atividade do associado e volume de efluentes lançados na estação de tratamento da associação.

A cobrança pelo volume de água bruta captado é calculado com base no volume captado, quantidade de água de cada usuário ponderada por coeficiente de perda e valor referencial do m^3 de água captado.

- ***Dinamarca***

Na Dinamarca não há cobrança pelo uso da água sendo o controle da poluição feito por meio de instrumentos normativos. Os custos de operação do sistema são financiados pelos municípios, regiões ou estado. Os usuários de água da indústria, agricultura e particulares captam água mediante autorização.

- ***Estados Unidos da América***

A gestão dos recursos hídricos nos Estados Unidos da América é diferenciada em função dos aspectos climáticos, geográficos e históricos. No Leste dos Estados Unidos não há escassez de água, adotando para tanto, instrumentos regulatórios de gestão. Já no Oeste há maior escassez de água onde o uso de instrumentos econômicos são mais freqüentes caracterizados pelos mercados de água.

No Oeste dos Estados Unidos os investimentos estruturais como barragens, estações, canais, adutoras são realizados pelo setor privado, principais beneficiários, e pelo governo federal para atender demandas públicas como recreação, conservação de ecossistemas aquáticos, etc. Os irrigantes contam com diversos subsídios, o que não ocorre com os demais usuários os quais cobrem seus custos de implantação e operação estruturais.

A responsabilidade pelo controle da água nos EUA é do Estado e cada vez menos essas instituições estão investindo recursos em infra-estrutura, entendendo que o desenvolvimento do Oeste americano já foi alcançado. Essa postura contribuiu para consolidação do mercado da água nessa região após a década de 70. O mercado da água consiste basicamente da divisão de quantidade de água disponível entre os detentores de cotas que podem ser compradas, vendidas, alugadas ou cedidas (BARRAQUE,1997).

- ***Holanda***

A gestão da água na Holanda é feita por meio de associações privadas denominadas de *wateringues,* criadas para promover a defesa contra inundações, sendo que aos poucos ampliadas suas funções de gestão dos recursos hídricos superficiais e ações de infra-estrutura.

A rígida política de economia e controle no uso dos recursos hídricos ocorre em função do montante de poluição recebida pelas regiões industriais da Suíça, Luxemburgo, França e Alemanha através das águas dos rios Reno e Meuse. Além disso, constata-se um grande desafio de gerir o equilíbrio entre demanda e disponibilidade de água doce em relação à água salina.

A cobrança pelo uso dos recursos hídricos é resultado do pagamento de taxas por parte dos habitantes, proprietários e usuários de água. Esse valor é fixado pela *wateringue* observando um teto estabelecido e aprovado em nível nacional. Os recursos arrecadados tem como objeto o financiamento da gestão da água, sendo a tarifação justificada pelo princípio poluidor-pagador e usuário-pagador.

➢ ***Reino Unido***

Os serviços de abastecimento de água, coleta de esgoto e disposição foram privatizados em 1974. Assim, para controlar o monopólio privado foi criado o *Office of Water Services* com a função de acompanhar os serviços e regular as tarifas. O controle e administração dos recursos hídricos é de responsabilidade da Autoridade Nacional dos Rios que determina a estratégia de utilização da água. Os padrões de qualidade são recomendados pela Comunidade Européia no combate a poluição.

A questões ambientais são de responsabilidade das Autoridades Regionais, como controle de drenagem, tratamento dos recursos hídricos, conservação da qualidade da água e distribuição racional dos recursos hídricos. São também responsáveis pela concessão de licenças de captação de água, lançamentos e modificação dos equipamentos de tratamento. Essas Autoridades Regionais determinam o nível de cobrança que é definida sobre o volume captado e a quantidade e qualidade dos poluentes, além disso, outros fatores podem ser considerados no cálculo do valor da água.

A cobrança pela poluição tem como objeto a manutenção da qualidade e quantidade de água considerando: a vazão do curso d'água, natureza dos poluentes, localização do impacto e tipo de corpo receptor. Os principais parâmetros de cobrança são a taxa, prejuízo marginal – " prejuízo causado por uma unidade adicional de poluentes, e a base de cobrança onde a cobrança incide sobre um maior número de poluentes. A fórmula geral de cobrança é determinada em função da qualidade do rio, volume captado e carga poluente, sendo os tipos de cobrança determinados a partir do volume captado e da emissão de poluentes (BARRAQUE, 1997).

➢ ***Itália***

Na Itália o principal elemento propulsor, e essencial na gestão dos recursos hídricos, é a gestão dos conflitos entre os usuários de água para irrigação e geração de energia. Contudo, o processo de unificação tardia da República Italiana ofereceu alguns obstáculos para o processo de gestão dos recursos

hídricos. A gestão dos serviços de distribuição de água potável, saneamento e o controle de substâncias poluentes é realizado pelas municipalidades italianas.

A lei Merli de 1976 prevê a cobrança pelo uso da água sobre o consumo de água e lançamentos de efluentes industriais. Os recursos arrecadados são investidos em planos regionais de recursos hídricos (BARRAQUE, 1997).

➢ ***México***

O principal problema com relação a gestão da água no México é o volume de carga poluente que concentra em 50% de toda carga poluidora do país em quatro bacias, as quais apresentam um sistema de tratamento bastante limitado, não conseguindo tratar os 25% dos efluentes coletados.

A política de gestão dos setores de saneamento e de recursos hídricos é baseada em subsídios e operacionalizada por meio de agências governamentais denominadas "Comissão Nacional de Água", a qual tem a missão de conservar, distribuir e gerenciar os recursos hídricos no país.

A cobrança é calculada com base na carga de DQO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) e SS (Sólidos em Suspensão). O valor arrecadado é muito baixo e não possibilita o financiamento do sistema de gestão.

3.3.4 – Experiência brasileira na gestão dos recursos hídricos

➢ ***São Paulo***

Segundo INUI (1992) e SETTI (2000), no Brasil, o Estado de São Paulo foi um dos precursores na implementação de um sistema de gerenciamento de recursos hídricos, inclusive em estudos sobre a cobrança de qualquer uso da água. A Constituição do Estado garante, em seu artigo 205, mecanismos institucionais e financeiros na gestão participativa e integrada dos recursos hídricos, envolvendo órgãos estaduais, municipais e sociedade civil.

A Lei Estadual n.º 7.663, de 30/12/91, determina juridicamente ao Estado o papel de gestor dos recursos hídricos, sendo responsável pela cobrança pelo uso das águas. Nesse contexto, consolida-se o papel da cobrança como um instrumento de gestão, influenciando no uso do solo, diminuindo os remanescentes e

contribuindo para a conservação e preservação do ambiente. A cobrança também poderá contribuir na criação de fontes de financiamento de custos operacionais e de investimentos na gestão da oferta de água.

Quanto aos custos a serem distribuídos entre os usuários, devem ser considerados: a remuneração do investimento constituída de custos de investimentos estruturais e não-estruturais, custos de operação, manutenção e depreciação dos investimentos.

Com a implementação da política nacional de recursos hídricos (lei nº. 9.433/97) estabeleceu-se um cenário nacional de demanda por políticas estaduais numa tentativa de dirimir conflitos pelo uso da água e manutenção dos aspectos quali-quantitativos dos recursos hídricos de modo geral. A seguir são apresentadas algumas leis estaduais de gestão dos recursos hídricos conforme BARTH (2000):

TABELA 3.3: Leis estaduais de gerenciamento de recursos hídricos

REGIÃO >	SUL			SUDESTE				C. OESTE				NORDESTE									NORTE							Nº
SIGLA DO ESTADO> QUESITO	RS	SC	PR	SP	MG	RJ	ES	GO	MS	MT	DF	BA	AL	SE	PE	PB	RN	CE	PI	MA	TO	PA	AM	RO	AC	AP	RR	SIM
Recursos hídricos na Constituição Estadual																												
Consta expressamente	S	-	S	S	S	-	S	S	S	S	S	-	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-	S	-	-	S	-	13
Não, mas está implícito	-	-	-	-	-	S	-	-	-	-	-	S	-	-	S	S	S	S	S	-	S	S	-	-	-	-	-	9
Somente domínio das águas	-	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	S	-	-	-	S	S	-	S	5
Participação da União	N	-	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	S	N	S	S	N	S	N	-	-	-	N	-	-	N	-	4
Participação dos Municípios	N	-	N	S	N	N	S	S	S	S	-	S	S	S	S	S	N	S	S	-	-	-	N	-	-	S	-	13
Participação da sociedade	N	-	N	S	N	S	N	S	S	S	S	N	N	S	S	N	N	N	S	-	-	-	N	-	-	S	-	10
Lei estadual	S	S	S	S	S	S	S	S	A	S	S	S	S	S	S	S	S	S	A	S	N	N	N	N	N	N	N	**18**
Conselho Estadual	**S**	**S**	**S**	**S**	**S**	**S**	**S**	**S**		**S**	**S**	**S**	**S**	**S**	**S**	**S**	**S**	**S**		**S**								**18**
Tripartite	N	N	N	S	S	-	S	S		S	N	-	S	S	S	N	S	S		S								
1/3 para cada segmento	N	N	-	S	N	-	S	N		N	N	-	N	N	N	-	-	N		N								
Paridade Estado/Município	N	N	N	S	S	-	N	S		N	N	-	N	N	N	N	-	N		S								
Idem P. Público/Sociedade	N	N	N	N	S	-	N	N		S	N	-	S	N	N	N	-	N		N								
Entidades federais	S	N	N	N	N	-	N	N		-	N	-	N	N	N	S	N	S		N								
Entidades ensino e pesquisa	N	N	N	S	N	-	N	S		N	S	-	N	S	N	S	N	N		N								
Ministério Público	N	N	N	S	N	-	N	S		N	N	-	N	S	N	N	N	N		N								
Representantes de Comitês	S	N	N	N	N	-	N	N		-	N	-	N	N	N	N	S	N		N								
Comitês de Bacias	**S**	**S**	**S**	**S**	**S**	**S**	**S**	**S**		**S**	**S**	**S**	**S**	**S**	**S**	**S**	**S**	**S**		**S**								**18**
Tripartite	S	S	N	S	S	S	S	S		S	S	N	S	S	S	N	S	S		S								
1/3 para cada segmento	N	N	-	S	N	-	S	N		N	S	N	N	N	-	-	-	N		N								
Paridade Estado/Município	N	N	-	S	S	-	N	N		N	-	N	N	S	-	N	-	S		S								
Idem P. Público/Sociedade	N	N	-	N	S	-	N	N		S	N	N	S	N	-	N	-	N		S								
Outra forma	S	S	S	-	-	-	S	S		N	-	S	-	S	S	-	-	S		N								
Entidades federais	S	S	N	N	N	S	S	N		-	N	N	S	N	S	-	N	S		N								
Entidades ensino e pesquisa	N	N	N	S	N	-	S	S		N	N	N	N	S	S	-	N	S		N								
Usuários	S	S	S	S	S	S	S	S		S	S	S	S	S	S	-	S	S		S								
Agências de Bacia	**S**	**N**	**S**	**S**	**S**	**S**	**S**	**S**		**N**	**N**	**N**	**S**	**S**	**N**	**N**	**S**	**N**		**S**								**10**
Implantação com cobrança	N	-	-	S	N	S	S	S		-	-	-	S	S	-	S	S	-		S								
Define personalidade jurídica	N	-	N	N	N	N	N	N		-	-	-	N	N	-	N	N	-		N								
Associações de Usuários	N	S	S	S	S	S	S	S		S	S	S	S	S	N		N	N		S								
Comitê Técnico	N	N	N	S	N	N	N	S		N	N	N	N	S	S	N	N	S		N								
Só órgãos gestores	-	-	-	S	-	-	-	N		-	-	-	-	N	N	-	-	N		-								
Multinstitucional - Estado	-	-	-	N	-	-	-	S		-	-	-	-	S	N	-	-	S		-								
Fundo Estadual	N	S	S	S	N	S	N	S		S	N	N	S	S	S	S	S	S		N								
Órgão gestor	**S**	**S**	**S**	**S**	**S**	**N**	**S**	**S**		**S**	**S**	**S**	**S**	**S**	**S**	**S**	**S**	**S**		**S**								**18**
Administração Direta	S	S	S	N	N	-	S	-		N	S	N	S	S	S	S	S	S		S								
Autarquia	N	N	-	S	S	-	-	-		N	N	S	-	N	N	-	-	N		N								
Fundação	N	S	-	N	N	-	-	-		S	N	N	-	N	N	-	-	N		N								
Empresa	N	N	-	S	N	-	-	-		N	N	N	-	N	N	-	-	S		N								
Binário (Quant.Qual.)	S	S	S	S	S	-	N	-		N	N	S	-	N	-	N	N	S		-								
Cobrança	**S**	**S**	**S**	**S**	**S**	**S**	**S**	**S**		**S**	**S**	**S**	**S**	**S**	**S**	**S**	**S**	**S**		**S**								**18**
Genérico	S	S	S	S	S	S	S	S		S	S	S	S	S	S	S	S	S		S								
Tarifa/preço público	N	S	N	N	N	N	-	N		N	N	N	N	N	N	S	N	N		N								
Aplicação na mesma bacia	S	S	S	S	S	-	S	S		S	N	N	S	S	S	-	N	S		S								
Permite aplicação em outra	N	S	S	S	S	-	N	S			S	S	N	S	S	-	-	S		N								
Captação/lançamento	S	S	S	S	-	S	S	S		S	S	S	S	S	S	S	-	S		S								
Rateio de custos	S	S	N	S	S	-	S	S		N	S	S	S	S	S	S	S	S		S								
Sanções	S	S	S	S	S	S	S	S		S	S	S	S	S	S	S	N	S		S								18
Plano Estadual	**S**	**S**	**S**	**S**	**S**	**S**	**S**	**S**		**S**	**S**	**S**	**S**	**S**	**S**	**S**	**S**	**S**		**S**								**18**
Aprovado por Lei	S	S	-	S	S	N	S	S		N	S	N	S	S	S	S	S	S		N								

Leis estaduais: SP - 7663, de 30/12/91; CE - 11.896, de 24/7/92; DF - 512, de 28/7/93; MG - 11.504, de 20/6/94; SC - 9.748, de 30/11/94; RS - 10.350, de 30/12/94; SE - 3.595, de 19/1/95; BA - 6.875, de 13/5/95; RN - 6.908, de 1/7/96 - PB - 6.308, de 2/7/96; PE - 11.426, de 17/1/97; GO - 13.123, de 16/7/97; MT - 6.945, de 5/11/97; AL - 5.965, de 10/11/97; MA - 7.052, de 22/12/97, ES – 5.918, de 30/12/98, MG 13.199 de 29/1/99, RJ – 3.238, de 2/8/99, PR 12.726, de 26/11/99 - Anteprojetos de lei PI e MS

Fonte: Modificado de BARTH (2000).

3.4 - Legislação Ambiental

➢ ***Código das Águas***

A legislação brasileira referente a gestão da água, deu seu primeiro passo com a elaboração do Código das Águas, em 1934, fundamentado na 1° Conferência de Direito Internacional de Haia em 1930. Com ênfase no potencial hidráulico como condicionante do processo industrial, o Código das Águas delega ao poder público a responsabilidade de estabelecer normas de controle do uso dos recursos hídricos, preservando a saúde e a segurança da população.

O Código das Águas foi criado pelo Decreto-Lei n.° 24.643, de 10 de junho de 1934, cuja vertente principal eram dois usos dos recursos hídricos para abastecimento da população e irrigação na região do Nordeste e geração de energia para o restante do país. O suporte legal criado por esta norma serviu para o processo de desenvolvimento industrial no Brasil na década de 50 e 60, respondendo por 95% da produção de energia. Naquilo que não conflita com a Constituição Brasileira de 1988, ou com a Lei 9.433 do Sistema Nacional de Recursos Hídricos, o Código das Águas ainda é considerado legislação básica na gestão das águas.

Dentre os dispositivos de maior relevância presentes no Código das Águas pode-se destacar o uso gratuito dos recursos hídricos, sendo considerado um bem público (art. 34 e 36). Os artigos 37 e 48 ressaltam que a água pode ter uso múltiplo mas deve ser estabelecido prioridade de uso, sendo que este ato deve ser regulamentado através de concessão (artigo 43, 46, 51 e 52), dispensadas no caso de derivações insignificantes, introduzindo aqui as premissas da outorga.

No artigo 109 é evidente a idéia de internalização das externalidades negativas do processo produtivo. O disciplinamento do uso da água fica claro no artigo 110 onde ressalta que os danos causados por poluição devem ser incorridos em multas.

Já os artigos 110 e 111 tratam da possibilidade das águas serem inquilinadas contudo, com algumas compensações para que sejam tratadas os efluentes gerados. Portanto, esses artigos começam a evidenciar a cobrança pelo uso da água, consolidada mais tarde na Lei 9.433, de 1997.

➢ ***Código Florestal***

O Código Florestal, instituído pela Lei 4.771, de 15/09/65, e respectiva reformulação expressa na Medida Provisória n.º 2080, considera como áreas de preservação permanente as florestas e formas de vegetação natural situadas ao longo dos rios ou de quaisquer cursos d'água, ao redor de lagoas, lagos ou reservatórios d'águas naturais ou artificiais, nas nascentes, mesmo que intermitentes, nos corpos d'água, encosta de morro e nas restingas ou áreas estabilizadoras de mangues (art. 2º). Essa norma apresenta um dos mecanismos legais de proteção dos recursos hídricos relacionado diretamente às premissas da política dos recursos hídricos.

➢ ***Política Nacional de Irrigação***

A Política Nacional de Irrigação foi instituída pela Lei 6.662, de 25/06/79, com o objetivo de estabelecer o aproveitamento natural, água e solos, para a implantação e desenvolvimento da agricultura irrigada. Neste dispositivo constava que as águas públicas, superficiais ou subterrâneas, para irrigação e atividades decorrentes, dependem de prévia concessão ou autorização do Ministério do Interior de acordo com o Decreto n.º 92.395/86 e Secretaria de Recursos Hídricos, segundo Medida Provisória n.º 813 de 01/01/95.

O artigo 22 da Lei da 6.662/79 classifica as águas públicas superficiais em permanentes ou eventuais destinadas à irrigação. As águas permanentes correspondem à vazão mínima do rio em todas as estações do ano e as águas eventuais são aquelas excedentes às permanentes. Já o artigo 43 estabeleceu que seriam autorizadas as atividades que derivassem águas permanentes e autorizados os pretendentes de águas eventuais. Com isso gerou uma situação complicada pois exigia conhecimentos mais concretos acerca da disponibilidade hídrica para definir o que poderia ser outorgado ou outorgável.

Este regulamento em questão também estabeleceu que o uso da água seria remunerado anualmente através da MVR (Menor Valor de Referência), pagando, os outorizados, 50% dos valores estabelecidos para as concessionárias (art. 24, I e III), sendo redistribuído entre as concessionárias. As concessões e

autorizações ficaram vinculadas às prioridades de uso da água, assegurando a não poluição ou desperdício de água (art. 26), enquanto que o artigo 27 ressalta que serão priorizados os usos de águas.

➢ ***Política Nacional de Meio Ambiente***

A Lei Federal n.º 6.938, de 31/08/81, que dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) cria o CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente, um órgão superior constituído por "um plenário e oito câmaras técnicas permanentes e comissões, definidas por um determinado tempo para desempenho de tarefas especiais"(art. 5º da PNMA), e que compõe o SISNAMA - Sistema Nacional de Meio Ambiente. Um instrumento de destaque para o controle da poluição hídrica foi a Resolução CONAMA nº 20, de 1986, que fixou parâmetros para a classificação das águas doces, salinas e salobras de acordo com seus usos predominantes, estabelecendo "um nível de qualidade a ser alcançado e/ou mantido em um seguimento do corpo d'água ao longo do tempo".

TABELA 3.4: Instrumentos da PNMA, Lei 6.938/81, art. 2º.

I -	Estabelecimento de padrões de qualidade ambiental
II -	Zoneamento ambiental
III -	Avaliação de impactos ambientais
IV -	Licenciamento e revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras
V -	Incentivos à produção e instalação de equipamentos e criação de tecnologia, voltados para a melhoria da qualidade ambiental
VI –	Criação de reservas e estações ecológicas, áreas de proteção ambiental e áreas de relevante interesse ecológico, pelo Poder Público Federal, Estadual e Municipal
VII –	Sistema nacional de informações sobre o meio ambiente
VIII -	Cadastro Técnico Federal de Atividades e instrumentos de defesa ambiental
IX -	Penalidades disciplinares ou compensatórias ao não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção da degradação ambiental

O Decreto 87.567, de 13/07/82, prevê medidas ambientais para a Bacia do Rio Paraíba do Sul, sendo utilizada pela primeira vez no Brasil a bacia como unidade de gestão. Também foram previstos neste decreto, o macrozoneamento, a determinação de implantação do sistema de abastecimento de água e de tratamento de esgoto, e ainda, o controle da poluição ambiental com subsídios do governo (SENA, 1997).

- ***Constituição Federal***

A Constituição Federal, promulgada em 05 de outubro de 1988, tratou a água apenas no que diz respeito à competência para legislar e seu domínio. Quanto a competência destacou que compete privativamente à União o poder de legislar sobre águas. Contudo, constitui "competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos municípios: proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas; promover a melhoria das condições e fiscalizar as concessões de direitos de exploração de recursos hídricos em seus territórios; legislar concorrentemente sobre defesa do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição, responsabilidade por dano ao meio ambiente e proteção e defesa da saúde" (KETTELHUT, 2000).

A titularidade de domínio das águas foi modificada na Constituição Federal de 1988, a qual definiu o domínio público de todas as águas, alterando a definição dada anteriormente pelo Código das Águas: águas públicas, comuns e particulares. Assim, os artigos 20 e 26 da Constituição Federal de 1988 consolidam a publicidade dos recursos hídricos "as águas são bens de domínio da União ou dos Estados".

➢ ***Política Nacional de Recursos Hídricos***

A Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei Federal nº 9.433, de 08/01/97, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos que declara a água como bem comum dotado de valor econômico, cujo uso prioritário é o consumo humano e a dessedentação de animais, prevendo ainda usos múltiplos (PNRH, 1997). São objetivos dessa política: "assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos e a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável".

Essa Lei aponta cinco instrumentos de gestão dos recursos hídricos:

I – Outorga de direito de uso de recursos hídricos;

II – Cobrança pelo uso da água;

III – Enquadramento dos corpos d'água em classes de usos;

IV – Sistema nacional de informações sobre recursos hídricos;

V – Plano nacional de recursos hídricos.

A Política Nacional de Recursos Hídricos elenca três componentes de sustentabilidade: a disponibilidade de água, a utilização racional e utilização integrada. A disponibilidade de água deve facultar a todos o acesso à água em quantidade e qualidade satisfatórias para as atuais e futuras gerações. O uso racional deverá ser buscado por meio da aplicação dos instrumentos de outorga de direito de uso da água e da cobrança. Os demais instrumentos deverão articular-se de forma a fundamentar a tomada de decisão quanto ao uso dos recursos hídricos, evitando ocorrências de conflitos.

A gestão de recursos hídricos consolida uma situação em que haverá necessidade de promover uma articulação com as demais políticas e leis existentes no país. Dessa forma, estão relacionados na Tabela 3.5 a legislação de maior relevância com relação a gestão de recursos hídricos:

TABELA 3.5: Legislação setorial correlata à gestão dos recursos hídricos

Legislação setorial	
Código Civil Brasileiro	Lei n.º 3.701, de 01/01/1916
Limpeza de reservatórios	Lei n.º 3.824
Saneamento	Lei n.º 5.357, de 17/11/67
Águas em terras indígenas	Lei n.º 6.001, de19/12/73
Fluoretação de águas	Lei n.º 6.050, 24/05/74
Proteção do solo e combate à erosão	Lei n.º 6.225, de 14/07/75
Parcelamento do solo urbano	Lei n.º 6.766, de 19/12/79
Zoneamento industrial	Lei n.º 6.803, de 27/04/80
Estações ecológicas e área de proteção ambiental	Lei n.º 6.902, 27/04/81
Gerenciamento costeiro	Lei n.º 7.661, 16/05/88
Proteção de nascentes	Lei n.º 7.754, 14/04/89
Agrotóxicos	Lei n.º 7.802, de 11/07/89
Flora e fauna aquáticas	Decreto – Lei n.º 4.771; Lei nº7.511, de 07/07/86; Lei n.º 6.938, art. 18; Resolução CONAMA n.º 4, arts. 1º, 3º e Decreto - Lei n.º 221, de 28/02/67
Classificação dos corpos d'água	Resolução CONAMA n.º 20
Compensação Financeira e participação nos resultados de aproveitamentos hidrelétricos	Lei n.º 7.990, de 28/12/89 e Lei n.º ANA
Regiões metropolitanas	Lei n.º Complementar 14, de 18/06/76
Águas subterrâneas	Código Civil, Código das Águas (direito de vizinhança), Código de Mineração e Constituição Federal/88, art. 168
Mineração	Decreto - Lei n.º 227, 28/02/67 Código de Mineração
Navegação	Código das Águas, art. 37 a 40

Fonte: Modificado de SETTI (2000).

3.5 - Cobrança pelo uso da água

O estudo da cobrança pelo uso da água como instrumento de gestão ambiental, no cenário atual, propõe: a minimização dos impactos ambientais gerados tanto na captação de água quanto no lançamento de efluentes, mesmo com níveis abaixo do estabelecido pelo padrão de emissão; a racionalização do uso da água; a compatibilização dos usos conflitantes e concorrentes e que sejam observados a autodepuração dos corpos hídricos.

Alguns estudos teóricos sobre cobrança pelo uso da água foram realizados no Brasil antes da aprovação da Lei Federal n.º 9.433/97. Estes estudos restringiram - se aos setores de abastecimento doméstico, industrial e irrigação.

LANNA & RIBEIRO (1997) elaboraram estudos na bacia do rio Curú usando o custo incremental médio sobre a água bruta para a irrigação, considerando inserção de subsídios. Também calculou a cobrança de água na bacia do rio Sinos considerando a localização da captação, uso da água, estação do ano e volume consumido.

CONEJO (1992) calculou as receitas geradas pela cobrança arbitrária de US$ 20/1000 m^3 para consumo doméstico e irrigação, e US$ 30/1000 m^3 para o consumo industrial, concluindo que de um modo geral a cobrança não produzia impacto sobre o usuário. SOUZA (1995) aplicou o custo médio do sistema de tratamento de efluentes líquidos verificando a capacidade de assimilação do corpo hídrico.

GARRIDO (1996) estimou um valor econômico da água que pudesse ser a base de um sistema de cobrança. Para a teoria dos preços públicos, a cobrança dos custos marginais de longo prazo induzirá os agentes consumidores a: racionalização da demanda promovendo um aumento de produtividade e eficiência no uso dos recursos hídricos; evita oscilações nas tarifas reais de um ano para outro, o que acontece quando é adotado o custo marginal a curto prazo.

INUI (1992) ressalta que a definição da estrutura de preços deve levar em conta a diferenciação dos preços quanto a quantidade e qualidade de uso e quanto a natureza do uso.

CAVALCANTI (1997) e FONSECA (1992) comentam sobre o papel do mercado diante da oferta e demanda, entre consumidores e produtores, a respeito da disponibilidade hídrica. No mercado de concorrência perfeita os fatores produtivos (trabalho e capital) apresentam rendimentos de escalas constantes, chegando a uma situação ótima de máxima eficiência econômica. A visão do sistema econômico, de modo isolado, sem considerar as trocas de matéria e energia com o ambiente, não confere com a realidade.

Segundo LANNA (1993) as leis de mercado não asseguram a utilização ótima, tornando-se necessário a intervenção do poder público no

ordenamento do uso dos recursos por meio da outorga ou cobrança pelo uso da água. Contudo, torna-se fundamental a estruturação do poder público para inventariar e monitorar os recursos, desenvolver, testar e implantar critérios, adaptando-os à evolução da demanda, propondo meios conciliatórios entre os usos conflitantes. As questões ambientais precisam ser assimiladas pelo poder público como um processo transgeracional que apresentam especificidades locais.

A proposta feita para o Comitê da bacia do Rio Piracicaba consistia na implantação da cobrança na captação de água bruta, com preços progressivos, ponderados pela variável consumo/ligação à medida que se administra a escassez relativa tendo como objeto o uso racional dos recursos hídricos.

SOUZA (1995) desenvolveu um modelo de cobrança em função dos usos da água no setor industrial, contemplando duas situações:

a) Cobrança sobre o lançamento de efluentes

Essa modalidade de cobrança tem como pressuposto básico o padrão de qualidade dos corpos d'água e usos dos recursos hídricos, que dependem da: vazão mínima do corpo receptor destinada à diluição e depuração dos efluentes (Q) e concentração máxima possível de um parâmetro de poluente (c). Então a carga de saturação do corpo hídrico (Cs) é dada por:

$$Cs = Q.c \qquad (3.1)$$

Nesta fase podem ser considerados outros parâmetros passíveis de cobrança, que contribuam de algum modo para o aumento da carga remanescente (Ce), definida como sendo a concentração de efluentes em relação a vazão, após o tratamento com base na legislação.

O nível de comprometimento da qualidade de água da bacia hidrográfica ou trecho, com relação a um determinado parâmetro, é representado pelo índice de carga (Ic) . Este fator faz a ponderação entre a capacidade de assimilação do meio ambiente, considerando todas as atividades desenvolvidas na bacia, e a vazão destinada a diluição e depuração dos efluentes. Assim tem-se:

$$Ic = (Cs- \Sigma Ce)/Cs \qquad (3.2)$$

O índice de carga e o valor a ser pago será associado através da equação ou curva do custo médio do sistema de tratamento de efluentes. Por isso, SOUZA (1995) adota (Kc) como índice multiplicador para cada poluente a ser cobrado, permitindo observar o valor a ser pago em cada atividade. Entretanto, o multiplicador deverá ser o mesmo em todos os lançamentos de uma mesma substância em dado instante, expresso por $\$/dia.m^3$.

A sazonalidade de lançamento, os diferentes tipos de usuários e a eficiência de alocação dos recursos hídricos são expressos pelo fator (U), ou seja, fator ponderador de cobrança sobre o lançamento de carga poluente, cujo valor é ponderado pelos responsáveis pela gestão da bacia. Ressalta-se entretanto, que em nenhum momento (U) deve ser menor que um.

A razão ce/cp representa a ponderação da real situação do sistema de tratamento implantado, onde são penalizados os lançamentos que estiverem em desacordo e beneficiando os usuários que apresentarem menor concentração de poluentes em relação ao estabelecido pelo padrão de emissão. Portanto, (ce) é a concentração do poluente no efluente final e (cp) a concentração máxima permitida pelo padrão de emissão.

O valor a ser pago sobre lançamento de carga poluente é representado por:

$$Te = Kc.Qe.U.(ce/cp) \qquad (3.3)$$

Onde: Qe = vazão do efluente final ($m^3.s^{-1}$) e as concentrações são dadas em mg/l.

b) Cobrança sobre o consumo de água

A cobrança sobre o consumo de água é aplicada sobre a quantidade efetivamente consumida, devendo ser descontada da vazão captada a água devolvida em forma de efluente.

A captação de águas subterrâneas não é objeto de estudo deste trabalho, por apresentarem características específicas.

A cobrança sobre o consumo de água parte do princípio de que a retirada de água de corpo hídrico compromete sua capacidade de depuração, provocando um decréscimo na capacidade de diluição proporcional à vazão captada.

Segundo SOUZA (1995), a cobrança por consumo de água deve considerar duas situações: uma anterior e outra posterior à captação superficial. Com relação a situação anterior à captação, o multiplicador K_1 é função de I_1 que depende da carga de saturação do corpo d'água no momento de captação, expresso pela equação a seguir.

$$Ce = Qe.ce \tag{3.4}$$

onde Qe é a vazão do efluente e ce é a concentração emitida do poluente considerado. Desta forma I_1 é dado por:

$$I_1 = (Cs-\Sigma Ce)/Cs \tag{3.5}$$

O cálculo de K_1 dependerá da saturação do corpo d'água em questão, sendo que sua aplicação é semelhante a cobrança pelo lançamento.

O valor de I_2 considera a vazão consumida (Qcon) associada ao decréscimo da capacidade de diluição e depuração. Com isso, a vazão de diluição e depuração, que representa a capacidade de suporte do corpo d'água, sofre um decréscimo de (Qcon). Assim I_2 é expresso por:

$$I_2 = [(Q-Qcon)c-\Sigma Qe.ce] / [(Q-Qcon)c] \tag{3.6}$$

Para o cálculo de K_2, função de I_2, aplica-se as mesmas equações de custo de cobrança por lançamento, que dependerá da situação de saturação do corpo d'água.

O valor a ser pago pela captação de água superficial (Te), deve comparar a capacidade de saturação e o índice de carga poluidora, ou seja, a subtração de (K_2-K_1) que representa as situações antes e depois da captação:

$$Te = (K_2-K_1)S\Sigma Qe(ce/cp) \tag{3.7}$$

Onde S é o número que pondera a sazonalidade e o tipo de atividade, correspondendo ao **U** da cobrança por lançamento.

KELMAN (1997a) discute o papel do sistema de outorga de direito de uso da água e ressalta sua importância no que diz respeito aos aspectos qualitativos e quantitativos. Esse diagnóstico pretende garantir ao usuário o direito de uso segundo a disponibilidade hídrica do corpo d'água. Nesse caso o poder outorgante, Governo Federal, Estadual ou Distrito Federal protegerá o usuário outorgado daquele que não possui outorga. Em caso de escassez, garante a utilização da água e os investimentos daqueles que seguiram o procedimento legal.

A outorga não deve ser confundida com concessão de serviço público, abastecimento de água, tratamento de esgoto urbano ou produção de energia. A concessão diz respeito aos serviços específicos e não está relacionado ao uso coletivo dos recursos hídricos.

CONEJO (1993) e KELMAN (1997b) ressaltam que a outorga é um procedimento básico para a implantação de um sistema de cobrança pelo uso da água, porque possibilita um diagnóstico real da disponibilidade e demanda hídrica de uma bacia hidrográfica.

Os estudos elaborados para a Bacia do rio Piracicaba apontam como fundamentais para implantação da cobrança: cadastro de usuários, sistema de informações sobre recursos hídricos, mecanismos de licenciamento para derivação do corpo hídrico e o conhecimento do valor relativo da água no custo final de cada indústria (CONEJO, 1992). No caso da cobrança pelos serviços de diluição transporte e assimilação dos efluentes, deverá ser considerado a quantidade de cargas nocivas lançadas (DBO/ligação).

ARAÚJO (1997) discutiu dois modelos de cobrança pelo uso da água na irrigação, descritos por LANNA (1994), dos quais serviram de base para apresentar três modelos de custo médio da água (CMA), através do subsídio cruzado e consumo efetivo. Estes modelos são compostos por dois termos, onde o primeiro representa a tarifa fixa (TF), que corresponde ao subsídio cruzado e o segundo corresponde à tarifação sobre o volume de água efetivamente utilizado, dado pela multiplicação do custo médio da água ($a) pelo volume consumido (V).

$$\$ = TF + \$a \, . \, V \tag{3.8}$$

O primeiro modelo (subsídio cruzado) tem por base a curva quadrática eq.(3.8) para taxa fixa (TF), bi - paramétrica (α e β), sendo (A) a área irrigável, com volume outorgado de água (Vout). Contudo, o modelo CMA-1 exige duas condições de contorno expressas pelas equações (3.9) e (3.10). A tarifa fixa eq.(3.11) refere-se ao subsídio cruzado podendo ser positiva (sobretarifação), nula ou negativa (subsídio). O volume consumido eq.(3.12) é dado pelo consumo médio (ta) (0,5 l/s/ha) e (A) área efetivamente irrigada eq.(3.13). O proprietário está isento de cobrança caso a tarifa ($) seja nula ou negativa. A arrecadação final será o volume utilizado vezes o custo médio da água.

$$\alpha = (\beta - \$a \, . \, ta)/A^{*} \tag{3.9}$$

$$\text{como } \$^{*} = (\alpha \, . \, A^{*} - \beta).A^{*} + \$ \, .ta \, .A^{*} = 0 \tag{3.10}$$

$$TF = (\alpha \, . \, A - \beta).A \tag{3.11}$$

$$V = ta. \, AI \tag{3.12}$$

$$A = V_{out}/t_a \tag{3.13}$$

O segundo modelo CMA-2, formulado com base na curva logística bi-paramétrica para estimar a taxa fixa eq.(3.14), mostrou distribuição suave sobre as tarifas, porém não permitiu observar o limite entre subsídio e sobretarifação.

$$TF = (1 - e^{-\beta. A^{2}}). \, \beta. \, A - \alpha \tag{3.14}$$

A condição de subsídio cruzado neste modelo, é representado pela equação (3.15) e a área irrigada (A) pela equação (3.16).

$$\sum [\, (1 - e^{-\beta. A^{2}}). \, \beta. \, A - \alpha] = 0 \tag{3.15}$$

$$(1 - e^{-\beta. A^{2}}). \, \beta. \, A - \alpha + \$_a \, .t_a \, . \, A = 0 \tag{3.16}$$

A curva logística tri-paramétrica (α, β e γ), utilizada pelo terceiro modelo eq.(3.17), permitiu inferir sobre isenção e as áreas limites, viabilizando culturas mais rentáveis. Este modelo mantém o subsídio cruzado eq.(3.18) tornando possível que se forneça o valor (A_0) como dado de entrada no sistema. A inclusão do terceiro parâmetro permite inserir mais uma condição de contorno, (A_0) , podendo ser utilizado enquanto instrumento de decisão política. A área de isenção A^* é expressa pela equação (3.19).

$$(1-e^{-\beta.A_0^2}).\gamma.A_0-\alpha=0 \qquad (3.17)$$

$$\sum_{i=1}^{n}\left[(1-e^{-\beta.A_i^2{}_i}).\gamma.A_i-\alpha\right]=0 \qquad (3.18)$$

$$(1-e^{-\beta.A^{*2}}).\gamma.A^*-\alpha+\$a\,.ta\,.\,A^*=0 \qquad (3.19)$$

Desse modo, constatou-se que o subsídio cruzado é importante no estímulo à produção, mesmo em pequenas propriedades ou culturas de subsistência, não apresentando "prejuízo de arrecadação".

LANNA & RIBEIRO (1997) apontam o custo marginal como base dos estudos sobre a cobrança de água bruta de maior destaque, pois aproxima a eficiência econômica da eficiência ambiental. Porém, a cobrança com base no custo marginal deve: relacionar os custos administrativos, referentes às despesas administrativas e de monitoramento do meio; refletir os custos marginais de longo prazo, viabilizando retiradas futuras de água; considerar custos marginais de curto prazo, operacionais e manutenção, bem como os custos ambientais.

A cobrança pelo uso da água na legislação do Rio Grande do Sul, segundo LANNA & RIBEIRO (1997) é definida com base em quatro usos de água:

- uso da água disponível no ambiente como fator de produção ou bem de consumo final (água bruta);

- usos de serviços de captação, regularização, transporte, tratamento e distribuição de água;

- uso de serviço de coleta, transporte, tratamento e destinação final de esgotos;

- uso da água disponível no ambiente como receptor de resíduos.

O modelo de cobrança pela captação de água bruta apresentado por PEREIRA (1998) tem como base o volume retirado, local de captação, tipo de uso e a estação do ano em que ocorre a retirada, definindo $ (i,u) como sendo o valor a ser cobrado pelo usuário (u) no trecho (i) do corpo d´água.

$$\$ (i, u) = Ki \cdot Ku \cdot Kest \cdot Q(i,u) \qquad (3.20)$$

onde:

Ki – local de captação (admensional)

Ku – tipo de solo (admensional)

Kest – estação do ano (admensional)

Q(i,u) – volume captado em m^3

O resultado do modelo de cobrança apresentou algumas dificuldades ao definir qual seria o preço unitário não sendo considerado nenhum investimento para o aumento da oferta d'água. Segundo PEREIRA (1998), o esclarecimento será feito através de negociação com os Comitês de Bacia. Também foi considerado que a capacidade de pagamento do usuário como forma de garantir a continuidade das atividades na bacia.

O processo de negociação no comitê foi definido com base em quanto se desejava investir anualmente na bacia, se haveria ou não subsídio cruzado ou algum tipo de subsídio direto e quanto dos recursos arrecadados com a cobrança seriam utilizados para reduzir os custos de tratamento e quais as fontes.

A avaliação do impacto da cobrança foi verificado por meio de um levantamento das principais atividades econômicas usuárias de água na bacia para demonstrar a relação entre custos operacionais e o volume de água consumida. O resultado desse fracionamento permitiu avaliar indiretamente o impacto da cobrança sobre as atividades através do incremento dos custos operacionais. Segundo as simulações na Bacia do Sinos a população rural é mais sensível a cobrança do que a população urbana pois esta dispõe de maior renda.

ALVES (1997) aplicou o modelo de cobrança sob o uso da água para a irrigação, adaptado de ARAÚJO (1996), em áreas com potencial para a atividade agrícola, associando uso do solo ao uso dos recursos hídricos, por meio de

tarifas unitárias segundo a dimensão da área potencialmente irrigável e o índice de ocupação agrícola. Os resultados demonstraram que o modelo utilizado é eficaz no incentivo à produção agrícola, fomentando o aproveitamento dos recursos investidos na infra-estrutura hídrica, possibilitando mudanças nos padrões de consumo. Contudo, para que haja maior eficácia do modelo de cobrança é necessário "a definição da capacidade de pagamento dos usuários e o conhecimento dos custos de oferta de consumo, de acordo com a realidade da região considerada".

RIBEIRO (1998) apresenta duas componentes que podem contribuir na cobrança da água bruta: a cobrança pelo direito de uso da água e pelo volume efetivamente retirado. No primeiro componente a cobrança busca cobrir os custos administrativos associados ao financiamento do sistema de outorga ou investimentos realizados no sistema de oferta da água. O valor a ser cobrado pode ser o mesmo para todos os usuários ou diferenciados de acordo com o volume outorgado.

A cobrança pelo volume retirado tenta refletir o valor econômico da água incentivando o não desperdício. Nesse componente pode-se verificar duas alternativas: (i) o volume captado e o valor a ser cobrado são as únicas informações;(ii) a segunda alternativa exige a inserção de outras variáveis onde o valor de referência é ponderado por coeficientes integrados por uma função de subsídio mais o volume excedente em relação ao outorgado.

Numa estrutura mista, RIBEIRO (1998) propõe a cobrança pelo direito de uso mais volume retirado, constitui uma parcela fixa e outra variável. Porém, observa-se que a parcela fixa não incentiva o uso eficiente da água, mas por outro lado financia o sistema de outorga. Já a segunda parcela o componente pode estimular a eficiência econômica e ambiental promovendo a equidade social além de gerar recursos financeiros.

Dentro das variáveis da estrutura de cobrança RIBEIRO (1998) cita:

- volume outorgado: demanda explícita por usuário, dimensionado em função das demais, inclusive as de caráter ambiental.

- custos do sistema de outorga: reflete os custos de investimento e manipulação e oferta da água;

- volume retirado: função do volume outorgado sendo inferior ou igual a esse. Aqui pode ser identificado o usuário que tem acesso a obra de disponibilização através de investimentos públicos e aqueles que fazem uso direto dos corpos d'água.

- valor de referência: demonstra quanto o usuário deveria pagar para cada m³ de água que utiliza, sendo adotados o valor econômico e o custo da oferta da água. No valor econômico procura-se verificar a disposição a pagar do usuário dando prioridade para aqueles que apresentam maiores disposições. O custo da oferta determina uma arrecadação que recuperará ou financiará investimentos no suprimento de água.

O valor da água, segundo CORDEIRO NETO (1993), pode ser diferenciado em cinco sistemas metodológicos de modo que possam avaliar a demanda a partir de:

- preços de um mercado real - é usado para a água como bem de consumo (privado, público ou misto) construindo uma curva a partir de preços e demandas totais, determinando formas de tributação, subsídios e outras externalidades;

- valores de um mercado de substituição – a água é considerada bem de consumo público puro ou misto para atividades de recreação, de elementos de organização da paisagem e de evacuação de cheias. É comum envolver estudo do mercado imobiliário e o custo de percurso;

- valores fictícios – são usados quando não há um mercado de substituição identificável, sendo constituído a partir do questionamento da disposição a pagar pelo bem ou serviço. Trata do único método que permite avaliar os valores de opção e de existência de um bem econômico;

- função de produção – serve para avaliar o valor da água enquanto bem intermediário para produção de outros bens. No caso em que a água é insumo que colabora no incremento da produtividade, seu valor eqüivaleria ao ganho líquido obtido pela produção. Já no caso de ser tido como insumo substituível (geração de energia) o valor da mesma seria equivalente ao menor custo de substituição para esta mesma função de produção. Quando a água é insumo insubstituível (bebidas em geral), seu valor é igual ao custo de se obter uma água

com as mesmas características daquela que está sendo utilizada no processo produtivo; e

- solução alternativa – nesse caso o valor de um bem é igual ao valor da solução alternativa de menor valor com mesmo resultado. Esse tipo de valoração é usada em situações de incertezas ou de ordem moral.

3.6 - Sistema de Informação Geográfica

O sistema de informação geográfica (SIG) é uma tecnologia computacional utilizada para manipular e armazenar informações geográficas. Nos últimos trinta anos o SIG tem se tornado uma ferramenta indispensável, principalmente em trabalhos interdisciplinares que exigem uma gama de informações consideráveis, possibilitando uma diversidade de aplicações. Surgiu no primeiro momento associado ao geoprocessamento, depois como instrumento de gerenciamento de informações geográficas e na última década consolidou-se como instrumento de suporte na tomada de decisões (EASTMAN, 1995).

Em função da complexidade das questões ambientais envolvidas na caracterização ambiental e análise de suas relações, o SIG é concebido como elemento facilitador no processo de decisão, norteando caminhos para a gestão ambiental. Estas características possibilitam a interação dos dados necessários à gestão, realimentando as fases do planejamento (ALMEIDA, 1993).

O potencial do sistema de informações geográficas está relacionado à existência de dois sistemas. O primeiro é o sistema de processamento de operações, que trata da ocorrência de operações, registro e manutenção; já o segundo é o sistema de suporte que dá ênfase à manipulação, análise e modelagem dos dados de modo integrado. EASTMAN (1995) considera como componentes principais de um SIG: banco de dados georreferenciados, componentes do *software*, componentes do *hardware*, profissionais qualificados e contexto organizacional próprio.

FONTES (1997) utilizou o SIG em estudos ambientais e verificou que este instrumento é capaz de equacionar os problemas advindos do gerenciamento de informações sobre o crescimento econômico, dinâmica social e

desenvolvimento de novas formas de manejo do ambiente. Pode ser aplicado desde a solução de questões pontuais, envolvendo localização de atividades, até as mais complexas como o planejamento. Para TABACZENSKI (1995), isto é possível em função do: "potencial de integração com o usuário, capacidade de cruzamento de informações geográficas, velocidade de operação, capacidade de simulações e versatilidade de apresentação de apresentação de informações espaciais".

EASTMAN (1995) define SIG com base nos elementos de dados geográficos (localizacional) que servem de referência para os elementos de dados atributos (não localizacional). O que diferencia um SIG dos demais sistemas é a importância dada aos elementos geográficos. Além disso, o SIG tem uma habilidade significativa de combinar *layers,* mapas com características geográficas diferentes, através do processo de sobreposição (*overlays)* obtendo mapas integrados.

Os mapas podem apresentar dados geográficos ou descritivos representados em formato *raster* e *vector*. O formato *raster* está associado a uma malha de células (*pixels*), que possibilita a interação de informações contidas em diferentes mapas através de operações de adição, subtração, multiplicação ou realizar consultas padrões (EASTMAN, 1995 e FONTES, 1997). Já o sistema *vector* é definido através de pontos, ligados por seguimentos de reta. Os pontos possuem como referência as coordenadas (x, y), correspondentes ao mapa original (lat./long.).

Como exemplo de aplicação do SIG tem-se o trabalho desenvolvido por ALVES (1997), a qual utilizou como *software* o *Idrisi for Windows* através da associação dos fatores ambientais (água, vegetação, solo, etc.). Para elaborar diferentes cenários identificou áreas de alto potencial na localização de atividades agrícolas e industriais, áreas prioritárias para aplicação de investimento em infra-estrutura e áreas prioritárias para funcionamento de atividades produtivas. Também aplicou modelo de cobrança pelo uso da água na irrigação auxiliando na localização de atividades agrícolas, demonstrando a extrema versatilidade nas alternativas de análises fundamentais no planejamento e tomada de decisões.

FERRAZ (1996) comenta que no futuro os SIG virão a ser uma tecnologia de apoio ao gerenciamento e planejamento de recursos hídricos, principalmente no que se refere à repartição da água diante das novas demandas, envolvendo os aspectos social, econômico, político e ambiental.

EESC - USP Biblioteca Campus de S. Carlos

4 - MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 - Área de estudo

A área de estudo escolhida para o desenvolvimento do presente trabalho é composta pelas bacias do ribeirão do Lobo (Broa) e ribeirão do Feijão localizada entre as coordenadas 192000 - 222000m E e 7562000 - 7526000m N, com uma área aproximada de 1080 km^2 (Fig. 4.1).

O ribeirão do Lobo nasce na serra de Itaqueri, município de Itirapina, e o ribeirão do Feijão nasce na Serra do Cuscuzeiro, município de Analândia. A junção desses dois ribeirões formam a rio Jacaré Guaçú, afluente da margem direita do rio Tietê que está situado no centro norte do Estado de São Paulo. A confluência dos rios Jacaré Guaçú e Tietê se faz na represa criada pela barragem de Ibitinga (SANTOS, 1993).

A área apresenta uma diversidade de tipos de uso do solo, infra-estrutura urbana e rural, congrega uma área de proteção ambiental (APA - Corumbataí), e um reservatório com importância nas atividades de recreação e comércio, o que proporciona um enriquecimento do trabalho de simulação da cobrança pelo o uso da água como instrumento de gestão ambiental. As atividades agropecuária, mineração e disposição de resíduos são os principais responsáveis pela deterioração gradual das condições sanitárias dos cursos d'água formadores da bacia.

Além das características anteriores, essa área de estudo apresenta um inventário de dados bastante significativo que pode ser usado na calibração e avaliação dos modelos de cobrança, por se tratar de uma bacia experimental de estudos hidrológicos e de qualidade de rios e represas.

FIGURA 4.1 – Localização da área de estudo

Fonte: Modificado de SANTOS (1993).

4.2 – Entrada de dados

O presente estudo de caso foi realizado a partir do levantamento da base cartográfica da referida área de estudo, visando ao conhecimento das possíveis variáveis sócio-ambientais que interferem na análise da cobrança pelo uso da água:

- mapas planialtimétricos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) representados pelas quadrículas São Carlos, Itirapina, Corumbataí e Rio Claro na escala 1:50.000 – adaptadas para determinar a topografia, hidrografia e infra-estrutura da região.

- mapa pedológico do Instituto Agronômico de Campinas (IAC) intitulado Levantamento Semi-Detalhado do Estado de São Paulo, quadrícula utilizada - São Carlos, escala 1:100.000, de 1981.

- Folha geológica de São Carlos do Instituto Geográfico e Geológico do Estado de São Paulo, em escala 1:100.000.

- Imagem de satélite Landsat 5, sensor TM *(Tematic Mapper)*, base 220, ponto 75, bandas 3, 4 e 5, de 16/05/96, geradas pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), em formato digital; as informações da base cartográfica (Fig.4.2) foram digitalizadas por meio do *software* Tosca 2.12 e mesa digitalizadora *Summagraphics* IV, tamanho A4. Os arquivos resultantes da digitalização foram editados no *software* de entrada e transferidos para o Sistema de Informações Geográficas, cujo componente *software* utilizado foi o **IDRISI** versão *for Windows* 2.0.

A figura 4.2 apresenta, de forma esquemática, a entrada dos dados no processo de análise e constituição dos cenários de estudo.

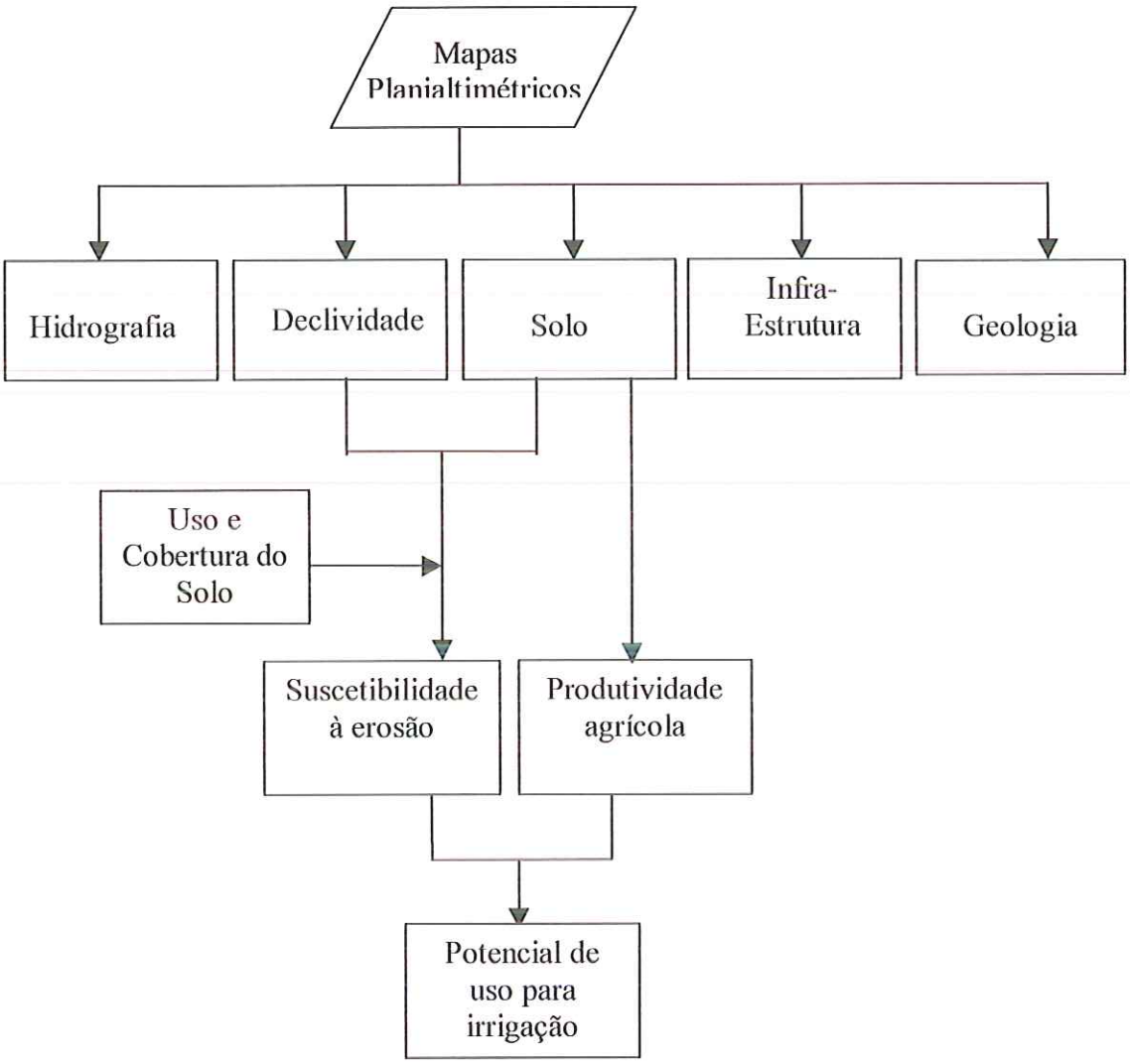


FIGURA 4.2 - Representação esquemática da entrada de dados.

4.2.1 - Declividade

A declividade do terreno foi obtida através de mapas topográficos rasterizados no módulo *reformat* do IDRISI expressos em porcentagem. As informações dos tipos de solos foram sobrepostas à declividade demonstrando a relação espacial entre classe de solo e declividade, obtendo o nível de suscetibilidade à erosão.

4.2.2 – Uso e cobertura do solo

O mapa de uso e cobertura do solo foi gerado a partir de interpretação automática supervisionada de uma imagem de satélite landsat/TM, em formato digital, a qual foi georeferenciada com base no módulo *data entry/corresponde file,* contendo as coordenadas de dez pontos conhecidos na imagem e no mapa planialtimétrico. Em seguida foi definida uma composição colorida que melhor representasse os alvos. No passo seguinte foi feita uma classificação supervisionada determinando as classes de uso de interesse para o estudo e amostragem dos diferentes usos definindo as assinaturas espectrais dos alvos. Após a determinação dos diferentes usos foram comparadas as respostas espectrais de cada alvo com as informações de campo, conhecido também como verdade terrestre.

4.2.3 - Suscetibilidade à erosão

O grau de suscetibilidade à erosão está diretamente relacionado com a declividade de terreno e a erodibilidade do solo com relação as suas propriedades físicas tais como textura e estrutura. Assim, a metodologia aplicada na elaboração do mapa de suscetibilidade à erosão foi definida conforme RANIERE (1996).

4.2.4 - Cenários de potencial agrícola

O mapa de potencial agrícola foi definido a partir da sobreposição dos planos de informações de declividade, pedologia e produtividade

agrícola. Esse último plano foi obtido a partir do mapa de pedologia assumindo alguns parâmetros de restrição: produtividade das terras, capacidade de drenagem, retenção hídrica do solo e disponibilidade de água; suscetibilidade à erosão e preservação dos ecossistemas naturais (Tabelas 4.1 e 4.2).

TABELA 4.1 – Avaliação da produtividade dos solos

Fertilidade do solo	Saturação de bases, capacidade catiônica e teor de matéria orgânica
Drenagem interna	Textura e profundidade do solo associado à condições topográficas
Capacidade de retenção hídrica e disponibilidade de água	Dependem da textura e teor de argila distribuído ao longo do perfil do solo, associado a cada tipo de cultura

Fonte: PAVESI (1998)

TABELA 4.2 - Classificação de solos segundo sua produtividade

Classe de solos	**Produtividade**
Areia Quartzosa	Baixa
Latossolo vermelho – amarelo	Média
Latossolo vermelho – escuro	Média
Latossolo roxo	Alta
Solos litólicos	Alta
Podzólico vermelho amarelo	Baixa
Solos hidromórficos	Baixa

Fonte: PAVESI (1998)

4.3 – A água enquanto insumo no processo produtivo

4.3.1 – Irrigação

A avaliação da demanda hídrica para irrigação foi levantada após definição do cenário de potencial agrícola irrigado e escolha de quatro culturas

representativas para a região. Em seguida foi estimado a produção de cada cultura nas respectivas áreas potenciais, os custos e a renda bruta obtida. O conjunto de parâmetros físicos, econômicos e ambientais possibilitam o entendimento das diretrizes a serem seguidas pela cobrança pelo uso da água (Fig. 4.3).

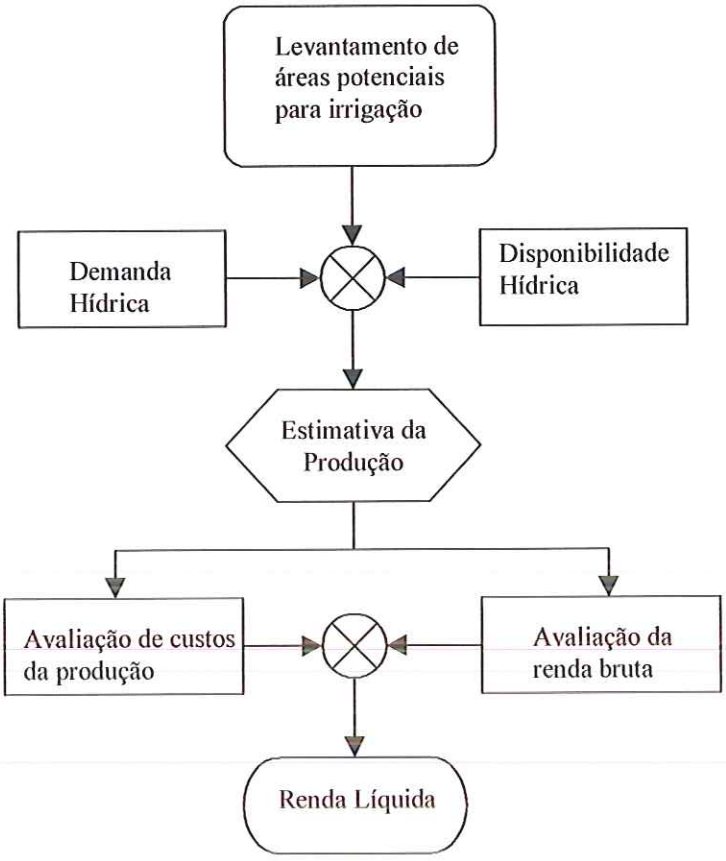


FIGURA 4.3 – A água no setor de irrigação

4.3.2 - Geração de energia

Os dados referentes à demanda hídrica do setor de geração de energia foram obtidos por meio de contato com técnicos do escritório da CESP em Mococa, responsável pela administração do reservatório da Usina do Lobo. Essas informações dizem respeito principalmente aos dados de vazão regularizada, produção de energia e volume do reservatório.

O custo médio para produção de energia e de venda foram obtidos a partir do Manual da ELETROBRÁS (1986). Com base nos custos

levantados na produção de energia foram avaliados os benefícios obtidos pelo uso da água no setor de energia (Fig. 4.4).

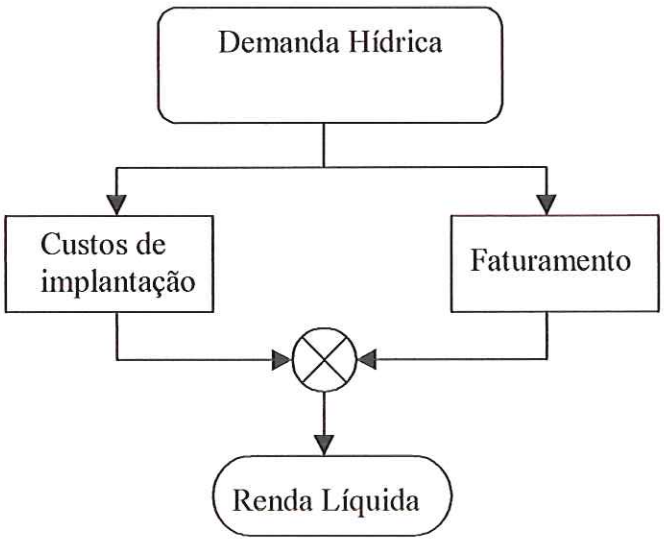


FIGURA 4.4 – Avaliação do incremento da água no setor hidrelétrico

4.4 – Capacidade de pagamento e custo de oportunidade dos usos da água

Após levantamento da renda líquida dos setores de irrigação e geração de energia foi avaliado a capacidade de pagamento, arrecadação potencial e o impacto da cobrança de um valor fictício sobre a renda líquida dos usuários, e o custo de oportunidade ocasionado pelo uso da água na agricultura, categoria irrigado e não irrigado. Em seguida foi avaliado o custo de oportunidade entre os usos de água na irrigação e geração de energia.

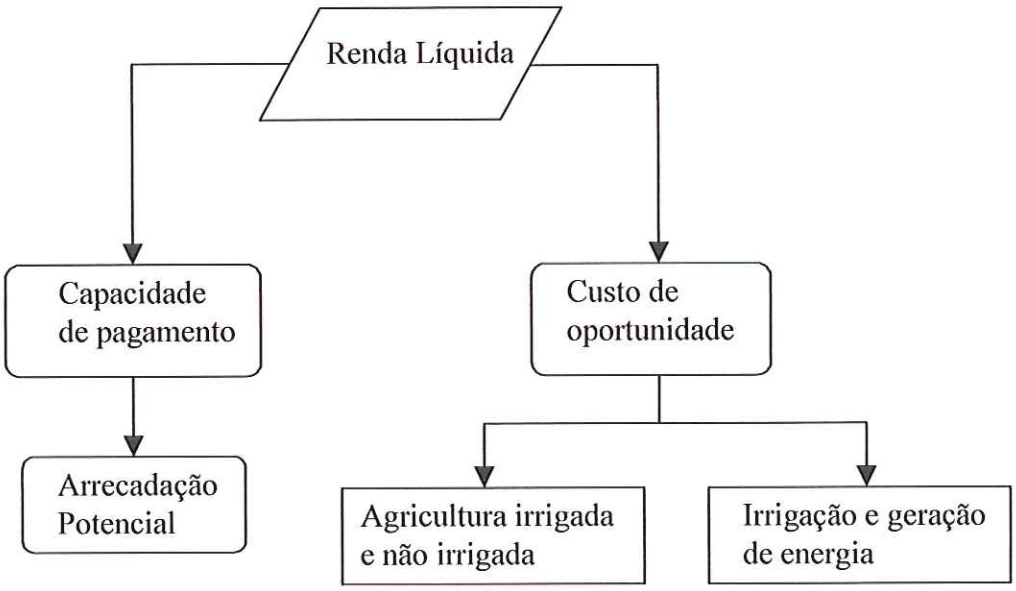


FIGURA 4.5 – Avaliação da capacidade de pagamento e custo de oportunidade do uso da água

4.5 – Conflito de uso dos recursos hídricos

Diante da necessidade de atender os usos múltiplos da água foram elaborados três cenários de demanda hídrica para os setores de irrigação e geração de energia. A finalidade é observar o comportamento da cobrança como instrumento de gestão ambiental em situações de demanda alta, média e baixa, ou seja, aplicar o instrumento da cobrança na alocação dos recursos hídricos e na gestão da bacia hidrográfica e suas interfaces.

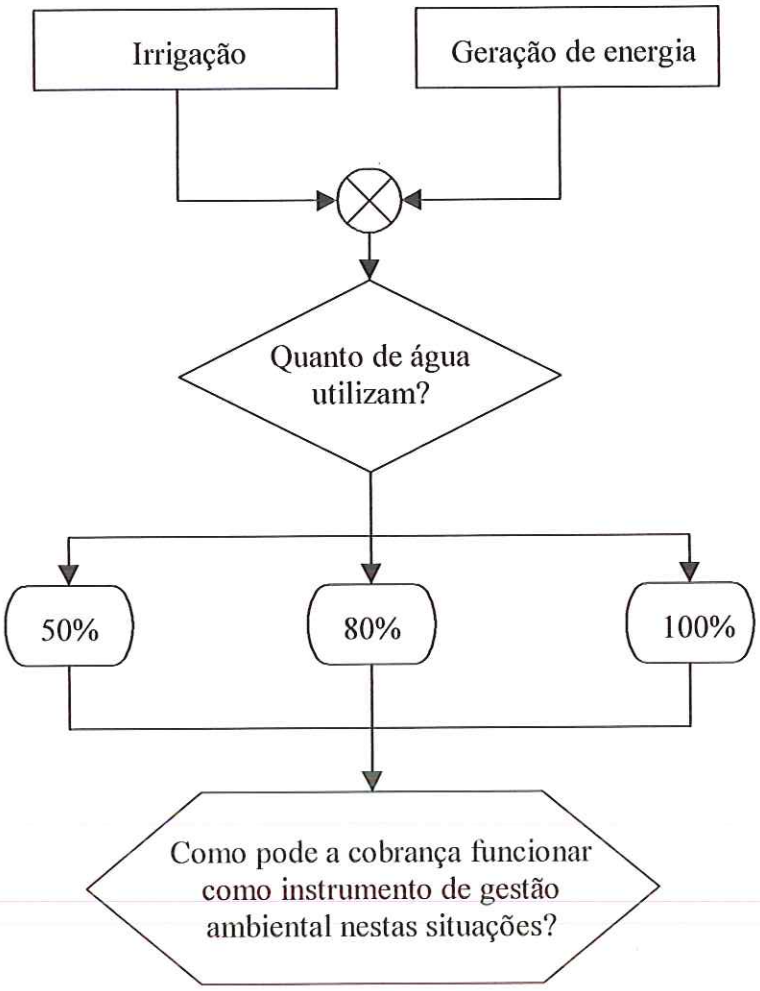


FIGURA 4.6 – Conflitos de usos da água

4.6 – Avaliação da demanda *versus* disponibilidade hídrica

Um vez definido o cenário de demanda hídrica entre os usuários da irrigação e geração de energia foi realizado um balanço hídrico simplificado, considerando duas culturas que melhor desempenho apresentaram em termos econômicos e de otimização do recurso hídrico. A demanda hídrica de cada cultura selecionada foi somada à demanda do setor hidrelétrico e avaliado a situação que menor conflito ocasiona, promovendo o uso eficiente da água não apenas do ponto de vista econômico mas, sobretudo, do ponto de vista ambiental e social.

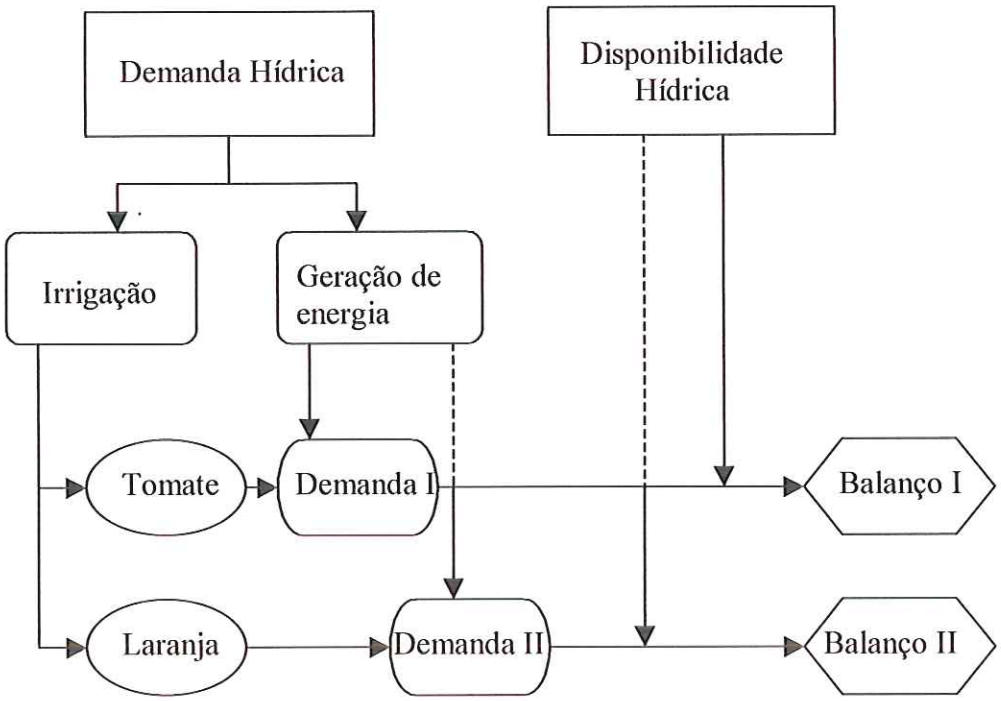


FIGURA 4.7 – Balanço entre demanda e disponibilidade hídricas

5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os sinais de esgotamento dos recursos naturais diante dos atuais modelos de desenvolvimento podem ser detectados nas desigualdades sociais, na escassez de recursos naturais e na degradação dos ecossistemas.

Para implementar modelos de desenvolvimento que visem combinar níveis de produtividade e qualidade com diversificação e sustentabilidade, através de um processo distributivo capaz de diminuir as desigualdades sociais, é necessário que sua base temática seja fundamentada no conhecimento das potencialidades e limitações de uma região, na produtividade, qualidade, diversificação, sustentabilidade e no uso de tecnologia.

Nesse sentido, o presente estudo de caso, analisou a viabilidade da cobrança como instrumento de gestão ambiental utilizando, dentre outras informações, dados de custo médio e renda líquida do setor agrícola, neste caso irrigação, e do setor de geração de energia elétrica, estabelecendo uma relação entre a demanda e disponibilidade hídrica e o custo de oportunidade.

Outra hipótese verificada foi o estabelecimento de conflito pelo uso da água entre o usuário da irrigação e o da geração de energia elétrica. A análise tratou de duas classes de usuários, sendo a primeira de uso consuntivo, consome cerca 70% da água captada, e a segunda de uso não consuntivo, que, a *priori,* não consome água mas necessita de um volume armazenado considerável.

5.1 - Caracterização da área de estudo

Esse trabalho iniciou-se pela caracterização do meio físico, realizando levantamento da base cartográfica dos principais mapas temáticos da região de estudo. A realização desta caracterização teve como objetivo a simulação

de cenários de uso da água para áreas de potencial agrícola irrigado e geração de energia, observando a capacidade de pagamento, custo de oportunidade e os conflitos entre demanda e disponibilidade hídrica das bacias dos ribeirões do Lobo e do Feijão.

A Figura 5.1 apresenta a rede hidrográfica da bacias em estudo juntamente com a infra-estrutura viária, rodovia e ferrovia e rede elétrica. A rede hidrográfica é bem distribuída tomando a forma de leque com uma densidade de drenagem de aproximadamente 0,75 km de cursos d'água por km^2 (VILELA, 1975).

MAPA HIDROGRÁFICO

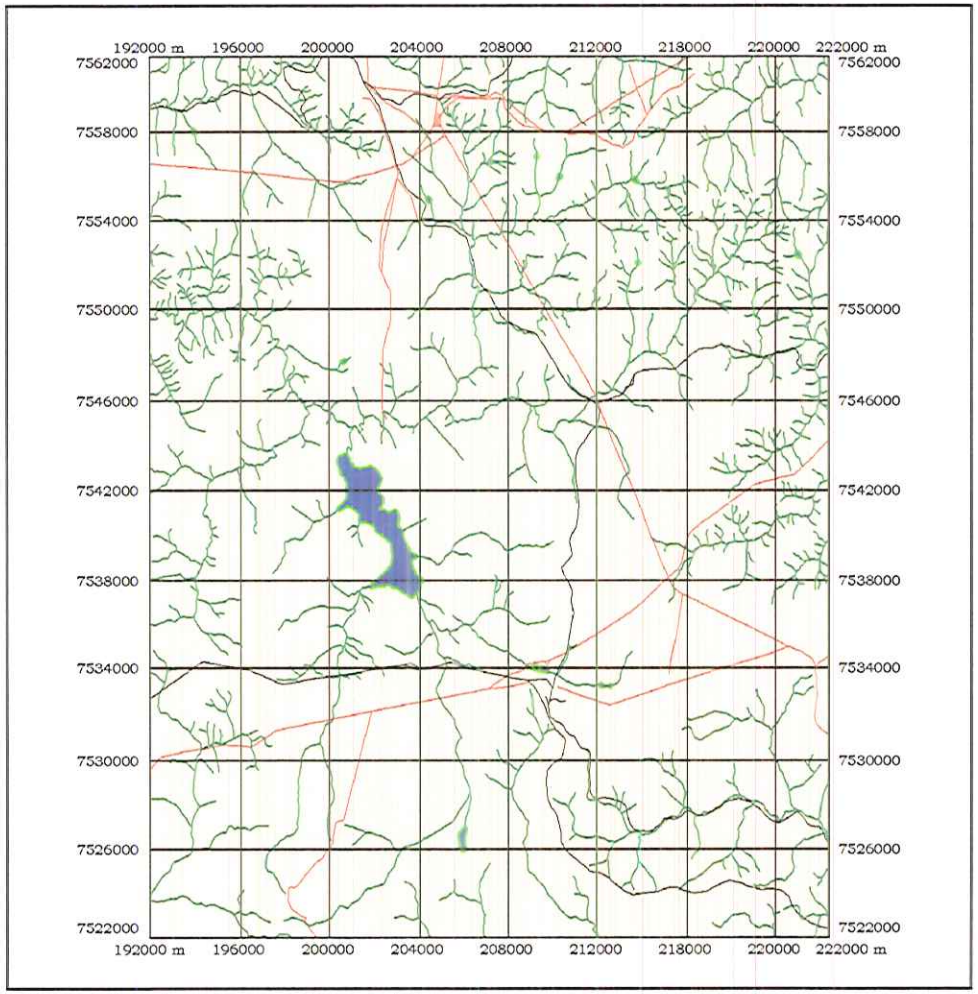


FIGURA 5.1 - Mapa Hidrográfico

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS - EESC
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E SANEAMENTO - SHS
CENTRO DE RECURSOS HÍDRICOS E ECOLOGIA APLICADA - CRHEA

LEGENDA

- MATA CILIAR
- CURSOS D´ÁGUA
- RODOVIA
- FERRROVIA

N
O
L
S

4 0 4 8 12 16 KM

ESCALA 1:200.000

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
Datum Horizontal: Córrego Alegre

5.1.1 - Declividade

O mapa de declividade foi elaborado a partir das cartas topográficas Itirapina, São Carlos, Corumbataí e Rio Claro, escala 1:50.000, digitalizadas no Tosca 2.12 e transferida para o ambiente *Idrisi* em formato *raster*. Para gerar as classes de declividade utilizou-se o modelo digital de elevação através do módulo *intercon*, filtro 3x3 e *surface/slope* (Fig.5.2). As classes de declividade foram definidas com base no trabalho de RANIERE (1996) e estão apresentadas na tabela 5.1. As informações de relevo de uma região condicionam e influenciam demais fatores ambientais que por sua vez podem comprometer a quantidade e qualidade dos recursos hídricos.

A partir da digitalização do mapa planialtimétrico foi possível visualizar a morfologia da bacia estabelecendo uma relação entre a densidade hidrográfica, os tipos de solo e seu uso e cobertura.

MAPA DE DECLIVIDADE

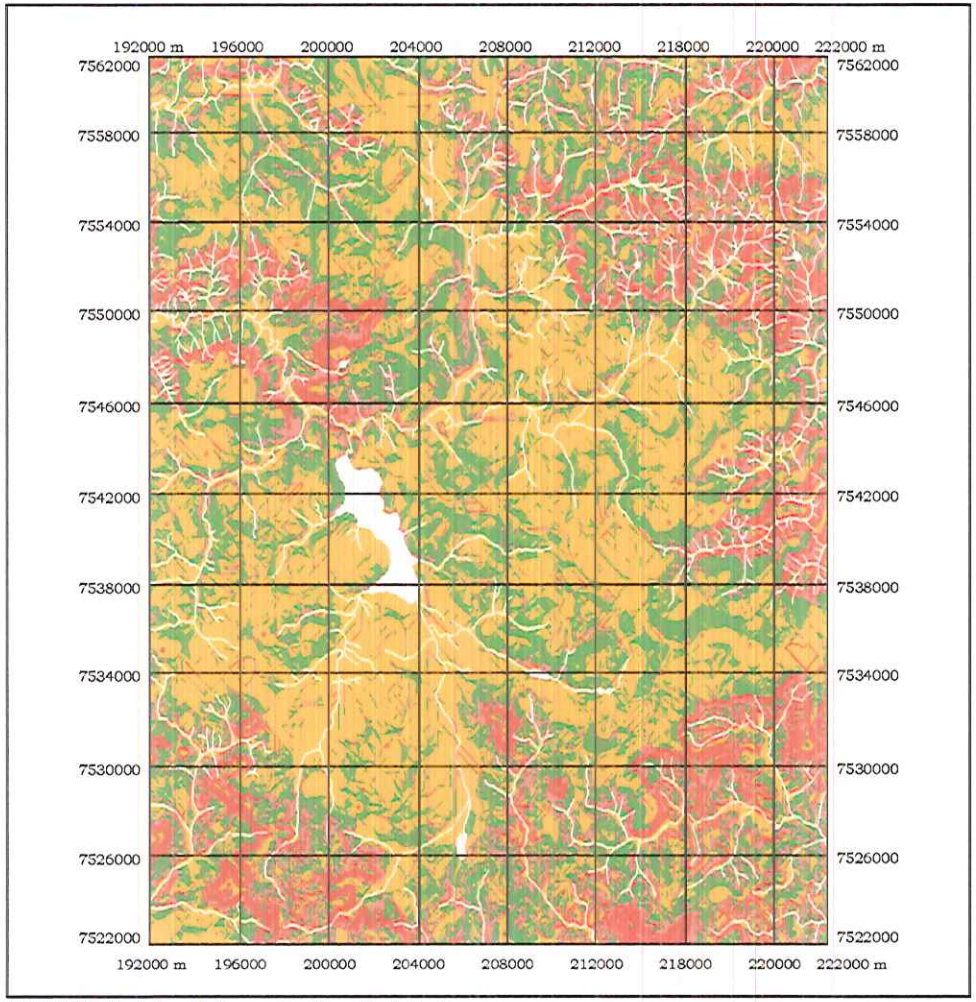


FIGURA 5.2 - Mapa de Declividade

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS - EESC
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E SANEAMENTO - SHS
CENTRO DE RECURSOS HÍDRICOS E ECOLOGIA APLICADA - CRHEA

LEGENDA

- 0 - 5 %
- 5 - 10 %
- 10 - 20 %
- > 20 %
- RESERVATÓRIO E CURSOS D´ÁGUA

N
O
L
S

4 0 4 8 12 16 KM

ESCALA 1:200.000

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
Datum Horizontal: Córrego Alegre

TABELA 5.1: Classes de declividade

Classes	Área (ha)	Porcentagem (%)
0 – 5%	50.349	47
5 – 10%	28.156	26
10 – 20%	17.922	17
> 20%	10.917	10
Total	107.344	100

O relevo da região é do tipo suave a ondulado, apresentando forma de leque aluvial caraterizado por depósito fluvial oriundo de um ápice localizado na base da área mais elevada (Serra do Itaqueri e Corumbataí).

A bacia dos ribeirões do Lobo e do Feijão ocupa área de 528 km², com 47% de sua declividade entre 0 e 5% e apenas 10% da área com declividade superior a 20%. A classe de declividade entre 5 e 10% representa uma área de 26%, enquanto que a classe compreendida entre 10 e 20% de inclinação responde por 17% do total da área da bacia.

5.1.2 - Solos

Os solos da região apresentam uma diversidade de classes, onde predomina os solos do tipo: Latossolo Vermelho Amarelo (LVA), ocupando 35% da área e Areia Quartzosa com 33% (Tabela 5.2). Os solos do tipo (LVA) são de coloração vermelhada, alaranjada ou amarela, são muito profundos (mais de dois metros de profundidade), friáveis, bastante porosos, textura variável, com argilas de baixa capacidade de troca de cátions e intensamente intemperizados (Fig. 5.3). Apesar de apresentar baixa quantidade de nutrientes esses solos podem ser intensamente usados para a agricultura desde que se empreguem quantidades adequadas de corretivos e fertilizantes minerais. Esse cultivo intenso é possível graças às suas boas propriedades físicas, favorecidas pelos declives suaves, tornando-os favoráveis à mecanização.

Os solos chamados de areia quartzosa são solos pouco profundos com horizonte A diretamente assentado sobre horizonte C ou rocha

consolidada. Essa característica deve-se ao fato de tratar de um solo jovem, ainda em fase inicial de formação, oriundos de materiais recentemente depositados.

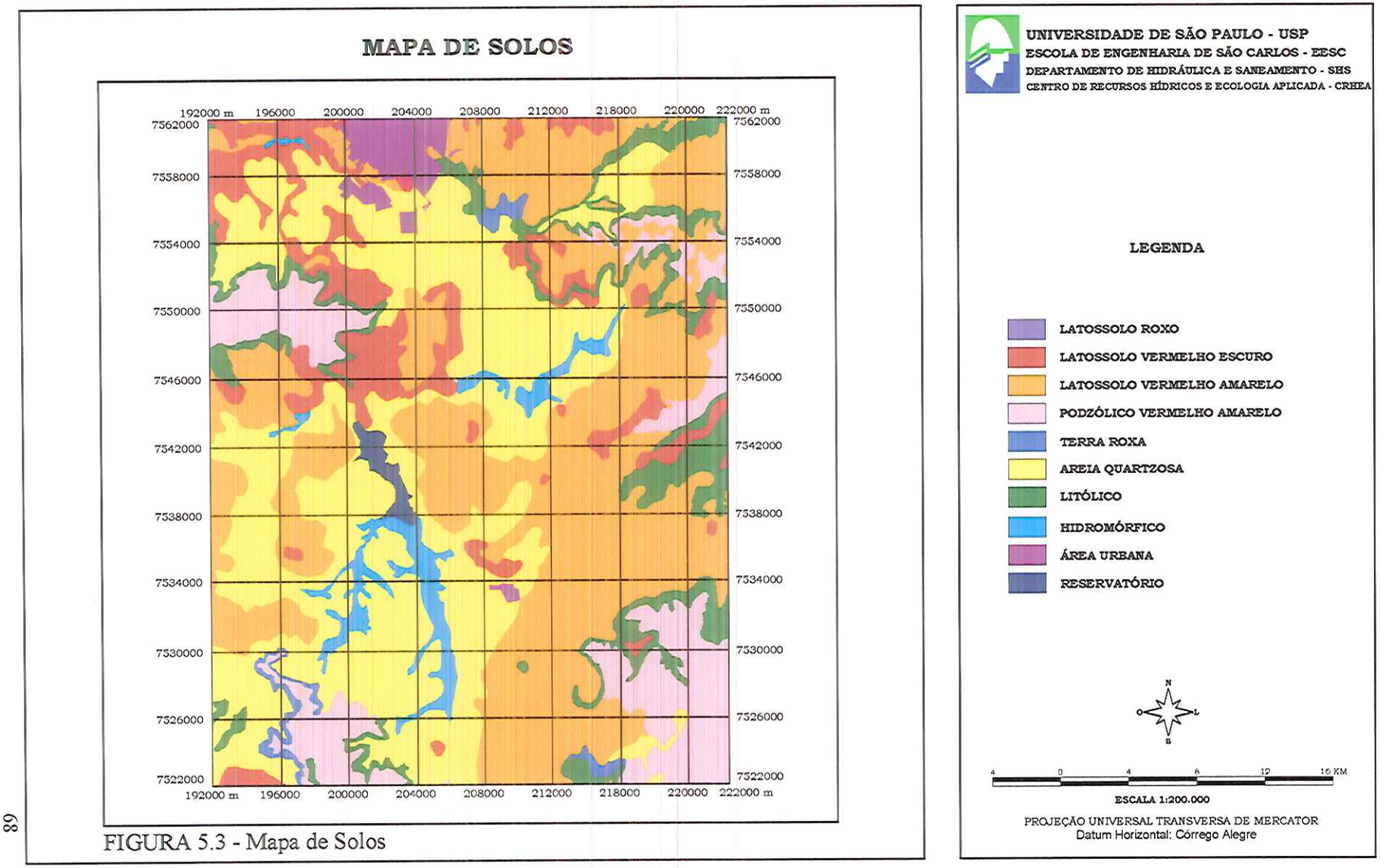


FIGURA 5.3 - Mapa de Solos

TABELA 5.2: Classes de solos

Classes	Área (ha)	Porcentagem (%)
Latossolo Roxo	7.630	7
Latossolo Vermelho Escuro	1.797	2
Latossolo Vermelho Amarelo	37.219	35
Podzólico Vermelho Amarelo	11.534	11
Terra Roxa	1.100	1
Areia Quartzosa	35.002	33
Litólicos	8.467	8
Hidromórfico	3.262	3
Total	106.011	100

5.1.3 - Geologia

As informações geológicas possibilitaram o conhecimento das relações rio-aqüífero quanto aos aspectos de qualidade e quantidade de água em função do suporte de abastecimento das águas superficiais pelos lençóis freáticos, formando reservatórios de água subterrânea. Esses reservatórios são formados a partir da infiltração da água da chuva pelas fraturas da rochas que, por diferença de pressão, ficam comprimidas no subsolo movimentando horizontalmente.

O conhecimento da geologia da área torna-se necessário no momento em que a cobrança influencia ou não a ocupação de determinada atividade em locais onde as condições ambientais são desfavoráveis, ou altamente impactantes como a contaminação da água subterrânea por agrotóxicos, esgotos sanitários, lixo, etc. Os municípios de Itirapina e São Carlos encontram-se na região denominada aqüífero Guarani (Botucatu), ocupando 61,5 % da área total (Tabela 5.3), sendo caracterizado por um ambiente de recarga e considerado um dos maiores reservatórios de água subterrânea do Brasil (Fig. 5.4).

Dessa forma, é fundamental o conhecimento do comportamento das águas subterrâneas no momento de decidir sobre o incentivo ou não da ocupação

de determinada área em função de suas características físicas no processo de alocação dos recursos naturais.

MAPA DE GEOLOGIA

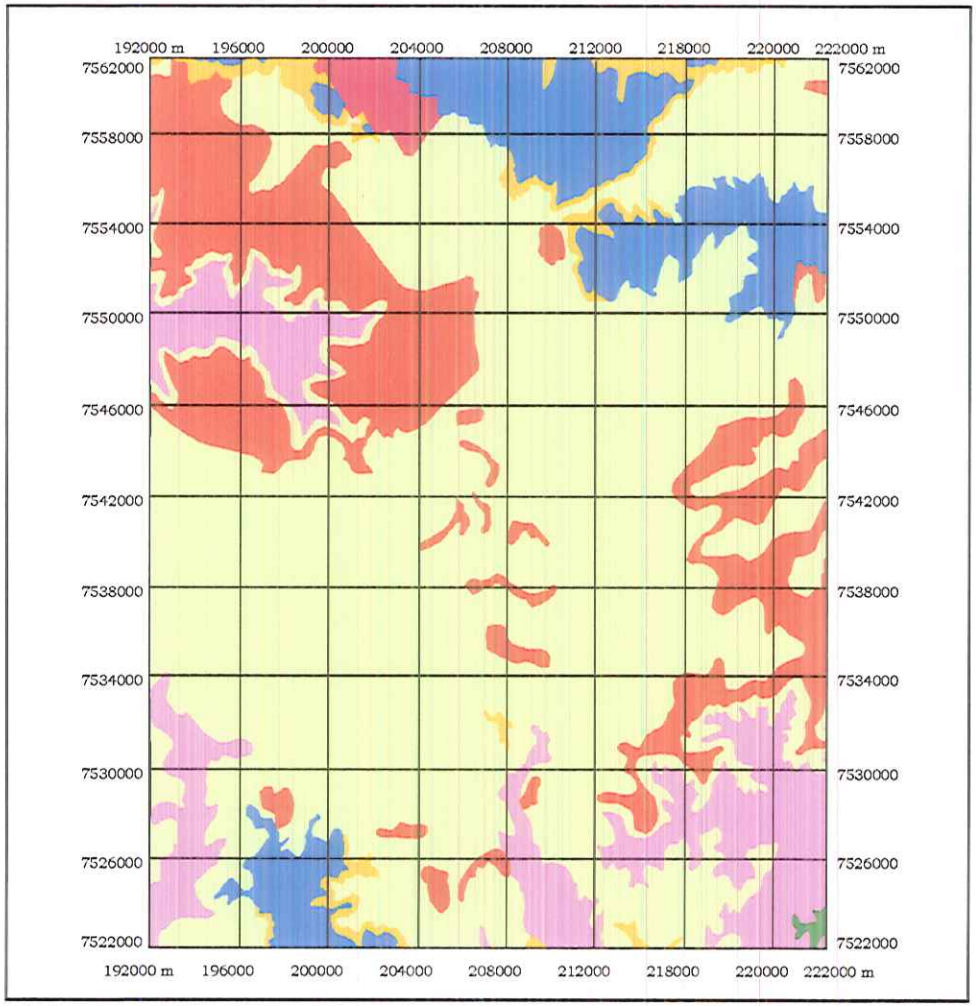


FIGURA 5.4 - Mapa de Geologia

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS - EESC
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E SANEAMENTO - SHS
CENTRO DE RECURSOS HÍDRICOS E ECOLOGIA APLICADA - CRHEA

LEGENDA

- FORMAÇÃO MARÍLIA
- MAGMATITO BÁSICOS
- FORMAÇÃO SERRA GERAL
- FORMAÇÃO BOTUCATU
- FORMAÇÃO PIRAMBÓIA
- FORMAÇÃO CORUMBATAÍ

N
O
L
S

4 0 4 8 12 16 KM

ESCALA 1:200.000

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
Datum Horizontal: Córrego Alegre

TABELA 5.3: Classes de geologia

Classes	Área (ha)	Porcentagem (%)
Formação Marília	9.625	9
Magmatitos Básicos	17.135	16
Formação Serra Geral	2.588	2,4
Formação Botucatu (Aqüífero Guarani)	66.478	61,5
Formação Pirambóia	10.706	9,9
Formação Corumbataí	128	0,2
Área urbana	1.145	1,0

5.1.4 - Uso e cobertura do solo

O uso e cobertura do solo da bacia dos ribeirões do Lobo e do Feijão é caracterizado basicamente pela presença de pastagem, fragmentos de cerrado, reflorestamento e uso de solo urbano (Fig. 5.5). O uso do solo predominante nesta região é de atividade agrícola correspondendo a 69,6% da área enquanto que, 16,7% é representado por vegetação nativa, ou fragmentos de cerrados. A classe de solo exposto representa 9% da área, seguida de 3% dos solos hidromórficos, ou áreas alagadas, e 2% da área ocupada por área urbana (Tabela 5.4).

MAPA DE USO E COBERTURA DO SOLO

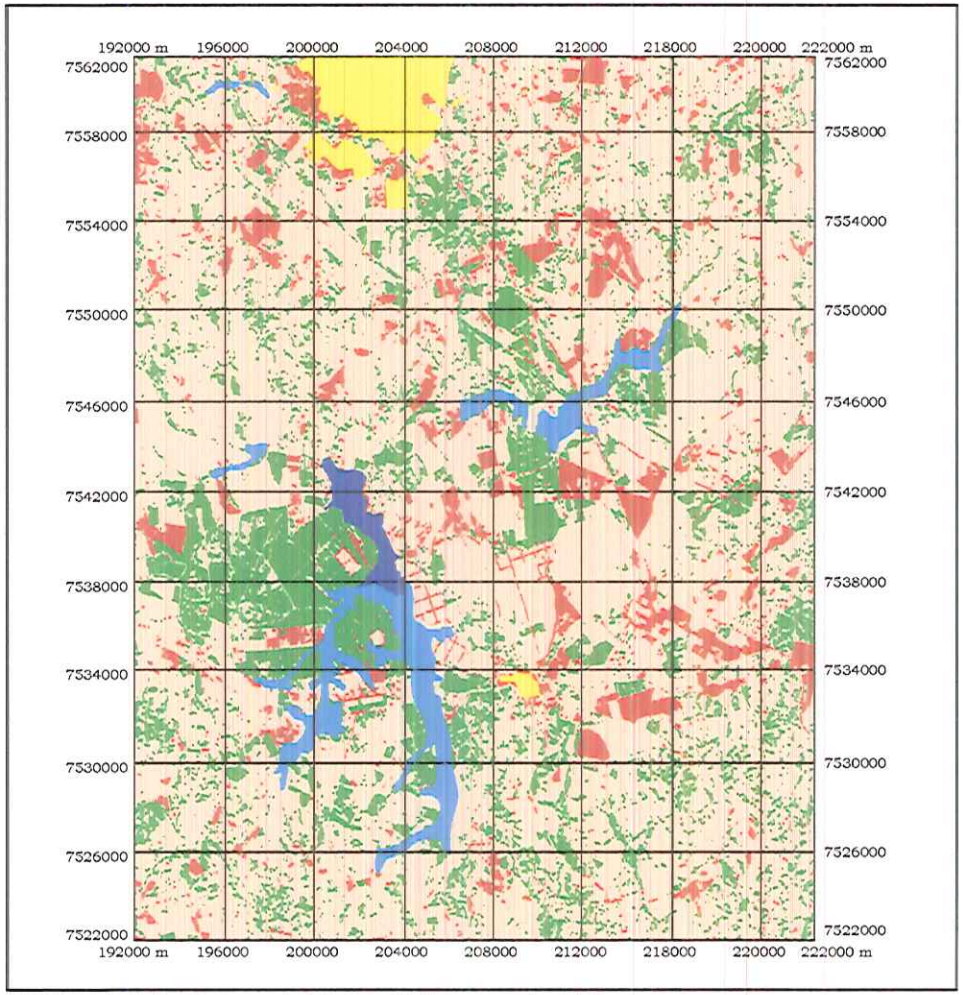


FIGURA 5.5 - Mapa de Uso e Cobertura do Solo

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS - EESC
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E SANEAMENTO - SHS
CENTRO DE RECURSOS HÍDRICOS E ECOLOGIA APLICADA - CRHEA

LEGENDA

- VEGETAÇÃO NATIVA
- CULTURA
- SOLO EXPOSTO
- ÁREA URBANA
- ÁREA ALAGÁVEL
- RESERVATÓRIO

N
O
L
S

4 0 4 8 12 16 KM

ESCALA 1:200.000

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
Datum Horizontal: Córrego Alegre

TABELA 5.4: Classes de uso e cobertura do solo

Classes	Área (ha)	Porcentagem (%)
Vegetação nativa	18.062	16,7
Cultura	75.214	69,6
Solo exposto	8.344	7,7
Área urbana	2.392	2,2
Solo hidromórfico	3.333	3,1
Represa	652	0,6
Total	107.996	100

A qualidade dos recursos hídricos da região reflete de forma direta ou indiretamente os diferentes tipos de uso e cobertura do solo. Assim, o monitoramento da qualidade e quantidade dos recursos hídricos constitui um instrumento que possibilita associar o acervo de informações da bacia hidrográfica aos indicadores de intervenção no processo de gestão ambiental. Entretanto, esse instrumento exige um processo constante de alimentação de informações acerca da demanda e disponibilidade hídrica.

5.2 - Áreas potenciais e restritivas

O conhecimento do potencial de uso dos recursos naturais, bem como de sua fragilidade, possibilita alocá-los racionalmente reduzindo os impactos tão arduamente suportados pelo ambiente e sociedade em geral. Diante disso, foi avaliado as potencialidades da área de estudo identificando possíveis usos sustentáveis dos recursos naturais.

5.2.1 - Suscetibilidade à erosão

O mapeamento das áreas suscetíveis à erosão pode motivar a adoção de ações preventivas de contenção da erosão, evitando que impactos negativos ocorram no reservatório, diminuindo o tempo de vida útil por meio do assoreamento e, consequentemente, de perdas econômicas na produção de energia.

Para o setor agrícola o processo erosivo representa perdas econômicas por meio do carreamento da camada produtiva do solo composta por nutrientes, sementes, defensivos e outros, refletindo diretamente sobre a renda do produtor.

A qualidade e quantidade dos corpos de água de uma bacia hidrográfica estará diretamente relacionada com o uso e cobertura do solo desenvolvido, podendo ser feito uma avaliação da perda de produtividade/ desempenho de uma atividade em relação a qualidade ambiental. Nesse sentido, verifica-se a importância de um plano de gerenciamento de uso dos recursos naturais como forma de prevenir os impactos negativos sobre os recursos hídricos, evitando futuros conflitos.

Esses planos não podem ser estáticos, pois necessitam ser envolvidos num processo contínuo de retroalimentação juntamente com o envolvimento direto dos atores sociais de todos os seguimentos da sociedade.

O mapa de suscetibilidade a erosão foi elaborado a partir do mapa de declividade, objetivando o conhecimento de áreas restritivas com relação ao potencial de desagregação do solo, inclinação do terreno e uso do solo.

A sobreposição do mapa de suscetibilidade à erosão com o mapa de uso e cobertura poderá informar o uso do solo na bacia hidrográfica indicando, numa análise preliminar, a classe de usuário dos recursos hídricos que mantém, direta ou indiretamente, uma relação com os aspectos quanti-qualitativos da água. Uma vez identificados os tipos de usos, poderá ser avaliado como a cobrança pelo uso da água iria atuar sobre as atividades implementadas, induzindo de certa forma a mudança de comportamento com relação ao uso dos recursos naturais. Esta indução poderá abordar além do setor agrícola o setor agropecuário que não desenvolvem práticas de manejo da pastagem e que ao mesmo tempo contribuem para o processo de compactação da camada superficial do solo e conseqüente escoamento superficial da chuva e a poluição dos cursos d'água.

Nesse processo de análise é possível verificar quais as atividades de uso do solo, numa visão global, estão contribuindo para o comprometimento da qualidade ambiental pretendida pela sociedade em geral.

A Figura 5.6 apresenta a vulnerabilidade do uso do solo em relação às características do ambiente, representando os riscos de assoreamento dos corpos d'água. A bacia do ribeirão do Lobo e do Feijão apresenta 43% de sua área na classe de baixa suscetibilidade à erosão, resultado das características do relevo. A classe de alta suscetibilidade relacionada com área de encostas, representa 27% da área, seguida por 26% da classe de suscetibilidade média, em função do relevo suave e solo resistentes ao intemperismo físico-químico (Tabela 5.5).

MAPA DE SUSCETIBILIDADE À EROSÃO

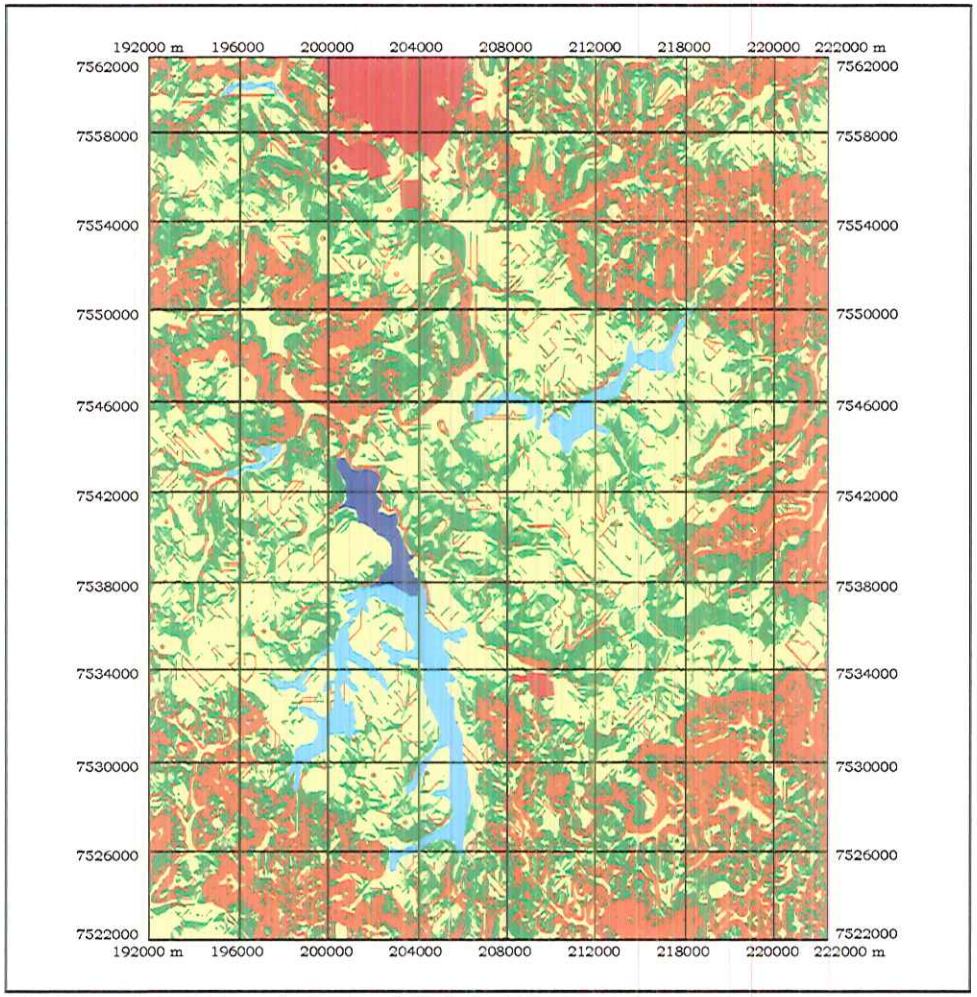


FIGURA 5.6 - Mapa de Suscetibilidade à Erosão

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS - EESC
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E SANEAMENTO - SHS
CENTRO DE RECURSOS HÍDRICOS E ECOLOGIA APLICADA - CREEA

LEGENDA

- **BAIXA SUSCETIBILIDADE**
- **MÉDIA SUSCETIBILIDADE**
- **ALTA SUSCETIBILIDADE**
- **ÁREA ALAGÁVEL**
- **RESERVATÓRIO**
- **ÁREA URBANA**

N
O
L
S

4 0 4 8 12 16 KM

ESCALA 1:200.000

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRASVERSA DE MERCATOR
Datum Horizontal: Córrego Alegre

LL

TABELA 5.5: Classes de suscetibilidade à erosão do solo

Classes	Área (ha)	Porcentagem (%)
Baixa	46.514	43,9
Média	27.720	26,1
Alta	28.619	27
Solos hidromórficos	3.262	3
Total	106.115	100

5.2.2 - Produtividade das terras

Os critérios para a classificação das terras, segundo PAVESI (1998), definidos com base na capacidade de uso, "devem considerar a preservação dos ecossistemas naturais, indispensáveis para garantir a diversidade e regeneração dos recursos naturais".

Para tanto, é indispensável a elaboração de cenários de potencial agrícola observando alguns parâmetros de restrições tais como: produtividade das terras, capacidade de drenagem do solo, retenção hídrica e disponibilidade de água; susceptibilidade à erosão e preservação dos ecossistemas naturais.

Com base nos critérios de produtividade agrícola, citados anteriormente, o mapa de solo foi reclassificado utilizando o módulo *reclass* e dividido em imagens binárias as quais foram sobrepostas ao mapa de declividade. Em seguida foram aglutinadas por meio do módulo *overlay* de soma, integrando-as de forma a constituir o mapa de potencial agrícola (Fig. 5.7).

MAPA DE PRODUTIVIDADE

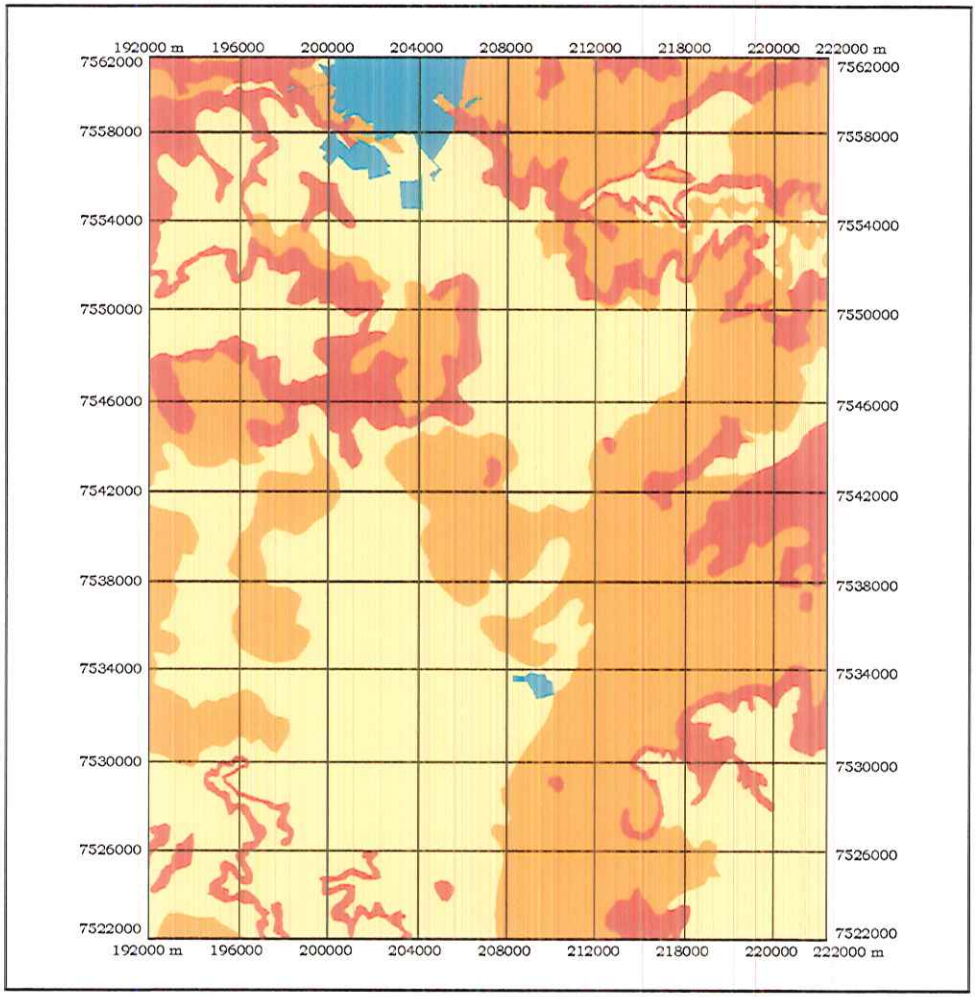


FIGURA 5.7 - Mapa de Produtividade

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS - EESC
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E SANEAMENTO - SHS
CENTRO DE RECURSOS HÍDRICOS E ECOLOGIA APLICADA - CRHEA

LEGENDA

- **ALTA PRODUTIVIDADE**
- **MÉDIA PRODUTIVIDADE**
- **BAIXA PRODUTIVIDADE**
- **ÁREA URBANA**

N
O
L
S

4 0 4 8 12 16 KM

ESCALA 1:200.000

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
Datum Horizontal: Córrego Alegre

O resultado do cruzamento dos *layers* foi reclassificado em três classes de potencial agrícola: alto, médio e baixo. A Tabela 5.6 mostra que 48% da área apresenta baixa produtividade, sendo caracterizada pelos solos podzólicos, hidromórficos e areias quartzosas, que consequentemente apresentam impedimentos ou inconvenientes naturais de uso para atividades agrícolas irrigadas, notadamente quando comparados aos demais tipos de solo. Apenas 16% da área apresenta alto potencial para uso agrícola resultado da presença de latossolo roxo e solos litólicos. A área de produtividade média representa 36% da área total estando relacionada aos latossolos vermelho escuro e vermelho amarelo.

TABELA 5.6: Classes de produtividade

Produtividade	Área (ha)	Porcentagem (%)
Alta	17.300	16
Média	39.016	36
Baixa	51.682	48
Total	107.998	100

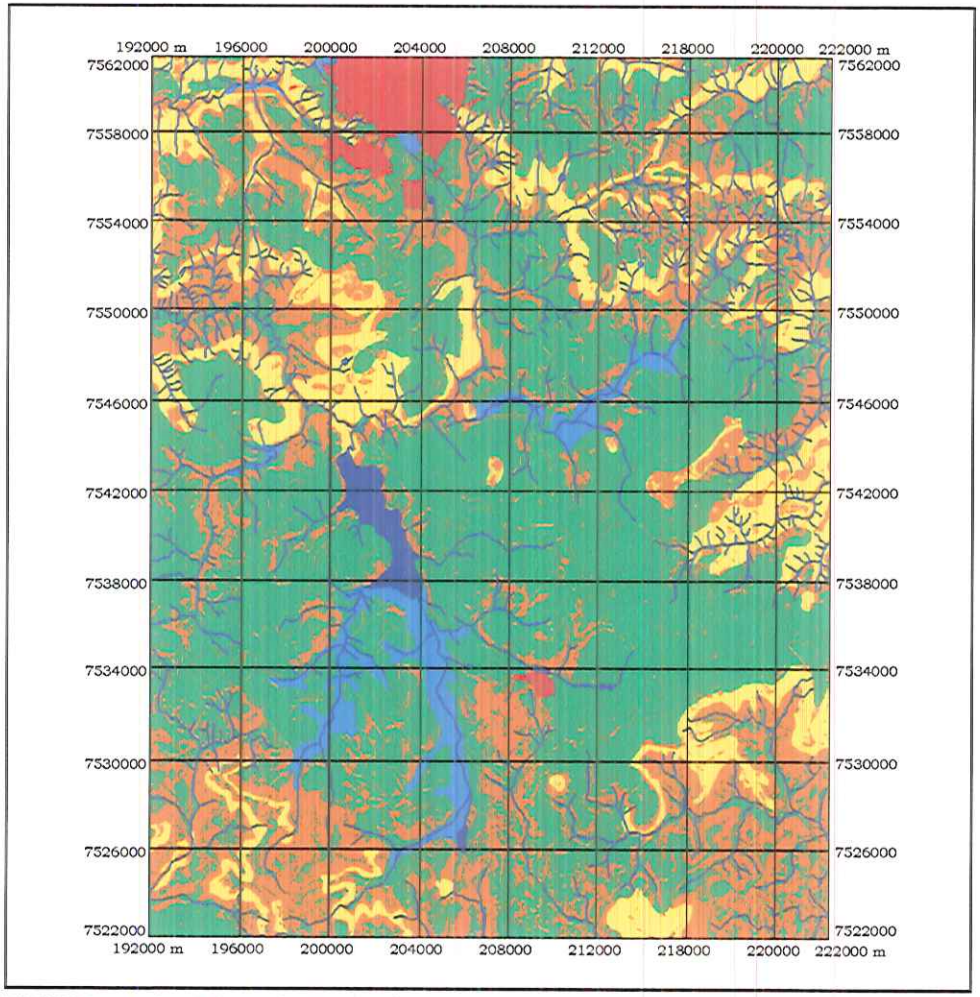
5.2.3 - Potencial agrícola irrigado

A classe definida como alto potencial refere-se ao solo do tipo latossolo roxo e litólico sobre uma superfície de declividade que varia entre 5 e 10%, ocupando uma área de 31.323 ha. Esta área está localizada no vale da bacia hidrográfica em estudo. Além disso, foi excluído deste cenário de potencial agrícola as áreas de proteção dos mananciais e encostas, definidas na Lei nº 4771/65 que instituiu o Código Florestal (Fig.5.8)

A área de médio potencial encontra-se sobre solos do tipo latossolo vermelho amarelo e latossolo vermelho escuro em áreas com declividade entre 10 e 20%, ocupando uma área de 51.676 ha. Em áreas com declividade acima de 10% dificultam a mecanização exigindo plantio em curvas de nível. Já a área de baixo potencial esta relacionada a declividade superior a 20%, em solos podzólicos vermelho amarelo (PVA), hidromórficos e areia quartzosa com uma área de 12.454

ha, ou seja 13% da área total. O Código Florestal estabelece que estas áreas devem ser resguardadas de uso dada sua exposição a processo de intemperismo físico e químico, o que aumenta sua vulnerabilidade natural. Essas áreas são denominadas de áreas de preservação permanente.

MAPA DE POTENCIAL AGRÍCOLA PARA IRRIGAÇÃO



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS - EESC
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E SANEAMENTO - SHS
CENTRO DE RECURSOS HÍDRICOS E ECOLOGIA APLICADA - CRHEA

LEGENDA

- ALTO POTENCIAL - 32%
- MÉDIO POTENCIAL - 54%
- BAIXO POTENCIAL - 13%
- RESERVATÓRIO E CURSOS D´ÁGUA
- ÁREA ALAGÁVEL
- ÁREA URBANA

N
O
L
S

4 0 4 8 12 16 KM

ESCALA 1:200.000

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
Datum Horizontal: Córrego Alegre

FIGURA 5.8 - Mapa de Potencial Agrícola para Irrigação

TABELA 5.7: Classes de solos com potencial agrícola para irrigação

Classes	Área (ha)	Porcentagem (%)
Alto	31.323	33
Médio	51.676	54
Baixo	12.454	13
Total	95.453	100

5.2.3.1 - Disponibilidade hídrica

O levantamento da disponibilidade hídrica da bacia na confluência do ribeirão do Feijão com o ribeirão do Lobo apresenta uma vazão média de 1,35 m^3 /s, aproximadamente 116.400m^3/dia. Os maiores deflúvios mensais ocorrem entre os meses de dezembro a março. O conhecimento da disponibilidade hídrica possibilitou a identificação do balanço hídrico local, permitindo a tomada de decisão sobre o uso e cobertura do solo e dos recursos hídricos.

5.3 - A água como insumo no setor produtivo

Esse levantamento teve como objetivo estabelecer uma relação entre o incremento da água no processo de produção do setor agrícola irrigado e não irrigado, verificando os benefícios advindos dos bens e serviços prestados pelo ambiente. Com intuito de verificar a produtividade da área de estudo aplicou-se, como referência a tabela 5.8, desenvolvida pela Escola de Engenharia Agrícola da Unicamp.

TABELA 5.8: Produtividade média de culturas irrigada e não irrigada

Cultura	Irrigada (ton/ha)	Não Irrigada (ton/ha)
Arroz	6	1,5
Batata	18	10
Cana-de-açúcar	135	45
Cebola	12	6
Feijão	2,1	0,9
Laranja	345	65
Melão	28	10
Milho	5	2,5
Soja	2,7	1,4
Tomate	50	13
Trigo	5	1,7

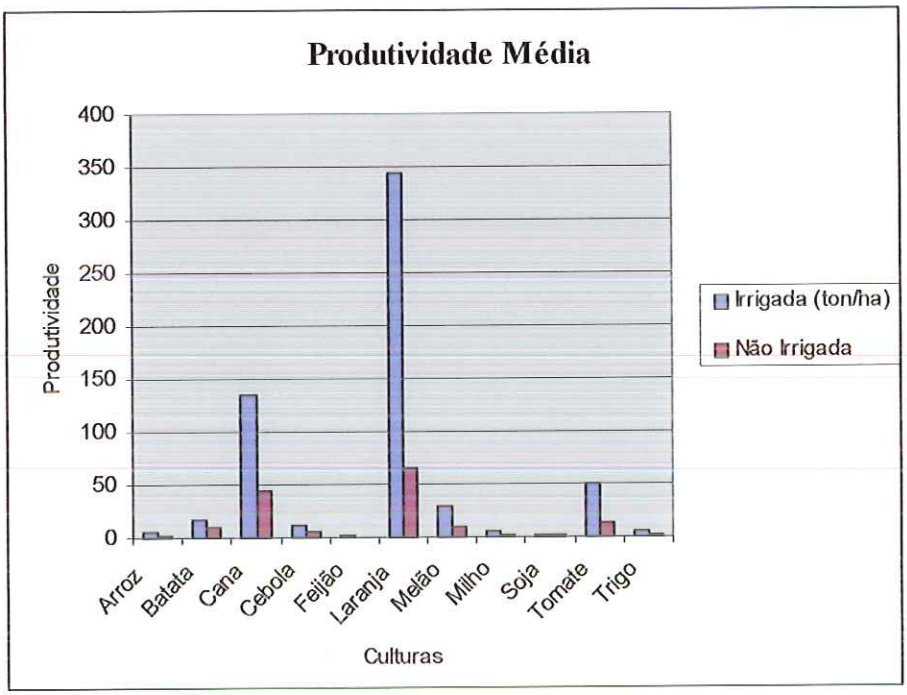


FIGURA 5.9: Produtividade média de culturas irrigadas e não irrigadas
Fonte: Modificado de Engenharia de Irrigação. Departamento de Água e Solo da Faculdade de Engenharia Agrícola. UNICAMP (1998).
http://www.agr.unicamp.br/reenge/irrigacao/fa709INTR.htm

O resultado da estimativa de produtividade apresentada na Tabela 5.8 foi aplicado na área de alto potencial, comparando a produção na opção irrigado e não irrigado e mostrou que a cultura do tomate apresenta melhor

rendimento, como resposta ao incremento da água, do que as demais culturas, representando, numa estimativa preliminar, a melhor opção em termos de uso da água. Entretanto, pode se verificar que, a cana-de-açúcar também apresenta significativa produtividade seguida pela laranja.

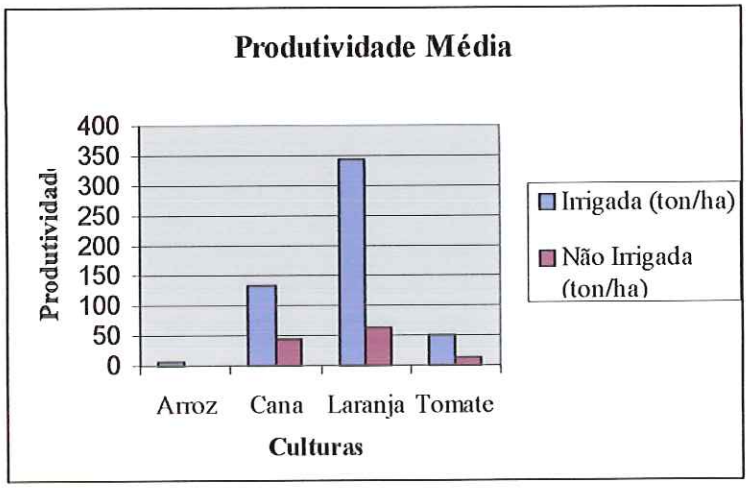


FIGURA 5.10: Produtividade média de culturas irrigadas para área de 6.264 ha.

Na figura 5.10 pode ser observado que o incremento da água no setor produtivo agrícola induz um resultado significativo no rendimento de todas as culturas, quando comparado com a opção de não irrigar, o que motiva, a princípio, o agricultor optar pela irrigação. Entretanto, é importante salientar que em geral a horticultura apresenta uma boa resposta em termos de rendimento em relação a produção de grãos. Este fator é considerado uma das condicionantes que mais motiva, de certa forma, o agricultor, além do preço de mercado, caso contrário o empreendimento é inviável.

5.3.1 - Irrigação

Para DOORENBOS (1994), a partir do planejamento, projeto e operação de sistemas de irrigação é possível analisar o efeito do suprimento de água sobre o rendimento das culturas. A relação entre essas condicionantes só pode ser quantificada se for possível o conhecimentos de um lado das necessidades hídricas da cultura, o déficit hídrico e do outro os rendimentos máximo e real da cultura.

Tanto o déficit quanto o estresse hídrico da cultura interferem diretamente sobre a evapotranspiração e o rendimento.

As necessidades hídricas são atendidas pelo suprimento de água disponível, constituindo uma situação em que a evopatranspiração real (ETr) é igual a evapotranspiração média (ETm). Quando ETr for menor do que ETm o suprimento de água será insuficiente, exigindo um complemento de água através da irrigação para que o desenvolvimento da planta seja satisfatório.

O rendimento e o crescimento das culturas serão afetados quando a necessidade hídrica não é atendida plenamente, aumentando exponencialmente o déficit hídrico que varia de acordo com a espécie e o estado fenológico da cultura.

As culturas só se desenvolverão em áreas onde as limitações ambientais e econômicas forem mínimas e as necessidades hídricas atendidas, ou seja, quando o rendimento real (Yr) for igual ao rendimento máximo (Ym).

5.3.1.1 - Demanda hídrica para irrigação

Inicialmente foi levantado a demanda hídrica para quatro culturas, avaliando o consumo potencial do recurso hídrico em relação a oferta.

A demanda hídrica foi estimada em função do coeficiente de cultivo da cultura, da evapotranspiração média da região e da eficiência do sistema produtivo. Assim, a demanda real apresentada abaixo é dada pela lâmina d'água, calculada com o desconto de 50% relativo ao suprimento de chuva.

$$LA = Kc.ETp/E \qquad (5.1)$$

Sendo LA = lâmina de água, Kc = coeficiente de cultivo, Etp = evapotranspiração potencial e E = eficiência.

TABELA 5.9: Demanda hídrica para irrigação

Culturas	Kc*Etp (mm)	Eficiência(%)	Lâmina d'água (mm)	Demanda (m^3/ha/dia)
Cana	0,94 x 4,5	80	5,287	26,4
Laranja	0,69 x 4,5	85	3,652	18,2
Tomate	0,76 x 4,5	80	4,275	21,3
Arroz	1,1 x 4,5	50	9,9	49,5

Considerando a demanda hídrica levantada na Tabela 5.9 foi estimado o consumo de água, num primeiro instante, para três situações (A, B e C) envolvendo tamanho de áreas diferentes sobre a área de alto potencial, delineando inicialmente, um balanço hídrico entre demanda e disponibilidade (Tabela 5.10). A disponibilidade hídrica na bacia é de aproximadamente 42.573.000 m^3/ano, ou 116.400 m^3/dia.

TABELA 5.10: Demanda hídrica para situações A, B e C

Culturas/Método	A	B	C
	m^3/100% da área	m^3 /20% da área	m^3/10% da área
Cana/aspersão	366.479.100	73.288.800	36.644.400
Laranja/gotejamento	302.580.180	60.510.240	30.255.120
Tomate/gotejamento	69.067.215	13.812.120	6.906.060
Arroz/inundação	138.134.430	27.624.240	13.812.120

A simulação da demanda hídrica para diferentes áreas mostrou que mesmo a bacia apresentando um determinado potencial de cultivo, é necessário realizar um balanço entre a disponibilidade de água e a demanda potencial. Dessa maneira, verifica-se que na situação B, em vinte por cento da área, é viável implementar a irrigação apenas para a cultura do tomate e arroz, enquanto que na situação C, dez por cento da área, as quatro culturas são viáveis do ponto de vista da disponibilidade hídrica.

A Tabela 5.10 ilustra que, mesmo diminuindo a área de cultivo para vinte ou dez por cento, o volume disponível consegue atender apenas a demanda das culturas do tomate e arroz, sem promover conflito significativo, ou seja, permitindo com que outros usuários se instalem na bacia. Contudo, esta situação requer a inserção de medidas estruturais, potencializando o uso da água para irrigação, caso contrário é complicado afirmar que esta situação é totalmente viável. No entanto, cabe observar que na tomada de decisão sobre o quanto pode ser retirado de água deve-se levar em conta os demais usuários de água, a reserva ecológica e o perfil hidrológico da bacia.

TABELA 5.11: Parâmetros de simulação dos cenários

Cultura	Demanda m^3/ha	Método	Rendimento ton/ha	Custo R$/ha	Preço R$/ton
Cana	26.4	aspersão	135	2.500	15
Laranja	18.2	gotejamento	94	3.000	102
Tomate	21.3	gotejamento	50	3.500	532
Arroz	49.5	inundação	6	1.800	273

Os valores básicos para simulação dos cenários para agricultura irrigada têm como base a Tabela 5.11. Os preços médios utilizados nos cálculos do faturamento foram baseados no Boletim Agrianual do Instituto Econômico Agrícola do Estado de São Paulo. Os custos relativos aos métodos de irrigação foram concedidos pelos técnicos da Secretaria Municipal da Agricultura da cidade de São Carlos.

O volume de demanda potencial, nos casos B e C, foi levantada expondo o quantitativo por cultura em relação ao volume disponível. Nesse caso, foi excluída a situação A por apresentar demanda hídrica superior a 100% em relação ao disponível.

TABELA 5.12: Demanda hídrica potencial

Culturas	Área potencial 20 % (B)	Volume demandado (%)	Área potencial 10 % (C)	Volume demandado (%)
Cana	-	-	36.644.400	86
Laranja	-	-	30.255.120	71
Tomate	13.812.120	32	6.906.060	16
Arroz	27.624.240	65	13.812.120	32

Com a redução da área de irrigação a demanda hídrica continua alta para a cana e laranja no cenário C. Essas culturas são de ciclo perene e, embora tenha uma boa resposta com o incremento da água, exige uma quantidade significativa de água para sua implantação. As culturas de ciclo anual (curto), tomate e arroz, são mais indicadas para implantação por apresentarem menor demanda hídrica.

Cabe observar que a estimativa realizada considerou apenas uma safra para cada cultura. A demanda hídrica levantada não teve a preocupação em definir um calendário de plantio de cada cultura por considerar que o objeto de estudo era apenas estabelecer uma relação entre demanda e disponibilidade hídrica, verificando basicamente o conflito por quantidade de água entre usuários e identificação de indicadores para definição da cobrança pelo uso dos recursos hídricos.

5.3.1.2 - Rendimento médio e o benefício líquido

A utilização da água na produção de culturas irrigadas também deverá considerar o benefício líquido gerado, definido em função dos custos de investimento e o faturamento final. Assim, o empreendedor ao optar pelo cultivo de determinada cultura estará indiretamente adotando uma postura de racionalização do recurso natural em relação ao benefício gerado.

A partir dos dados de demanda hídrica obtidos nas situações B e C foram calculados, em valores médios, o rendimento, os custos de irrigação, o

faturamento e a renda líquida do usuário de água para irrigação apresentados na tabela 5.13:

TABELA 5.13: Benefício líquido do setor de irrigação.

Situação B	Demanda hídrica (m^3/área.ano)	Rendimento (ton/área)	Custos (R$/área)	Faturamento (R$/área)	Benefício líquido (R$)
Cana	73.288.800	845.640	15.660.000	12.684.600	-2.975.400
Laranja	60.510.240	588.816	18.792.000	60.059.232	41.267.232
Tomate	13.812.120	313.200	21.924.000	166.622.400	144.698.400
Arroz	27.624.240	37.584	12.528.000	10.260.432	-1.014.768

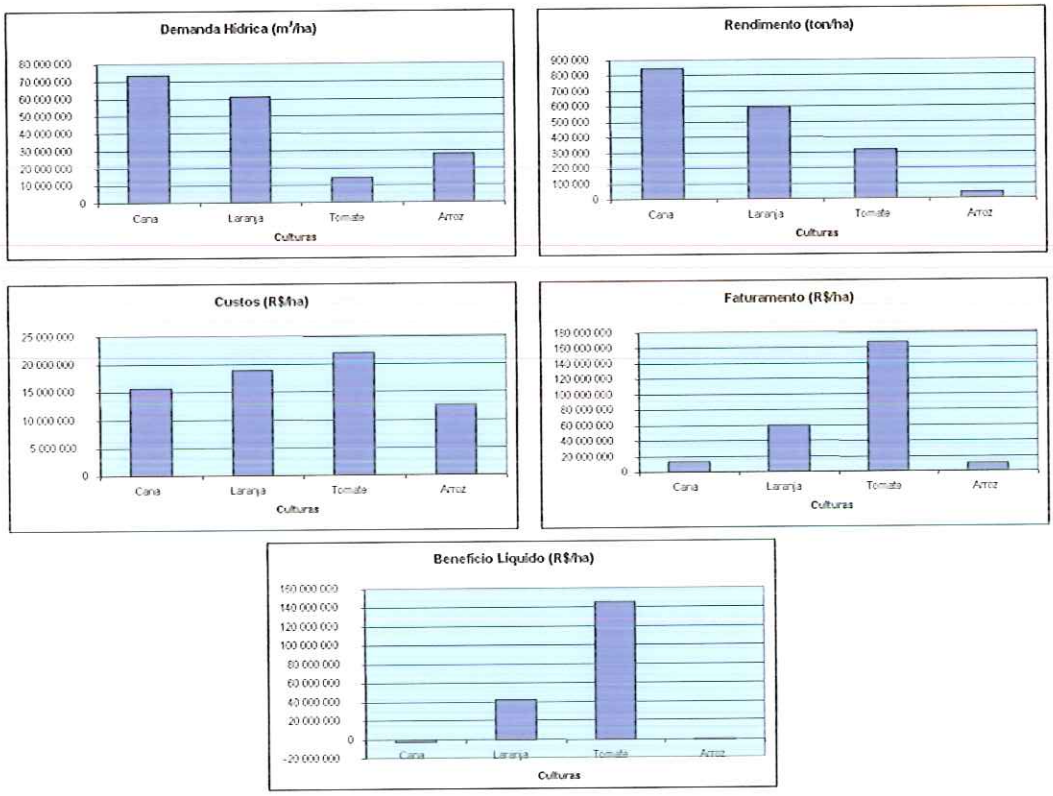


FIGURA 5.11: Resultado do incremento da água na irrigação de diferentes culturas, considerando-se uma área irrigada de 6.264 ha.

TABELA 5.14: Desempenho das culturas em relação ao incremento da água para o cenário C.

Situação C	Demanda hídrica (m^3/área.ano)	Rendimento (ton/área)	Custos (R$/área)	Faturamento (R$/área)	Benefício líquido (R$)
Cana	36.644.400	422.820	7.830.000	6.342.300	-1.487.700
Laranja	30.255.120	294.408	9.396.000	30.029.616	20.633.616
Tomate	6.906.060	156.600	10.962.000	83.311.200	72.349.200
Arroz	13.812.120	18.792	5.637.600	5.130.216	-507.384

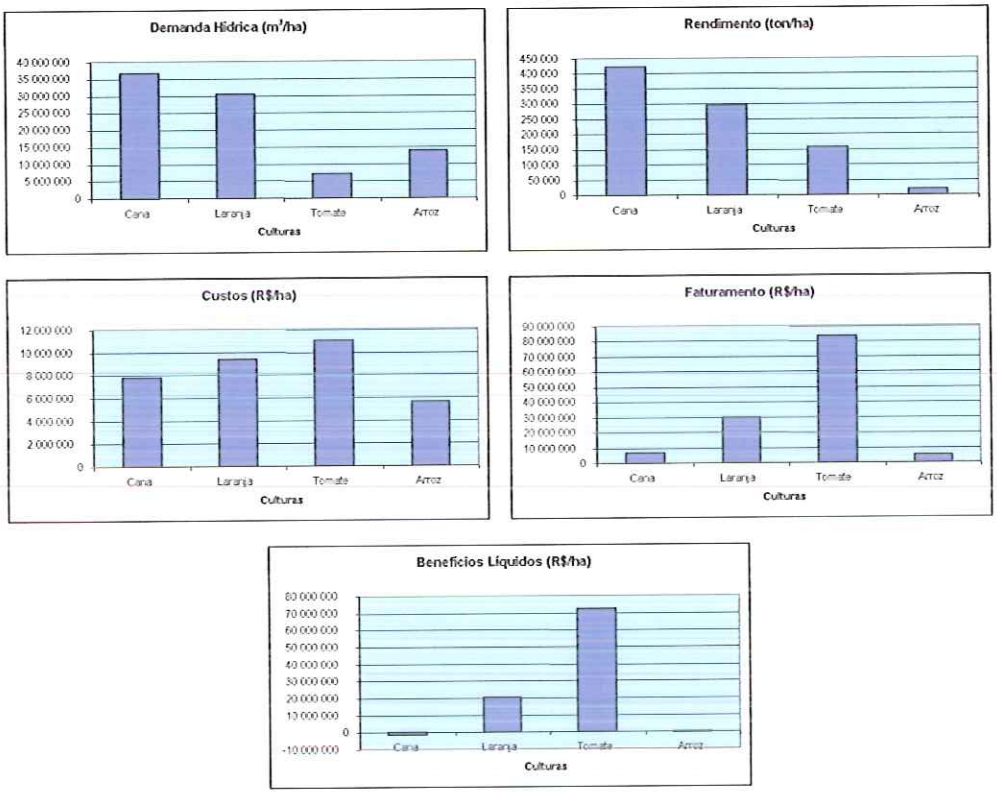


FIGURA 5.12: Resultado do incremento da água na irrigação de diferentes culturas, considerando-se uma área irrigada igual a 3.123 ha.

A cana apresentou, em ambas as situações, um rendimento superior às demais culturas, acompanhada de uma alta demanda hídrica e custo médio estrutural para irrigação significativo. Entretanto, ao ser comercializada torna-

se inviável em função do baixo preço de mercado resultando num benefício líquido negativo. Nesse caso, talvez seja mais viável optar por não irrigar.

O benefício líquido da laranja, na situação B, é positivo se comparado ao da cana. Entretanto, apresenta uma demanda acima do disponível, o que não acontece na situação C, onde essa consegue obter, aproximadamente, um terço do benefício líquido obtido pelo tomate nos dois casos.

O benefício líquido do tomate é sete vezes superior aos custos estruturais da irrigação, por ser uma cultura com alta demanda de mercado, o que faz com que tenha maior valor agregado em relação às demais culturas, acompanhado de um bom desempenho produtivo. O arroz apresenta um rendimento baixo em relação à demanda hídrica, quando comparado com as demais culturas e, por conseguinte, um benefício líquido negativo por apresentar custos superiores ao faturamento.

As Figuras 5.11 e 5.12 materializam, então, o benefício líquido advindo do processo de irrigação onde relaciona a demanda hídrica e o retorno financeiro resultado da melhor alocação do recurso hídrico.

5.3.2 - Geração de energia

No presente trabalho foi considerado um segundo usuário de água, o setor de geração de energia, que desenvolve uso não consuntivo, mas que necessita de uma vazão mínima para sua atividade. Sendo assim, levantou-se a demanda hídrica por MW, custos de implantação e renda líquida do processo produtivo, objetivando avaliar os benefícios produzidos pelo uso da água.

5.3.2.1 - Custo médio e renda líquida do setor de geração de energia

O custo médio de investimentos do setor de geração de energia elétrica foi calculado com base no custo de referência para construção de barragens, estimado em U$ 1.200 por kW instalado (ELETROBRÁS, 1986), sendo que este custo varia de usina para usina em função de uma série de variáveis tais como altura de queda e área alagada. Os custos ambientais podem representar de 2 a 40% sobre o investimento total em países como Brasil.

A capacidade de produção da usina instalada é de 1,6 MW, apresentando uma demanda hídrica de 2 m^3 /s, nesse caso obtém uma produção ano de 7.708,8 MW/h (Tabela 5.15). Para esse montante de energia produzida é necessário um investimento médio inicial de U$1.920.000 com um volume demandado de 62.208.000 m^3/ano. Cabe observar que, sobre a potência instalada de 1,6MW há uma redução média de 55%, chamado fator de carga dado em função da sazonalidade das vazões afluentes, além de contar também com ocorrência de falhas de máquinas ou paradas programadas para manutenção. O fator de carga pode variar no máximo até 96% sendo que o restante, 4%, é atribuído a submotorização da UHE, ou seja, quando há vertência de água sem turbinamento.

TABELA 5.15: Renda líquida do setor de geração de energia

	Produção (MW)	Demanda hídrica (m^3)	Custos (U$)	Faturamento (R$)
Dia	21,12	172.800	1.270,81	3.226,26
Mês	633,6	5.184.000	38.124,31	96.787,70
Ano	7.708,8	62.208.000	457.491,70	1.161.452,34

Considerando que:

- Produção = potência instalada x fator de carga x tempo (dia, mês ou ano) (5.2)
- Custo da geração de energia = FRC + custo (O&M) x (1 + 18%) (5.3)

sendo 18% a inflação considerada e O&M os custos de operação e manutenção

- Faturamento = potência instalada x valor de venda (5.4)
- Fator de Recuperação do Capital = depreciação (3% ao ano) + amortização (5.5)
- Amortização = pagamento (12% x 35 anos x custo de aproveitamento) (5.6)
- Custo de aproveitamento = custo de referência x potência instalada em kW (5.7)
- Taxa de câmbio de referência = 1,98 R$/U$ (5.8)

Os custos totais devem expressar a remuneração do patrimônio mais os custos de manutenção e operação que variam de 12 a 15% ao ano. Para estimar a renda líquida do setor de energia é necessário avaliar qual taxa média de retorno (TIR) caso este mesmo investimento seja aplicado em outro setor. A

diferença entre os dois investimentos deverá estar entre 12 e 15% para que o investimento no setor hidrelétrico consiga ser competitivo, o que representa a remuneração do capital. Caso esta TIR seja negativa o investimento torna-se inviável. O setor hidrelétrico trabalha com tempo de concessão de geração de energia de 35 anos com período de amortização média de 8 a 10 anos.

5.4 – Custo de oportunidade

A avaliação do custo de oportunidade foi realizada utilizando a demanda hídrica estimada para a laranja, no cenário B, a qual apresenta uma demanda equivalente à demanda hídrica anual do setor de geração de energia e os resultados apresentados na tabela 5.16:

TABELA 5.16: Custo de oportunidade

	Irrigação		Geração de Energia	
Demanda (m^3)		Benefício (R$)	Demanda (m^3)	Benefício (R$)
Dia	168.084	114.631,2	172.800	3.226,26
Mês	5.042.520	3.438.936	5.184.000	96.787,70
Ano	60.510.240	41.267.232	62.208.000	1.161.452,34

O resultado da diferença entre o benefício líquido dos dois usuários de água indica, de certa forma, os valores relativos ao custo de oportunidade de uso da água. Cabe salientar que outras variáveis deverão ser contempladas numa análise de custo de oportunidade, como por exemplo os impactos ambientais diretos e indiretos gerados por cada um dos setores. Esses impactos devem ser dimensionados, permitindo que, no balanço global de investimentos, sejam considerados não só os aspectos econômicos mas, sobretudo, os aspectos ambientais e sociais, como a geração de emprego.

5.5 - A capacidade de pagamento dos usuários de água e arrecadação potencial

A capacidade de pagamento do setor agrícola é dada pela renda obtida ao final do processo produtivo, descontados os custos de produção. Para efeito de avaliação foi simulado o impacto de se cobrar um valor fictício de cada um dos usuários de água, verificando o impacto da cobrança sobre a renda líquida.

No caso do setor de irrigação utilizou-se um valor médio de R$ 0,01 por m^3 de água, apontado em alguns estudos de casos, entre eles ARAÚJO (1996), apresentado na tabela 5.17:

TABELA 5.17: Arrecadação potencial do setor de irrigação

Cultura	Demanda hídrica (m^3/safra)	Renda líquida potencial (ano/alto – C)	Arrecadação potencial R$ 0,01/m^3	Renda total (R$)
Cana	36.644.400	-1.487.700	366.479	-1.854.179
Laranja	30.255.120	20.633.616	302.551	20.331.065
Tomate	6.906.060	72.349.200	69.061	72.280.139
Arroz	13.812.120	-507.384	138.121	-645.505

O valor utilizado para avaliação da cobrança no setor elétrico teve como base o percentual previsto na Lei n.º 9984, de 17/07/00, que criou a Agência Nacional de Recursos Hídricos, apresentado na Tabela 5.18. Cabe ressaltar portanto, que essa Lei não prevê a cobrança pelo uso da água para Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCHs.

TABELA 5.18: Arrecadação potencial do setor hidrelétrico

	Demanda hídrica (m^3)	Renda líquida (R$)	Arrecadação potencial (R$)	Renda total (R$)
Mês	5.184.000	96.787,70	725,9	96.061,79
Ano	62.208.000	1.161.452,34	8710,8	1.152.741,45

O valor resultante da cobrança pelo uso da água para este setor é bastante baixo em relação ao benefício líquido promovido. Entretanto, cabe observar que outros custos serão adicionados na contabilidade final do investidor do setor elétrico, entre estes valores, está a compensação financeira. Essa compensação é definida como forma de recompensar a renda que determinada área deixará de produzir ao ser inundada, percebida por perdas de áreas produtivas no processo de inundação, perda de biodiversidade e outros. É importante observar que a cobrança deverá ter um referencial básico para indicar o valor da água e que esse valor deverá ser flexível o bastante a ponto de refletir os custos ambientais, inclusive de restrição de uso por parte de outros usuários. Assim, é importante que o empreendedor reavalie seu investimento do ponto de vista da análise ambiental, de forma que sejam identificados os locais mais apropriados para instalação de determinados empreendimentos hidrelétricos.

5.6 - Conflito por quantidade de água

5.6.1 - Demanda *versus* disponibilidade hídrica

Diante do levantamento da demanda e disponibilidade hídrica dos usuários de água para irrigação e geração de energia foram construídos alguns cenários de demanda, verificando possíveis condições de conflito por quantidade de água.

Primeiramente, foi considerada apenas a demanda hídrica para a irrigação nas situações B (6.264) e C (3.132 ha) uma vez que, para a situação A (31.232 ha), não havia disponibilidade hídrica suficiente. A Tabela 5.19 apresenta os valores de demanda hídrica para irrigação e geração de energia, obtidos na constituição dos cenários, utilizando como referência duas culturas com diferentes demandas, alta (30.255.120 m^3 /área/ano) e baixa (6.906.060 m^3 /área/ano), mais a demanda para geração de energia, verificando, por meio de um balanço preliminar, a viabilidade das duas atividades atuarem simultaneamente.

TABELA 5.19: Balanço hídrico entre os usuários de água

	Disponibilidade (m^3/s)	Demanda (m^3/s)			Balanço	
		Irrigação		Geração	(I) e	(II) e (III)
		Laranja (I)	Tomate(II)	(III)	(III)	
Cenário	1,35 (s)	1,9	1,7	2	-	-
B	116.640 (dia)	165.781	153.468	172.800	-	-
	42.573.600 (ano)	60.510.240	13.812.120	62.208.000	-	-
Cenário	1,35 (s)	0,9	0,2	1	-	0,15
C	116.640 (dia)	82.890	18.920	86.400	-	11.320
	42.573.600 (ano)	30.255.120	6.906.060	31.104.000	-	4.563.450

O resultado do balanço entre a demanda e disponibilidade hídrica na bacia mostrou que, para o cenário B, não há possibilidade de irrigar uma área dessa dimensão e gerar energia com uma demanda de $2m^3/s$ como apresenta o potencial instalado na Usina do Lobo. O cenário C apresentou maior possibilidade de atender a demanda hídrica apresentada pelos dois usuários, comprometendo cerca de 88 % do disponível. Essa situação só foi possível em função da redução da demanda hídrica do setor de geração de energia em 50%, e uma redução da área de potencial irrigado do cenário C, 50%, em relação ao cenário B.

A cultura que melhor desempenho apresentou em termos de alocação eficiente dos recursos, conciliando o uso múltiplo com o reservatório, neste caso, foi o tomate por apresentar menor demanda e melhor retorno econômico. Entretanto, deve-se verificar que a cultura do tomate é ciclo curto, 105 dias, o que aumenta as possibilidades de associar outras demandas com o período de desenvolvimento da cultura.

5.6.2 - Diferentes situações de atuação da cobrança

Considerando os três cenários citados seria possível obter situações de cobrança diferenciada em função da sazonalidade da demanda hídrica. Como resultado pode se obter as seguintes situações:

1 – Demanda baixa – onde o uso do solo apresenta alto potencial para irrigação mas não está sendo explorado conforme seu potencial.

2 – Demanda média – este cenário apresenta uma situação de equilíbrio relativo onde a oferta de água atende a demanda sem comprometer gravemente o ecossistema. Contudo, é necessário a definição de indicadores ambientais mais rigorosos capazes de induzir adoção de práticas *conservacionistas* de uso, considerando os aspectos físicos e sociais da bacia hidrográfica.

3 – Demanda alta – neste cenário, o valor de uso da água deverá considerar além da capacidade pagamento e custo de oportunidade, outras alternativas como subsídios cruzados e volume demandado em função do tempo. Estas considerações deverão passar ainda, pela análise e definição das políticas públicas de desenvolvimento e estudos de alternativas de renda que utilizam como insumos os recursos naturais (água e solo).

Na primeira situação, a cobrança pelo uso da água desempenha um papel disciplinar, devendo ser cobrado um valor representativo do usuário, demonstrando o retorno econômico resultante do incremento da água, além induzir o usuário adotar práticas de manejo do solo, alocando de forma eficiente os recursos hídricos. Os recursos arrecadados seriam investidos em atividades de educação ambiental na bacia, conscientizando todos os usuários sobre a importância da água para o ecossistema e sociedade.

O cenário de demanda média requer a definição de indicadores ambientais capazes de sinalizar a perda de renda líquida, proporcionada pelo uso indiscriminado dos recursos hídricos, exigindo a definição de um valor capaz de representar a degradação da qualidade ambiental da bacia. Esta cobrança deverá induzir o uso de práticas conservacionistas de forma mais eficiente possível. Além disso, os indicadores utilizados deverão contemplar, necessariamente, os aspectos físicos, bióticos e sociais e suas fragilidades.

Já o cenário de demanda hídrica alta apresenta uma situação de escassez relativa onde a disponibilidade de recursos hídricos não suporta mais um usuário. Então a cobrança deve refletir estas condições elevando seu valor de forma que o usuário sinta-se desestimulado a se instalar na bacia pretendida. Além disso, os usuários que já encontram-se instalados devem implantar sistema de monitoramento

eficiente e medidas práticas que sejam capazes de minimizar os impactos negativos advindos do consumo de água.

5.7 - Impactos ambientais e os usos da água

Diante da necessidade de se promover o uso múltiplo dos recursos hídricos pode-se verificar que a cobrança pelo uso da água induzirá, de certa forma, a adoção de práticas de manejo e conservação do solo por parte do setor agrícola em consonância com o setor de geração de energia.

Essa mudança de postura do irrigante, especificamente, que em geral apresenta baixa capacidade de pagamento pelo uso da água, pode ser solucionada com a implementação intensa de práticas conservacionistas de uso do solo e da água, beneficiando também o usuário do setor hidrelétrico no controle da capacidade de armazenamento do reservatório, aumentando seu tempo de vida útil e, consequentemente, evitando perda de produtividade dos solos do próprio setor agrícola. Dessa forma, se estabelece um sistema de compensação entre os usuários no processo produtivo, em que ambos devem ser cobrados pelo uso da água de forma proporcional à sua capacidade de pagamento e aos impactos ambientais gerados.

Dentre os impactos ambientais gerados pela agricultura irrigada, relacionados por PAVESI (1998), estão os fatores intrínsecos e extrínsecos, os quais a cobrança pode atuar no sentido de induzir o uso otimizado da água de forma a reduzir os impactos diretos sobre o solo.

5.7.1 - A cobrança como instrumento de gestão ambiental

O processo de gestão ambiental necessita de um sistema contínuo de retroalimentação de informações, capaz de subsidiar a tomada de decisão sobre os usos dos recursos naturais de forma sustentável, do ponto de vista sócio-ambiental e econômico. Por isso, o conhecimento do perfil das atividades implantadas, ou em vias de implantação, é fundamental.

Como o uso dos recursos naturais extrapola condições pontuais de cada usuário, torna-se necessário o uso de outros instrumentos de gestão

ambiental, além dos atuais instrumentos de comando e controle conhecidos como licenciamento, fiscalização e monitoramento. É importante observar que, no caso da gestão dos recursos hídricos, a cobrança pelo uso da água insere-se num contexto de disciplinamento de uso da água, e, consequentemente de uso do solo, uma vez que a outorga por se só não consegue promover o uso otimizado dos recursos hídricos.

5.7.2 - Cenário de conflito

Em condições normais os mananciais na área de estudo apresentam baixa capacidade de atendimento às necessidades hídricas para irrigação na área de alto potencial, ao mesmo tempo que o usuário para geração de energia. Esse fato ressalta a necessidade de intervenção por meio de um sistema de gestão que possibilite a mediação dos conflitos. Outra saída para resolução do problema é através da inserção de mecanismos estruturantes (barramentos, canais, etc.), tornando viável o acesso ao recurso hídrico.

A partir da implementação de medidas estruturais por parte do setor de geração de energia, o irrigante pode adquirir maior viabilidade de investimentos e conseqüente incremento de renda. Contudo, estabelece-se uma situação de competição de usos. Entretanto, deve-se considerar que a política nacional dos recursos hídricos é clara em suas premissas quando estabelece que a água é um bem público e deve apresentar usos múltiplos. Portanto, é nesse sentido que se justifica o estudo de cenários de usos concorrentes.

Os usos de água concorrentes ou competitivos levanta questionamentos acerca do exposto na Política Nacional de Recursos Hídricos quando determina que a água é um bem público. Até que ponto esse bem é público puro, misto ou privado?

Do ponto de vista jurídico, CORDEIRO NETTO (1995) comenta que a água como bem de domínio público dependerá de uma decisão coletiva acerca de sua apropriação por um ou mais entes privados. Dessa forma, um bem não pode ser público e ao mesmo tempo ser privado.

Para decidir sobre o uso de um instrumento econômico é necessário ter clareza de onde exatamente se quer chegar com sua aplicação. São

EESC - USP Biblioteca Campus de S. Carlos

prerrogativas também da cobrança pelo uso da água. Por isso, o presente trabalho buscou analisar a cobrança na concepção da sustentabilidade ambiental, induzindo o uso racional da água, levantando e buscando possíveis pontos de conflito ou de equilíbrio, ou seja, o uso ótimo da água.

O processo de monitoramento de uma bacia proporciona o acompanhamento dos parâmetros de qualidade ambiental definidos com base na legislação ou pretendidos no futuro. É necessário que estes indicadores de qualidade sejam observados em conjunto para que as decisões de controle possam lançar mão do instrumento da cobrança ou não. É importante que esta decisão esteja integrada com as demais políticas setoriais, como por exemplo as políticas agrícola e energética.

O monitoramento ambiental desempenhará papel fundamental na indicação dos parâmetros que serão inseridos na definição da cobrança, demonstrando que este processo é flexível e dinâmico, não podendo apresentar um modelo único para todas as situações. Por isso, é que se constata a necessidade de se lançar mão de vários instrumentos de gestão ambiental ao mesmo tempo, iniciando pelo zoneamento ambiental e sócio-econômico de uma bacia. Outro instrumento a ser aplicado a cada um dos empreendimentos é o EIA, para que sua viabilidade ambiental seja avaliada.

Embora a bacia hidrográfica seja apresentada pela Lei 9.433 da Política Nacional de Recursos Hídricos como unidade de gestão, no contexto institucional é verificado certa dificuldade em contrapor esta situação, uma vez que o planejamento regional não se sobrepõe com a unidade hidrográfica, apesar de sua morfologia demonstrar esta evidência.

A definição de quanto cobrar pelo uso da água, além da escassez relativa de água, passa assim, por várias questões, entre elas a capacidade de pagamento do usuário, as características fisiográficas e sócio-econômicas, além das políticas macro e microrregionais. As políticas públicas devem ser definidas tendo em vista o potencial sócio-econômico, ambiental e a demanda de uma região.

Além da dimensão sócio-econômica e ambiental, a implementação da cobrança deverá influenciar uma mudança de comportamento da sociedade diante do uso dos recursos naturais em geral e não somente da água. Nesse

caso, a educação ambiental desempenhará papel importantíssimo, resgatando os valores coletivos até então desconsiderados. A educação ambiental será um instrumento de apoio neste processo de valoração direta e indireta dos bens e serviços prestados pelo ambiente.

5.7.3 - Sistema de informações ambientais e a cobrança pelo uso da água

O estabelecimento da cobrança pelo uso da água visa primordialmente a indução do uso racional da água, a minimização dos impactos ambientais relativos aos aspectos qualitativos e quantitativos que, por sua vez, introduz práticas de manejo do solo de modo eficiente internalizando custos ambientais e sociais. Além disso, o uso otimizado dos recursos hídricos promove outros usos chamados de usos múltiplos.

Outro fator importante no processo de aplicação deste instrumento de gestão é que o usuário seja orientado a optar pela melhor localização de sua atividade, segundo o potencial de uso mais indicado do ponto de vista da sustentabilidade ambiental, social e econômica.

A cobrança não é um fim em si mesma, mas apresenta-se como mais um instrumento de gestão ambiental que, articulado com os demais instrumentos da política de recursos hídricos e política de meio ambiente, poderá subsidiar as decisões do Comitê e Agência de Bacias. Por isso, torna-se necessário ter o máximo de conhecimento das características do meio físico, biótico e sócio – econômico uma vez que estes são responsáveis pela oferta de bens e serviços.

Uma base de dados bem consistente e o conhecimento das relações Homem *versus* meio ambiente possibilitam não só a indução do uso sustentável dos recursos naturais em sua totalidade mas, sobretudo, a identificação das potencialidades e vulnerabilidades de uma região.

Assim, o poder público pode, juntamente com a sociedade, definir políticas públicas regionais de acordo com os pontos de estrangulamentos sociais e econômicos, através da análise e determinação de quais os instrumentos devem ser utilizados para viabilizar o processo de desenvolvimento sem que empreendimentos sejam instalados, observando somente o ponto de vista econômico.

Dentro da discussão da cobrança pelo uso da água, podem ser articulados vários instrumentos de gestão ambiental tais como comando e controle, subsídios, planos de revitalização do ambiente entre outros de caráter mais restritivo.

A articulação destes instrumentos exige uma mobilidade, no âmbito do planejamento, bastante complexa, passando necessariamente pela valoração direta ou indireta dos bens e serviços prestados pelos recursos naturais. A análise desses valores, captados ou não pelo mercado, deverá ser considerado no processo de planejamento, pois proporciona uma idéia dos anseios e necessidades da sociedade, podendo ser consolidado por meio de normas disciplinares de uso.

6 – CONCLUSÕES

O objeto de estudo desse trabalho foi o de analisar a cobrança pelo uso da água como instrumento de gestão ambiental, promovendo o disciplinamento de uso dos recursos naturais.

A cobrança mostra-se fundamental no processo alocação dos recursos hídricos, buscando sempre a eficiência do uso de tais recursos, dado o seu caráter de esgotabilidade. Para garantir o princípio de isonomia do indivíduo, diante de bens e serviços prestados pelo ambiente, é necessário a utilização de instrumentos de controle sobre os usos destes recursos. Esses instrumentos, articulando entre si, devem permitir o desenvolvimento sobre bases sustentáveis do ponto de vista ambiental social, cultural, tecnológico e econômico.

O reconhecimento da necessidade de se implementar instrumentos de caráter econômico na gestão do ambiente e, em particular dos recursos hídricos, é bastante evidente. Isso ocorre, porque os usos dos recursos naturais, como insumo no processo produtivo, são cada vez mais intensos, exigindo do ambiente, muitas vezes, além da sua capacidade de assimilação. Surgindo assim, situações de escassez de recursos hídricos e, consequentemente, um quadro de miserabilidade com características marcantes de conflitos.

No caso específico da água, essa situação é conhecida como escassez relativa onde os recursos apresentam limitações de usos, tendo em vista o aumento da demanda, em função do crescimento populacional e uso indiscriminado desse recurso.

A cobrança de pelo uso da água insere-se num contexto onde já existe a implementação da outorga de direito de uso da água e esta, no desenvolvimento pleno do seu objetivo, muitas vezes não consegue promover o uso

racional dos recursos hídricos, tornando imprescindível o apoio de instrumentos econômicos capazes de induzirem a sustentabilidade de uso da água. Dessa forma, a cobrança deve estar articulada com os demais instrumentos de gestão dos recursos hídricos, definidos pela Lei nº 9433/97. É importante observar que esses instrumentos encontram apoio e similaridade nos demais instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente, apresentados na Lei n.º 9.638/81, como por exemplo o zoneamento ambiental e o plano diretor de bacia. No que tange à Política Nacional de Recursos Hídricos, a elaboração do plano de bacia para uma clara definição das características da bacia e dos conflitos potenciais de uso é fundamental para a eficiente destinação de outorgas e a conseqüente cobrança pelo uso da água.

Assim, a definição da cobrança deve incluir variáveis sócio-ambiental e culturais, permitindo o mesmo recurso em qualidade satisfatória para as próximas gerações. Portanto, não cabe às gerações presentes apropriar de um bem, no caso a água, que pertence às próximas gerações, ou seja não têm direito de propriedade sobre os recursos hídricos a ponto torná-los finitos.

A definição de um valor para o bem público, em que a consciência dos seus usuários é diferenciada, constitui um desafio. Contudo, esse valor deverá expressar a quantidade e qualidade deste bem disponível no ambiente, bem como os valores não captados pelo mercado.

No caso de uso da água nos setores de geração de energia e irrigação o retorno econômico é perceptível tendo em vista o incremento produzido na renda dos usuários.

Alguns usuários de água são mais sensíveis à implantação de cobrança pelo uso da água do que outros. Isso não significa que devem ser omitidos no processo de gestão, muito pelo contrário, o somatório desses pequenos usuários pode transformar-se em grande impacto sobre os recursos hídricos. Portanto, devem de alguma maneira serem cobrados pelos usos dos recursos hídricos, de acordo com sua capacidade de pagamento e indicando o valor da água para o desenvolvimento de sua região.

A implantação de um sistema de monitoramento dos recursos hídricos poderá apontar indicadores e parâmetros para definição da cobrança pelo uso da água. De certa forma, o usuário com baixa capacidade de pagamento deverá

perceber o real valor da água, quer seja no rigor à implementação de práticas conservacionistas ou mesmo, por meio do pagamento de valores definidos pelo comitê de bacia ao qual pertence.

De fato, haverá modalidades de cobrança diferenciada segundo as características sócio-econômico e ambientais de cada bacia hidrográfica. Os valores a serem cobrados estarão dessa forma, redefinindo políticas de desenvolvimento regional, inserindo nos princípios dessas novas políticas a mudança de paradigma de desenvolvimento, onde outras variáveis passam a ter seu espaço garantindo, além das variáveis tradicionalmente consideradas, com por exemplo o retorno meramente econômico e a qualquer curso. É importante observar que o estabelecimento de valores fixos de cobrança pelo uso da água não leva em conta as características ambientais e sociais de uma região, constituindo portanto, uma forma de tributo (taxa, imposto), o qual vai de encontro com as premissas do desenvolvimento sustentável.

Contudo, é importante observar que a garantia da inserção dessas novas variáveis ambientais, sociais e culturais no processo de gestão, está na participação da sociedade civil. Essa participação deverá garantir a defesa do pleno direito de acesso aos recursos naturais de forma eqüitativa. Assim, o sucesso desse novo modelo de gestão de recursos hídricos, sobretudo de implantação da cobrança pelo o uso da água, dependerá do sucesso dos comitês.

A participação da sociedade civil é fundamental na definição dos valores a serem cobrados, orientando a aplicação dos recursos arrecadados. Caso contrário, a cobrança não desempenhará um papel de disciplinarmente de uso da água e, consequentemente, do solo pois os usuários sentir-se-ão desestimulados a pagar pelo uso da água.

O usuário de água para irrigação é um dos mais sensível à implantação da cobrança, portanto, a definição da cobrança pelo o uso da água neste setor deverá extrapolar a gestão dos recursos hídricos unicamente, reavaliando as demais políticas: agrícola, de incentivos, de subsídios e outros. Entretanto, essas políticas não deverão orientar-se apenas por suas diretrizes, mas sim articularem-se com a política de recursos hídricos, reavaliando o modelo até então encaminhado.

O setor hidrelétrico de modo geral apresenta alta capacidade de pagamento pelo o uso da água, contudo, há uma forte tendência em se repassar o valor adicional oriundo da cobrança para a conta do usuário de energia. Isso ocorre, muitas vezes, porque o setor não oferece alternativas de escolha de serviços, impondo uma situação de serviço insubstituível.

A gestão dos recursos hídricos deverá criar um sistema de controle de demanda hídrica capaz de reunir os usuários de água, mais a sociedade civil, ponderando acerca a resolução dos conflitos.

Assim, deve ser traçado um plano de metas de otimização dos recursos hídricos, dirimindo os conflitos criados tanto em termos de quantidade quanto em qualidade de água.

Dentre as conclusões e considerações deste trabalho alguns aspectos podem ser destacados na avaliação da cobrança como instrumento de gestão:

- o valor da água deverá expressar claramente a quantidade e qualidade deste recurso disponível no ambiente, bem como os valores não captados pelo mercado;

- ocorrências de modalidades de cobrança diferenciada, considerando as características sócio-econômicas e ambientais de cada bacia hidrográfica;

- sensibilidade de alguns usuários de água em relação a cobrança, cujo valor deve, no mínimo, observar a capacidade de pagamento de cada usuário, indicando a importância deste recurso para o desenvolvimento da região;

- necessidade de implantar um sistema de monitoramento dos recursos hídricos capaz apontar indicadores ambientais na implementação da cobrança para o acompanhamento e redefinição dos valores a serem cobrados;

- cobrança pelo uso da água extrapola a gestão dos recursos hídricos, reavaliando as demais políticas agrícola, de incentivos, de subsídios e outras;

- facilidades que o sistema de informação geográfica oferece na implementação da cobrança por se tratar de tecnologia que permite identificação das potencialidades e vulnerabilidades de uma região;

- constatação de que a cobrança é um instrumento potencial capaz de promover a resolução de conflitos, induzindo a alocação eficiente dos recursos hídricos.

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL 99 (1998). *Anuário da agricultura brasileira.* FNP Consultoria e Comércio. Ed. Argos. São Paulo.

ALBRECHET, D.R (1992), Cobrança pelo uso das águas na Bacia do Rio Ruhr. Traduzido por Sônia Liepold. *In: Semana de debates sobre recursos hídricos e meio ambiente.* Etapa Piracicaba, p.107-118.

ALMEIDA, R.; ORSOLON, A. M.; MALHEIROS, T. M. et al. (1993). *Planejamento ambiental. Caminho para a participação popular e gestão ambiental para nosso futuro comum. Uma necessidade. Um desafio.* Rio de Janeiro, Thex. p. 341.

ALVARENGA, S. R. (1997). *A análise das áreas de proteção ambiental enquanto instrumento da política do meio ambiente: o caso da APA Corumbataí - SP.* São Carlos.225p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

ALVES, M. C. A. (1997). *A ponderação dos fatores ambientais - com uso de sistema de informações geográficas – na localização de atividades econômicas e na cobrança pelo uso da água para irrigação.* São Carlos - SP. 147p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

ARAÚJO, J. C. (1997). Modelo de tarifação de água utilizando subsídios cruzados. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 12., Vitória, 1997. *Anais.* Espírito Santo, ABRH,v.1, p.1-8.

BARTH, F. T. (1987). *Modelos para Gerenciamento de Recursos Hídricos.* Nobel/ABRH, SP. 526 p.

_____(2000). Política e Instituições para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos. Experiência do Estado de São Paulo, Brasil e suas Repercussões no

Âmbito Nacional. *In: International Water Resources Association - IWRA*. Salvador-BA.18 p.

BRASIL, Leis, etc. (1997). Lei nº 9.433 de 08/01/97. *Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos*. Cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990 de 28 de dezembro de 1989. S

BARRAQUÈ, B. (1995). *As políticas das águas na Europa*. Lisboa, Instituto Piaget, 374 p.

BARRAQUÉ, B. (1997). *A gestão da água em alguns países europeus*. Tradução: José Ronal M. de Santa Inez. Espaços e Debates: Revista de Estudos Regionais e Urbanos. São Paulo, Núcleo de Estudos Regionais e Urbanos.

CAVALCANTI, C. (1997). Condicionantes biofísicas da economia e suas implicações quanto à noção do desenvolvimento sustentável. In: ROMEIRO, A. R. et al. (orgs.). *Economia do meio ambiente: teoria, políticas e a gestão de espaços regionais*. Campinas/SP, Unicamp, p. 61-81.

COMUNE, A. E. (1992). Contabilização econômica do meio ambiente: uma visão geral. In: Nozoe, N. et al (orgs.). *Contabilização do meio ambiente: elementos metodológicos e ensaio de aplicações no Estado de São Paulo*. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. São Paulo. p.13-27.

CONEJO, J. G. L. (1992). Política estadual de recursos hídricos. *In: Semana de debates sobre recursos hídricos e meio ambiente*. Etapa Piracicaba, p. 69-81.

CONEJO, J. G. L. (1993). A outorga de usos da água como instrumento de gerenciamento dos recursos hídricos. *Revista de Administração Pública*, v.27, nº2, abr/jun. p. 28-62.

CORDEIRO NETTO, O. M. (1993). A estimativa de um valor econômico para a água como um dos elementos integrantes de gestão racional dos recursos hídricos. *In: X Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. ABRH. Gramado.*

CORSON, W. H. (1990). *Manual global de ecologia: o que você pode fazer a respeito da crise do meio ambiente*. São Paulo. Augustus.

DAEE. (1996). *Elaboração de Estudo para Implantação da Cobrança pelo uso dos Recursos Hídricos no Estado de São Paulo – Relatório RP 10 – Plano Geral de Implementação – Consórcio CNEC/FIPE*. São Paulo. 60 p.

DOORENBOS, J. (1994). *Efeito da água no rendimento das culturas*. Campina Grande. Universidade Federal da Paraíba. 306 p.

DUC, N. T. (1992). As características físicas, o financiamento da agência de água e do comitê de bacia. Traduzido por Jaime de Oliveira Campos. *In: Semana de debates sobre recursos hídricos e meio ambiente.* Etapa Piracicaba, p. 85-106.

EASTMAN, J. R. (1995). *Idrisi for Windows User's guide*, version 2.0. Clark University.

ELLIOTT, J. A. (1994). *An introduction to sustainable development: the developing world.* London and New York, Routledge. p.1-81.

ELETROBRÁS. (1986). *Manual de Estudos de Efeitos Ambientais dos Sistemas Elétricos*. Rio de Janeiro. 93 p.

FERRAZ, A. R. G.(1996). Modelo decisório para outorga de direito ao uso da água no Estado de São Paulo. *Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia Hidráulica e Saneamento*. São Paulo, Edusp, 20 p.

FIGUEROA, F. E. V. (1996). *Avaliação econômica de ambientes naturais - o caso das áreas alagadas: uma proposta para a represa do Lobo (Broa), Itirapina, SP*. São Carlos. 143 p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

FONSECA, E.G. (1992). Meio ambiente e contas nacionais: a experiência internacional. In: Nozoe, N. et al (orgs.). *Contabilização do meio ambiente: elementos metodológicos e ensaio de aplicações no Estado de São Paulo.* Secretaria de Estado de Meio Ambiente. São Paulo. p.29-43.

FONTES, A. T. (1997). *Aspectos do macrozoneamento utilizando SIG enquanto instrumento de gestão ambiental: diagnóstico e cenários regionais do estudo de caso da região de Ribeirão Preto*. São Carlos. 67 p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

GARRIDO, R. J. S. (1996). *A importância da cobrança pelo uso da água como instrumento de gestão*. Seminário Nacional de gerenciamento de recursos hídricos. Fortaleza, ABES Seção Ceará.

GRASSO, M. et al. (1995). Aplicação de técnicas de avaliação econômica ao ecossistema manguezal. In: MAY, P. *Economia Ecológica: aplicações no Brasil.* Ed. Campus. Rio de Janeiro. Cap. 3, p. 49-81.

INUI, R. (1992). Estudos e propostas de cobrança pelo uso da água no Estado de São Paulo. *In: Semana de debates sobre recursos hídricos e meio ambiente.* Etapa Piracicaba, p 119-128.

JANNUZZI, G. M. (1997). A política energética e o meio ambiente: instrumentos de mercado e regulação. In: ROMEIRO, A. R. et al. (orgs.). *Economia do meio ambiente: teoria, políticas e a gestão de espaços regionais.* Campinas/SP, Unicamp, p. 151-160.

KELMAN, J. (1997a). Gerenciamento de recursos hídricos Parte I: Outorga. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 12, Vitória, 1997. *Anais.* Espírito Santo, ABRH,v.1, p.123-128.

KELMAN, J. (1997b). Gerenciamento de recursos hídricos Parte II: Cobrança. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 12, Vitória, 1997. *Anais.* Espírito Santo, ABRH,v.1, p.129-136.

KETTELHUT, J. T. S. (2000). Aspectos legais, institucionais e gerenciais. In: FEITAS, M. A. V. et al. (orgs.). *O Estado das Águas no Brasil.* Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. Superintendência de Estudos Hidrológicos - SIH. Brasília.

KITAMURA, P. C. (1997). Amazônia: produtos e serviços naturais e as perspectiva para o desenvolvimento regional. In: ROMEIRO, A. R. et al. (orgs.). *Economia do meio ambiente: teoria, políticas e a gestão de espaços regionais.* Campinas/SP, Unicamp, p. 283-298.

LANNA, E. A. (1993). *Gerenciamento de bacias hidrográficas: conceitos, princípios e aplicações no Brasil.* Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA. Brasília. p.70.

LANNA, A. E.; DORFMAN, R. (1993). Sistemas de gerenciamento de recursos hídricos: críticas e algumas propostas. In: *Revista de Administração Pública.* Rio de Janeiro, v. 27, nº2, abr/jun. p.63-73.

LANNA, E. A (1994). *Estudos para cobrança pelo uso da água bruta no Estado do Ceará – Simulação tarifária para a Bacia do rio Curú.* Relatório nº2, COGERH, Fortaleza, dez., 21p.

LANNA, E. A.; RIBEIRO, M. M. R. (1997). Bases para a cobrança de água bruta: discussão de algumas experiências. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 12., Vitória, 1997. *Anais.* Espírito Santo, ABRH,v.1, p.1-8.

MACEDO, R. K. (1991a). A importância da avaliação ambiental. In: TAUK, S. M. et al. *Análise ambiental: uma visão multidisciplinar.* Rio Claro. Unesp. São Paulo.p.11-26.

MACEDO, R. K. (1991b). Equívocos e propostas para a avaliação ambiental. In: TAUK, S. M. et al. *Análise ambiental: uma visão multidisciplinar.* Rio Claro. Unesp. São Paulo. p.27-36.

MARIANO, M. T. (1996). *Uma análise da participação da sociedade civil na gestão dos recursos hídricos do Estado de São Paulo.* São Carlos. 144 p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

MAY, P. H. (1995). *Economia Ecológica: Aplicações no Brasil.* Rio de Janeiro. Campos. p. 179.

_____ (1997). Avaliação da economia do meio ambiente: propostas conceituais e metodológicas. In: ROMEIRO, A. R. et al. (orgs.). *Economia do meio ambiente: teoria, políticas e a gestão de espaços regionais.* Campinas/SP, Unicamp, p. 53-60.

MARQUES, J. F.; COMUNE, A. E. (1995). Quanto vale o ambiente: interpretações sobre o valor econômico ambiental. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 22, São Paulo. *Anais.* ANPE. p. 633 - 651.

MARQUES, J. F.; COMUNE, A. E. (1997). A teoria neoclássica e a valoração ambiental. In: ROMIERO, A. R. et al. (orgs.). *Economia do meio ambiente: teoria, políticas e a gestão de espaços regionais.* Campinas/SP, Unicamp, p. 21-42.

MARTINEZ JÚNIOR, F.; BRAGA JÚNIOR, B.P. F. (1997). Aplicação de instrumentos econômicos à gestão ambiental - o caso dos recursos hídricos. In:

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 12, Vitória, 1997. *Anais*. Espírito Santo, ABRH,v.1, p. 25-32.

MERICO, L. F. K. (1996). *Introdução à economia ecológica*. Blumenau. Ed. FURB. Santa Catarina. 160 p.

MILARÉ, D. (1994). Estudo prévio de impactos ambientais no Brasil. In: MÜLLER-PLANTENBENG, C. et al (orgs.). *Previsão de impactos*. São Paulo. Edusp. p 51-83.

MINISTÉRIO DO INTERIOR. SECRETARIA ESPECIAL DO MEIO AMBIENTE. (1984). *Política Nacional de Meio Ambiente*. Brasília. 40 p.

MOTTA, R. S.; MENDES, F. E. (1997). Instrumentos econômicos na gestão ambiental: aspectos teóricos e de implementação. In: ROMEIRO, A. R. et al. (orgs.). *Economia do meio ambiente: teoria, políticas e a gestão de espaços regionais*. Campinas/SP, Unicamp, p. 83-150.

MOTTA, R. S. (1995). Estimativas de depreciação de capital natural no Brasil. In: MAY, P. (org.). *Economia Ecológica: aplicações no Brasil.* Rio de Janeiro, Campus, p. 21-48.

_____. (1998). Manual de valoração econômica de recursos ambientais. IPEA/MMA/PNUD/CNPq. Brasília.

_____. (1998). Utilização de critérios econômicos para valoração da água no Brasil.

PAVESI, A. (1998). *Investigação dos fatores ambientais intervenientes de determinação do potencial irrigável de bacias hidrográficas e na implementação de instrumentos econômicos de gestão dos recursos hídricos*. São Carlos. 125 p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

PEARCE, D. (1993). Sustainable development and develoing country economies. In: TURNER, R. K. (org.). *Sustainable environmetal economics and management: principles and practice*. Ingland. John Wiley & Sons Ltda. Cap. 3. p70-105.

PEARCE, D.; BARBIER, E.;MARKANDYA, A (1994). *Sustainable Development: economics and environment in the third Word*. London.

PEREIRA, J. S.; LANNA, A . E. (1998). A cobrança pelo uso da água como um problema de rateio de custo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 12, Vitória, 1998. *Anais*. Espírito Santo, ABRH,v.1, p. 25-32.

RANIERI, S. B. L. (1996). *Avaliação de métodos e escalas de trabalho para determinação de risco de erosão em bacia hidrográfica utilizando sistema de informações geográficas (SIG)*. São Carlos. 128 p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

RIBEIRO, M. A. (1998). *Ecologizar: pensando o ambiente humano*. Belo Horizonte. Ed. Roma. 392 p.

RIGHETTO, A. M. (1998). *Hidrologia e recursos hídricos*. Ed. EESC/USP. 840 p.

SACHS, I. (1997). Desenvolvimento sustentado, bio-industrialização e novas configurações rural-urbanas: os casos da Índia e do Brasil. In: VIEIRA, P. F. et al. *Gestão de recursos naturais renováveis e desenvolvimento: novos desafios para a pesquisa ambiental*. São Paulo, Cortez, p. 469-494.

SACHS, I. (1993). *Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente*. São Paulo. Nobel: Fundação do desenvolvimento administrativo. 103 p.

SÁNCHEZ, L. E. (1993). Os papéis da avaliação de impactos ambientais. In: SÁNCHEZ, L. E. (orgs.). *A avaliação de impacto ambiental: situação atual e perspectivas*. São Paulo, Escola Politécnica da USP. p. 15-33.

SETTI, A.A. (2000). Legislação para Uso dos Recursos Hídricos. In: Gestão de Recursos Hídricos: Aspectos Legais, Econômicos, Administrativos e Sociais. Org. Silva, D. D. e Pruski, F.F. p. 121-412.

SANTOS, M. (1993). Subsídios para o planejamento conservacionista da Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Feijão (São Carlos, Itiripirina e Analândia, SP). São Carlos. 222 p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. (1995). *Recursos hídricos: histórico, gestão e planejamento*. São Paulo, Secretaria de Meio Ambiente. p.10-44.

SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS (1997). Ministério Meio Ambiente. Política Nacional de Recursos Hídricos – Lei nº 9.433, de 08/01/97. Brasília. 33 p.

SENA, L. B. R. (1997). Proteção e recuperação de mananciais: uma nova política. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 12, Vitória, 1997. *Anais*. Espírito Santo, ABRH,v.1, p.115-121.

SOUZA, M. P.(1995). A cobrança e a água como bem comum. *In: Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v.13, nº1, jun. p.25-55.

SOUZA, M. P. (1996). Textos de apoio às aulas para o curso de graduação de arquitetura e urbanismo da Escola de Engenharia de São Carlos - USP.11p. */Digitado/*.

TABACZENSKI, R. R. (1995). *A utilização do sistema de informações geográficas para o macrozoneamento ambiental.* São Carlos. 140 p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

TAVARES, V. E., RIBEIRO, M. M. R., LANNA, A E. (1998). *A valoração ambiental e os instrumentos econômicos de gestão dos recursos hídricos*. In: Simpósio Internacional sobre Gestão de Recursos Hídricos. SINGRH, Gramado.

TISDELL, C. A (1995). *Environmental economics: policies for environmental manegement and sustainable development*. Library of congress cataloging in publication Ltda.

TOMMASI, L.R. (1994). *Estudo de impacto ambiental*. CETESB. São Paulo, Terragraph Artes e Informática. 354 p.

UNICAMP, (1998). Faculdade de Engenharia Agrícola. Reengenharia do Ensino de Engenharia–REENGE. http://www.agr.unicamp.br/reenge/irrigação/fa709Inter.htm.(10 de jan. de 99).

VILELA, S. M. (1975); MATTOS, A. (1975). *Hidrologia Aplicada*. São Paulo. McGraw-Hill do Brasil. 245 p.

YASSUDA, E. R. (1993). Gestão de recursos hídricos: fundamentos e aspectos institucionais. *In: Revista de Administração Pública*. Rio de Janeiro, v.27, nº2, abr/jun. p. 5-18.

VIEIRA, P. F. (1995). Meio ambiente e planejamento. In: VIOLA, E. J. et al.(orgs.). *Meio ambiente e cidadania: desafios para as ciências sociais*. São Paulo, Cortez, p.45-98.

VIEIRA, P. F.; Weber, J. (1997).Introdução geral: sociedades, natureza e desenvolvimento viável. In: VIEIRA, P. F. et al.(orgs.). *Gestão de recursos*

naturais renováveis e desenvolvimento: novos desafios para a pesquisa ambiental. São Paulo, Cortez, p.17-49.