

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE A REDAÇÃO FINAL DA
TESE DEFENDIDA POR *Ricardo da Silva*
Manca E APROVADA
PELA COMISSÃO JULGADORA EM *20.1.02.2008*

Gilberto de Martino Jannuzzi
.....
ORIENTADOR

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS**

**O Planejamento Integrado de Recursos do
Setor Energético como Base para o
Gerenciamento dos Recursos Hídricos:
Aplicabilidade para o Setor de Abastecimento
Público de Água em Áreas Urbanas**

Autor: **Ricardo da Silva Manca**

Orientador: **Gilberto de Martino Jannuzzi**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS**

**O Planejamento Integrado de Recursos do
Setor Energético como Base para o
Gerenciamento dos Recursos Hídricos:
Aplicabilidade para o Setor de Abastecimento
Público de Água em Áreas Urbanas**

Autor: Ricardo da Silva Manca

Orientador: Gilberto de Martino Jannuzzi

Curso: Planejamento de Sistemas Energéticos

Dissertação de mestrado acadêmico apresentada à comissão de Pós Graduação da Faculdade de Engenharia Mecânica, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Planejamento de Sistemas Energéticos.

Campinas, 2008

S.P. – Brasil

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE - UNICAMP

M311p Manca, Ricardo da Silva
O planejamento integrado de recursos do setor energético como base para o gerenciamento dos recursos hídricos: aplicabilidade para o setor de abastecimento público de água em áreas urbanas / Ricardo da Silva Manca. --Campinas, SP: [s.n.], 2008.

Orientador: Gilberto de Martino Jannuzzi
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica.

1. Recursos hídricos. 2. Recursos hídricos – Desenvolvimento. 3. Abastecimento de água – Oferta e procura. 4. Abastecimento de água nas cidades. I. Jannuzzi, Gilberto de Martino. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Mecânica. III. Título.

Título em Inglês: The integrated resource planning of the energy sector as a basis to water management: applicability to the sector of water supply in urban areas

Palavras-chave em Inglês: Integrated resource planning, Water resources management, Analysis of demand and supply of water, Public utilities

Área de concentração:

Titulação: Mestre em Planejamento de Sistemas Energéticos

Banca examinadora: Marina Sangoi de Oliveira Ilha, José Tomaz Vieira Pereira

Data da defesa: 20/02/2008

Programa de Pós-Graduação: Engenharia Mecânica

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS

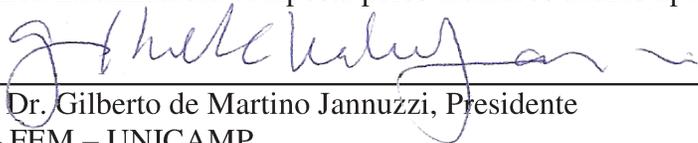
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO ACADÊMICO

**O Planejamento Integrado de Recursos do Setor
Energético como Base para o Gerenciamento dos
Recursos Hídricos: Aplicabilidade para o Setor
de Abastecimento Público de Água em Áreas
Urbanas**

Autor: Ricardo da Silva Manca

Orientador: Gilberto de Martino Jannuzzi

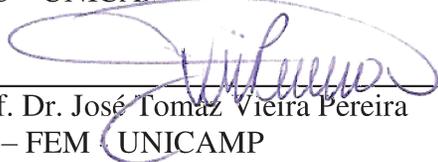
A Banca Examinadora composta pelos membros abaixo aprovou esta Dissertação:



Prof. Dr. Gilberto de Martino Jannuzzi, Presidente
DE – FEM – UNICAMP



Profa. Dra. Marina Sangoi de Oliveira Ilha
FEC – UNICAMP



Prof. Dr. José Tomaz Vieira Pereira
DE – FEM – UNICAMP

Campinas, 20 de fevereiro de 2008

Dedicatória:

Dedico a Deus, pois sem vosso auxílio eu não teria paz nos momentos mais difíceis. Obrigado Jesus, Nossa Senhora Aparecida e Maria Rosa Mística por me acolher e ser meu apoio espiritual em toda minha vida

Dedico este trabalho aos meus pais Valdemar Manca e Elvira Antônia da Silva Manca que me apoiaram desde o início de minha vida acadêmica e nunca duvidaram do meu potencial. Obrigado aos meus pais pela paciência e pelo apoio emocional nos momentos de maior dificuldade e meus irmãos por compartilharem comigo o computador, que foi nestes anos uma das peças mais importantes na elaboração do meu trabalho.

Dedico à minha namorada Thalita por sempre estar ao meu lado e por enfrentar comigo esta importante etapa dos meus estudos. Agradeço pelo apoio e por acreditar em mim desde o começo. Um obrigado especial por estar presente não só pelo lado de fora, mas participando inteiramente do processo de pesquisa e escrita do trabalho com idéias, correções, críticas e dúvidas que enriqueceram o conteúdo.

Dedico a meus irmãos que sempre me apoiaram e me deram força nos momentos de maior dificuldade.

Dedico ao meu padrinho Eduardo Sertório e minha madrinha Raquel Silveira dos Reis Sertório, pois não estaria aqui concluindo este trabalho se não fosse o empenho pessoal de vocês frente a minha vida acadêmica e familiar. Agradeço também a Elen Silveira dos Reis pelo apoio e pelo incentivo.

Agradecimentos:

Ao meu orientador Gilberto de Martino Jannuzzi pela paciência, pelas dicas e pela orientação presente. Hoje tenha certeza que todas as suas críticas levaram a um trabalho final de qualidade, além de permitir que eu tivesse um amadurecimento profissional que lá fora eu levaria tempo para conseguir. Se hoje eu me considero preparado, dedico ao senhor em nome da UNICAMP.

Ao Departamento de Energia pela prestação dos serviços de forma atenciosa e eficaz.

À professora Marina Sangoi de Oliveira Ilha pela orientação pontual no meu trabalho. Agradeço à senhora por me auxiliar e contribuir comigo e com meu orientador na tomada de uma visão mais direta e crítica referente ao assunto discutido.

A International Energy Initiative por me acolher e permitir que participasse de vários projetos importantes para meu crescimento profissional. Aos membros do IEI – Ana Maria, Andréia, os Noruegueses Tor e Kirsten, e principalmente ao Rodolfo, um chefe, um grande amigo e um grande incentivador.

Aos meus amigos Gabriel Couto e Thiago (Japa) pela força, nossas conversas e nossa amizade.

Ao Sr. Carlos Rocha pelo apoio e auxílio na escrita e crítica no trabalho; e sua esposa Miriam.

À Wizard Pinhal em nome de Cecília, Patrícia e meus grandes mestres Joseane e Eliano pela força e por me passarem grande conhecimento no estudo da língua inglesa.

Ao meu amigo Daniel Abdala e sua mãe Sra. Janete pelo acolhimento em Campinas e pelo apoio. Estas foram sem dúvida as pessoas mais importantes no início da minha estadia em Campinas.

Ao NIPE/UNICAMP pela acolhida e aos amigos do PSE – Fabiana, Herculano, Reinaldo, Maria Fernanda, Elen, Marta e André. Em especial, um abraço ao meu grande amigo Gustavo (Gusta Paraguaio).

À SABESP do município de Espírito Santo do Pinhal em nome dos funcionários José Eduardo Napolitano, Dair, Marcelo, e um agradecimento especial ao gerente administrativo José Carlos Ornagui pela colaboração extremamente atenciosa.

À minha amiga Nirlei Maria Oliveira pelo apoio e por ter me incentivado a seguir na academia desde que a conheci. À Biblioteca da Unipinhal – Vilma, Célia e Ledir.

Aos professores da UNIPINHAL - Gilberto Hussar, Celso Zuppi e Gérson Medeiros - pelo apoio.

Ao meu médico Dr. Paulo Neves pelo apoio desde antes e principalmente nesse período.

Ainda se vier...

Noites traiçoeiras

Se a cruz pesada for

Cristo estará contigo

O mundo pode até: fazer você chorar

Mas Deus te quer: Sorrindo!!!

(Padre Zeca/Padre Marcelo Rossi)

Resumo

MANCA, Ricardo da Silva, *O planejamento integrado de recursos do setor energético como base para o gerenciamento dos recursos hídricos: aplicabilidade para o setor de abastecimento público de água em áreas urbanas*, Campinas,: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2008. 99 p. Dissertação (Mestrado).

O Planejamento dos Recursos Hídricos em vigor não difere de forma substancial do Planejamento Tradicional do setor energético. Com a crise deste setor ocorrida no Brasil em 2001 a possibilidade de um apagão mostrou que o impacto sobre a sociedade pode ocorrer a qualquer momento. O mesmo se diz em relação a água devido sua iminente escassez. O Planejamento Integrado de Recursos (PIR) foi difundido como uma forma de gerenciar de maneira integral um recurso pelos lados da oferta e demanda e pode ser considerado uma opção viável ao planejamento convencional. Este trabalho fez um levantamento do estado da arte acerca do PIR energético e do Gerenciamento dos Recursos Hídricos. Aproveitando conceitos do setor de energia criou-se o Planejamento Integrado de Recursos da Água (PIRA) para ser utilizado no sistema de abastecimento público. O PIRA guia o gerenciamento integrado da água através da conservação desse recurso aliando a redução de desperdício com medidas de tarifação bem como aumentando a oferta a partir de opções alternativas como o reúso e o aproveitamento das águas pluviais.

Palavras Chave

Planejamento Integrado de Recursos; Gerenciamento dos Recursos Hídricos; Análise da Oferta e Demanda de Água; Abastecimento Público de Água.

Abstract

MANCA, Ricardo da Silva, *The integrated resource planning of the energy sector as a basis to water management: applicability to the sector of water supply in urban areas*, Campinas,; Mechanical Engineering Faculty, University of Campinas, 2008. 99 p. Thesis (Master of Science Degree).

The Water Resources Planning in use doesn't diverge substantially from the Traditional Energy Planning. With the energy crisis occurred in Brazil in 2001 the blackout possibility shows that the impact on the society might happen at any time. The same occurs to the water because of its scarcity. The Integrated Resource Planning (IRP) was diffused as a way of fully managing a resource by the supply and demand sizes and can be considered a viable option for the conventional planning. This composition is meant to do a study of the specific bibliography about the energy IRP and the Water Resource Management. Utilizing conceptions of the energy area, Water Integrated Resource Planning has been created to be used at the public utilities. The Water Integrated Resource Planning conducts the Water Integrated Management through this resource saving, joining this to a different tax and increasing the supply with alternative options such as the wastewater and the rainwater use.

Keywords

Integrated Resource Planning; Water Resources Management; Analysis of Demand and Supply of Water; Public Utilities.

Índice

Lista de Figuras	xii
Lista de Tabelas.....	xiii
Nomenclatura	xiv

Capítulo 1

Delineamento da Pesquisa	1
1.1. Introdução.....	1
1.2. Objetivos	4
1.3. Justificativa do Trabalho	5

Capítulo 2

Planejamento Integrado de Recursos	7
2.1. O Planejamento Tradicional do Setor Energético	7
2.2. Planejamento Integrado de Recursos	9
2.2.1. Conceito	9
2.2.2. Implementação e Usos	12
2.3. Gerenciamento pelo Lado da Oferta	16
2.4. Gerenciamento pelo Lado da Demanda	18
2.5. Barreiras	21
2.5.1. Tendência ao Suprimento	21
2.5.2. Barreiras Estruturais.....	22

2.5.3. Barreiras de informações	23
2.5.4. Barreiras Econômicas	24
2.5.5. Barreiras Políticas	26
2.5.6. Barreiras Institucionais	26

Capítulo 3

Gerenciamento dos Recursos Hídricos.....	28
3.1. A Situação dos Recursos Hídricos	28
3.2. As necessidades de água	30
3.3. Implementação e Gerenciamento da Água.....	35
3.4. As formas de Gerenciamento dos Recursos Hídricos	36
3.4.1. O Gerenciamento da Oferta de Água.....	36
3.4.1.1. O Sistema de Abastecimento Público.....	37
3.4.1.2. Aproveitamento de água pluviais	38
3.4.1.3. Reúso da Água.....	39
3.4.1.3.1. As águas cinzas	40
3.4.1.3.2. As águas negras	42
3.4.1.3.3. Águas amarelas	42
3.4.2. O Gerenciamento da Demanda de Água.....	44
3.4.2.1. Redução de Perdas.....	46
3.4.2.2. Educação e Conscientização para o Uso Racional da Água.....	48
3.4.2.3. Eficiência no uso da água	50

Capítulo 4

O PIRA e o Gerenciamento Integrado da Água	53
4.1. O Planejamento Integrado de Recursos voltado para a Água	53
4.2. Estrutura do PIRA	56
4.2.1. Critérios para a escolha das opções do PIRA	57
4.3. A Bacia Hidrográfica como unidade Gestora do Planejamento.....	60
4.5. A Aplicação do PIRA.....	64
4.5.1. O uso racional e a conservação de água.....	66
4.5.2. As campanhas de conscientização	70
4.5.3. Redução das Perdas de Água	71
4.5.4.. O aproveitamento de Águas Pluviais	73
4.5.5. Eficiência no uso da Água	74
4.5.6. Reúso da Água	78
4.5.7. Mecanismos Tarifários e de Incentivos Econômicos.....	80

Capítulo 5

Considerações Finais	83
Referências Bibliográficas	86

Lista de Figuras

Figura 1: Principais atividades de uma concessionária realizando o PIR	15
Figura 2: Vasos sanitários segregadores de urina	43
Figura 3: Estrutura do Planejamento Integrado de Recursos da Água - PIRA	56
Figura 4: Aplicação de uma carteira de recursos da água com base no PIRA	65

Lista de Tabelas

Tabela 1: Estimativa média dos consumos domésticos	31
Tabela 2: Estimativa média dos consumos comerciais e industriais.....	33
Tabela 3: Demanda interna e externa de água não potável em uma residência	39
Tabela 4: Ações de Conservação de Água nas Edificações	67

Nomenclatura

Letras Latinas

CO₂ – Dióxido de Carbono

Unidades

hab - habitantes

l – litros

m – metro

s – segundos

Abreviações

ABENDE – Associação Brasileira de Ensaio não Destrutivos e Inspeção

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANA – Agência Nacional de Águas

CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais

CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

CONPET – Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados de Petróleo e Gás Natural

CT&I – Ciência, Tecnologia e Inovação

DAE – Departamento de Água e Esgoto de Jundiaí

DEFENDUS – Development Focused End Use Oriented Service Directed

ETA – Estação de Tratamento de Água

FEM – Faculdade de Engenharia Mecânica

FGV – Fundação Getúlio Vargas

GD – Geração Distribuída

GEPEA – Grupo de Energia do Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

GLD – Gerenciamento pelo Lado da Demanda

GLO – Gerenciamento pelo Lado da Oferta

GLP – Gás Liquefeito de Petróleo

GN – Gás Natural

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IEI – International Energy Initiative

ISO – International Organization for Standardization

LEED – Leadership in Energy and Environmental Design

MME – Ministério de Minas e Energia

ONU – Organização das Nações Unidas

P&D – Pesquisa e Desenvolvimento

PAC – Plano de Aceleração do Crescimento

PBQP-H – Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat

PCA – Programa de Conservação de Água

PCH – Pequena Central Hidrelétrica

PIR – Planejamento Integrado de Recursos

PIRA – Planejamento Integrado de Recursos da Água

PNAD – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio

PNCDA – Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

PQS – Programa Setorial de Qualidade

PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

PSE – Planejamento de Sistemas Energéticos

RIEP – Regional Integrated Electricity Planning

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SINGHR – Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas

USP – Universidade de São Paulo

Capítulo 1

Delineamento da Pesquisa

1.1. Introdução

A comodidade da vida moderna resultou numa falsa percepção da realidade. Todo conforto é usado sem que se questione a possibilidade futura da ausência de água e energia (principalmente a elétrica). Vive-se no mundo da tecnologia que por trazer tantas facilidades gerou a crença na infinidade dos recursos ocasionando gastos desnecessários.

O desperdício de eletricidade foi comprovado quando ocorreu a crise do setor energético em 2001. A partir da adoção de tarifas diferenciadas percebeu-se que medidas simples de gerenciamento podem trazer ganhos substanciais. Bastou uma política de endurecimento econômico contra o esbanjamento, para haver uma resposta imediata da sociedade na forma de uma quebra abrupta e consistente do consumo.

No setor de abastecimento de água não é diferente já que o desperdício de água representa atualmente um dos maiores problemas ambientais. A mesma é gasta sem a preocupação com sua escassez sendo preciso que a população entenda que o recurso água de qualidade é finito, e deve ser preservado. Nesse sentido, as campanhas são bem vindas quando informam a sociedade sobre a importância de cada envolvido na conservação. Além disso, uma política de tarifação, em que o esbanjamento seja punido, complementa as campanhas e fortalece um bom plano.

Na outra face encontra-se um dos problemas mais graves do Brasil: a falta do saneamento. Se em algumas regiões existe o desperdício, em outras não existe infra-estrutura para a distribuição de água e coleta de esgotos. Os dados mais recentes sobre a cobertura dos serviços de saneamento no Brasil apontam que pouco mais de 143,1 milhões de pessoas (78% da população) vivem em domicílios conectados à rede de água e que 123,2 milhões (67%) contam com coleta adequada de esgoto, segundo a PNAD 2005 (Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio), do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Porém, pesquisas realizadas pelo professor Marcelo Néri da Fundação Getúlio Vargas (Agência Estado, 2007), que utilizou microdados da PNAD, mostram que, na realidade, 51,5% dos domicílios brasileiros não dispõem de rede de coleta e tratamento de esgoto. Ainda mais, esclarece que nos últimos 14 anos houve fraca evolução deste quadro e que, mantido o ritmo de acesso ao saneamento, o Brasil levaria 56 anos para reduzir à metade o déficit de atendimento atual.

Ainda conforme o professor Néri, o Brasil entrará em 2008, Ano Internacional do Saneamento, pela ONU, com um dos piores cenários entre os países-membros. É importante entender que saneamento não significa apenas o conforto de água encanada, mas também, importante diminuição de doenças endêmicas com redução dos custos com saúde pública e preservação do meio ambiente.

O Governo Federal defende-se alegando que vêm aplicando esforços no sentido de mudar esta imagem. De acordo com o setor governamental se cumpridas as metas na área de saneamento previstas no PAC (Plano de Aceleração do Crescimento), o Brasil poderá atingir em 2010 os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio referentes ao setor. O plano prevê que, até o fim do atual mandato presidencial, cerca de 24,5 milhões de pessoas passarão a contar com abastecimento de água e 25,4 milhões com coleta adequada de esgoto. De acordo com o PNUD (2007), se esses números forem de fato alcançados, em quatro anos o país asseguraria água a 87% da população e esgoto a 77%, cumprindo assim as metas de 83% e 77%, respectivamente. Com as ações do PAC, o total de atendidos pelos serviços deve saltar para 167,6 milhões em água e 148,6 milhões em esgoto. Se considerada a projeção do IBGE para a população do país em 2010 (192 milhões), as taxas de atendimento superariam as metas propostas pela ONU para 2015.

É fato que melhorias no saneamento básico são de fundamental importância, mas é preciso que se atente para as formas como as medidas serão direcionadas. Esgoto, distribuição de água e saúde pública integram uma só questão, a do saneamento ambiental, e, portanto devem ser tratadas de forma integral. Todavia, mesmo quando adotadas medidas no sentido de melhorias no uso da água, elas contemplam, na maioria dos casos, somente ações voltadas para o aumento da oferta. As opções de conservação no setor público estão voltadas, basicamente, para uma política de reaproveitamento das águas pluviais e das águas servidas (águas de reúso), ao contrário dos sistemas prediais que tem maior foco na gestão da demanda.

1.2. Objetivos

O objetivo do presente trabalho é realizar um levantamento do estado da arte para investigar as vantagens de aplicações de conceitos do PIR energético para sistemas de abastecimento de água.

Assim, procura verificar principalmente as estratégias e alternativas para planejar a demanda de água de abastecimento público em áreas urbanas.

1.3. Justificativa do Trabalho

A discussão acerca da escassez de água se fortalece na medida em que a própria sociedade sente sua falta. Porém, ainda não existe uma parceria forte entre os órgãos governamentais, entre as concessionárias, as universidades e os órgãos estaduais que estudem a eminente falta de água.

Existe uma crítica considerável sobre a atual forma de planejar os recursos hídricos que não difere do planejamento tradicional dos recursos energéticos. A crise do apagão ocorrida no Brasil mostrou que o impacto sobre a sociedade pode ocorrer a qualquer momento, se planos mais diversificados não forem aplicados (Solnik, 2001). Atualmente a situação de escassez de água começa a incomodar, ainda que sutilmente, as famílias brasileiras.

Os planos baseados na oferta, levando em conta somente o aumento da captação, estão sujeitos a defasagem no fornecimento de água, principalmente pela degradação dos mananciais e problemas estruturais do setor.

Nesse sentido, surge a idéia de se criar um plano mais diversificado para gerenciar os recursos hídricos. Este trabalho contribui na medida em que insere uma discussão acerca da aplicabilidade do Planejamento Integrado de Recursos voltados para a Água, o que permite estudar maneiras de aproveitamento desse insumo de uma forma mais abrangente, inserindo oferta e demanda. Vale ressaltar que o esforço aplicado nessa dissertação é pertinente visto que existem poucos estudos relacionados ao assunto. No Brasil, cita-se Souza (2003) como um dos poucos esforços de se propor um Planejamento Integrado de Recursos da água.

A elaboração de um PIR exige uma compilação de dados confiáveis, para que o plano e elaboração de cenários se harmonizem com a realidade no futuro. A dificuldade de obtenção de dados, ou mais precisamente, de dados diversificados de todos os setores e diversos usos da água, impediu a elaboração de um plano com números. É nesse sentido que esse trabalho faz o levantamento do estado da arte acerca do Planejamento Integrado de Recursos (com base no setor energético) e o Gerenciamento dos Recursos Hídricos.

Este é o momento propício para a discussão de formas abrangentes de planejamento, visto que, por um lado o governo precisa resolver o problema da carência de saneamento existente no país; e por outro, a diminuição da oferta de água. Cabe ressaltar que na atualidade já existe uma legislação disponível e órgãos governamentais para implementá-la, mas faltando articulação entre os mesmos, para fortalecer um processo dinâmico de aplicação de medidas integradas de gerenciamento da água. Finalizando, a oportunidade encontra-se em aberto, pois no momento, as questões ambientais fazem parte do cotidiano de toda sociedade, o que favorece a disseminação das idéias. Haveria assim, no futuro, um reconhecimento político do Brasil como precursor na conservação da água, além de uma preparação do país para a ocorrência de conflitos em relação aos recursos hídricos.

No campo das pesquisas acadêmicas, o momento é oportuno para a inserção do Planejamento Integrado de Recursos, alocando melhor as ações no lado da oferta junto a medidas na demanda de água. Trabalhos anteriores foram realizados na Área Interdisciplinar de Planejamento de Sistemas Energéticos (PSE) da Faculdade de Engenharia Mecânica (FEM) fazendo uso das metodologias do Planejamento Integrado de Recursos (PIR). Como exemplo cita-se os trabalhos de Leite (2006), Queiroz (1999) e Mauad (2000) que avaliaram o uso do PIR com maior enfoque no setor energético.

O presente trabalho também se apóia nos conceitos do PIR energético, mas com a finalidade de aproveitamento desses conceitos como base para a proposta de um Planejamento Integrado de Recursos voltados para a água.

Nesse sentido o Planejamento Integrado de Recursos - PIR, é indicado como um plano capaz de gerenciar todas as opções praticáveis para melhor aproveitamento de fontes alternativas¹ que possam aumentar a oferta de água, bem como mostrar os caminhos, explorados ou não dentro do gerenciamento dos recursos hídricos, para um direcionamento a partir de um Planejamento Integrado dos Recursos da Água (intitulado PIRA neste trabalho).

¹ De acordo com Pereira (2008) pode-se usar a nomenclatura de fontes complementares ao invés de fontes alternativas. O presente trabalho se apoiou na literatura pesquisada e seguindo orientação preferiu adotar o conceito convencional.

Capítulo 2

Planejamento Integrado de Recursos

2.1. O Planejamento Tradicional do Setor Energético

Até o começo da década 70, a atividade de planejamento energético possuía uma lógica relativamente simples e, de certa forma, bastante similar àquela do planejamento econômico: o atendimento da demanda a um mínimo custo (COSTA, 2001). Esse tipo de planejamento restringia-se quase sempre a alguns segmentos específicos do setor energético, como a eletricidade, o carvão e o petróleo. A preocupação do planejamento da energia se voltava para o suprimento de recursos com menor custo, de forma a assegurar a crescente demanda (CODONI *et al.*, 1985).

O modelo tradicional de planejar o setor de energia elétrica apresenta-se como a expansão da capacidade de aumentar a oferta através da construção de usinas de energia elétrica, conjuntamente com redes de transmissão e distribuição (Uadeta, 1997), de forma a minimizar os custos da expansão.

No passado, essa solução foi justificada como única forma de suprir a demanda por energia elétrica sem qualquer preocupação com a racionalidade e eficiência no uso final da eletricidade (CARTAXO, 2003; JANNUZZI, 2006).

Atualmente, sua aplicabilidade para o setor energético baseado somente no oferecimento de energia em larga escala tornou difícil o atendimento de regiões específicas; além de inviabilizar projetos alternativos para o setor energético como um todo (GIMENES *et al.*, 2004).

O planejamento tradicional se baseia apenas na avaliação técnico-econômica das alternativas escolhidas para a geração de energia, e somente após satisfeito esse critério, se avalia os impactos no meio sócio-ambiental. No passado, apesar de levar em consideração essas questões, o meio ambiente só era tratado após o processo de planejamento como uma questão menor. No entanto, a consideração ambiental só é completa quando Estudos de Impacto Ambiental - EIA são partes integrantes do próprio planejamento (SMA, 2006; GIMENES *et al.*, 2003; BRAGA *et al.*, 2002).

Nesse contexto, os Estudos dos Impactos Ambientais inseridos em qualquer plano tornam-se uma importante ferramenta para impedir os excessos inerentes aos projetos que causam grandes degradações; e para promover uma solução que não contemple apenas o lado do atendimento da oferta, esquecendo-se da possibilidade de economia de energia pela maior racionalização e eficiência do sistema (JANNUZZI e SWISHER, 1997).

Ainda hoje, o planejamento tradicional apóia-se em uma política voltada para a construção de usinas hidrelétricas. O Brasil, por exemplo, ainda baseia seu planejamento, na oferta de energia, desfavorecendo medidas de conservação energética e geração a partir de outras fontes que não as tradicionais (WWF, 2006).

No planejamento tradicional a grande preocupação com o suprimento é priorizada de forma a satisfazer as necessidades energéticas da sociedade. Para isso, entende-se de fundamental importância o gerenciamento da oferta de energia. A grande falha, no entanto, está na maximização das políticas voltadas ao aumento da oferta, sem a devida consideração para medidas direcionadas aos usos finais, o que de certa forma, poderia proporcionar a conservação energética, favorecendo o meio ambiente e a sociedade.

2.2. Planejamento Integrado de Recursos

2.2.1. Conceito

Ao longo dos anos a necessidade de criação de uma nova forma de planejamento, calcada nas questões do desenvolvimento sustentável, de caráter social e ambiental, tornou-se cada vez mais necessária. Conforme explicitado anteriormente, havia a necessidade de planejar os recursos energéticos de forma a garantir o suprimento, mas com enfoque nas questões sociais e ambientais.

Nesse caso, para que esta nova abordagem de planejamento fosse fortalecida, deveriam ser apresentados benefícios para quem executasse o plano e para os demais envolvidos, incluindo aqui toda sociedade. Também seria preciso um foco na melhor opção, de maneira a diminuir os impactos ambientais no processo de suprimento.

Compreendeu-se que para a proposição de um plano com gerenciamentos definidos, seria necessário mostrar quais os caminhos para tal aplicação. Isso se deu quando foram focadas preocupações relativas ao desenvolvimento sustentável dentro dessas novas abordagens que surgiam. Nesse contexto, o Planejamento Integrado de Recursos foi proposto como abordagem de gerenciamento para os países desenvolvidos, neste caso, mais necessitados de oferta de energia (DESHUN *et al.*, 1997).

A proposta de aplicação do PIR fundamentou-se na busca pela diminuição do custo social dos serviços de energia, além de adiar ou evitar a construção de grandes plantas geradoras (Deshun *et al.*, 1997). Nesse período, a principal visão dos planejadores estava na provisão de energia baseada no consumidor final e não levando em conta os usos-finais dos serviços. Melhorias em eficiência energética não eram bem vistas por poder causar uma diminuição no consumo, e ainda não eram entendidas como um tipo de recurso energético.

Assim, define-se o Planejamento Integrado de Recursos como uma forma de planejamento baseada na necessidade de se obter energia para atender a sociedade, avaliando o

fornecimento de eletricidade e o nível de atendimento adequado de serviços (REDDY e SUMITHRA, 1996).

As metas do PIR envolvem questões mais complexas incluindo a participação em negócios competitivos, o gerenciamento de risco, a contabilização de externalidades² (sociais e ambientais³), e a alternância de combustíveis entre gás e eletricidade, além de estimular um planejamento de menor custo e o uso do gerenciamento pelo lado da demanda (BAUER e ETO, 1992).

Suas ações de planejamento visam compatibilizar as políticas energéticas desde o nível regional dos municípios até o nível global da Federação, com vistas a otimizar o aproveitamento da matriz nacional e a eficiência do setor energético, objetivando a redução da intensidade energética da economia nacional (CETENERG, 2002).

D'Sa (2005) e Bajay (2004) explicitam que, conforme aplicado no setor energético, o PIR pode ser descrito como um método através do qual se estima a demanda de serviços de energia durante o período de planejamento, combinando custos baixos de oferta e medidas eficientes nos usos finais, enquanto incorpora preocupações como a equidade⁴, a proteção ambiental, a confiança e outras metas específicas do país.

² Externalidades são os efeitos sobre terceiros ou sobre a sociedade como um todo e causadas por atividades na produção, transmissão, distribuição e consumo de energia que não são capturados adequadamente através de mecanismos de preços. Essas externalidades podem ser positivas ou negativas (JANNUZZI, 2000).

³ Externalidades Ambientais são custos para a sociedade, como danos a saúde humana e danos ambientais, resultado da expansão do setor energético. Estes custos não são adicionados no preço final de energia elétrica, resultando da arrecadação impostos pelo governo ambiental a partir da seleção de normas e regulações.

⁴ Equidade se refere a assegurar procedimentos e garantias de serviços para todos os consumidores. Isso, mais especificamente nos EUA, significa a proteção de serviços para pequenos consumidores no que se refere, por exemplo, o adiamento de pagamentos de contas durante os meses de pico no verão e inverno, quando são maiores os gastos com energia para o condicionamento ambiental (JANNUZZI, 2000).

Ainda para D'Sa (2005), a abordagem do PIR difere das outras estratégias de oferta porque inclui não somente os custos inerentes ao cliente em relação à empresa, mas também para a sociedade.

O PIR é tecnologicamente neutro, tratando as opções do lado da demanda (a partir da melhoria de eficiência nos usos finais) e as opções do lado da oferta com o mesmo peso. Bajay (2004) esclarece que essa abordagem permite incorporar, na seleção dos investimentos a serem feitos, preocupações e prioridades de todos os envolvidos, abrangendo o governo, órgão regulador, grupos ambientalistas e o próprio consumidor.

Para Reddy & Sumithra (1997) e Shrestha & Marpaung (2006) existe uma variedade de opções para atingir melhoras na demanda. Nesse sentido, a participação do PIR é entendida como uma abordagem de planejamento capaz de identificar o conjunto de opções de geração de energia a partir, de fontes centralizadas de origem limpa, descentralizadas renováveis e medidas de eficiência, garantindo menores custos de eletricidade para a sociedade e menores impactos ambientais na produção da energia.

Baseadas no PIR, novas abordagens surgiram, entre elas, uma metodologia mais geral do PIR descrita por Reddy (2005) como Integrated Energy Planning - IEP⁵ (PIE, neste trabalho). Este plano pode ser definido como uma abordagem de planejamento energético visando produzir energia a partir de fontes renováveis centralizadas e descentralizadas.

Graebera *et al.* (2005), inclui dentro do PIR o conceito de Regional Integrated Electricity Planning (RIEP), que consiste no planejamento Integrado de Eletricidade de caráter regional, em que busca-se uma maior integração de diferentes aspectos de planejamento de eletricidade para quantificar os benefícios de um planejamento voltado para regiões específicas.

⁵ O Planejamento Integrado de Eletricidade foi desenvolvido (por Amulya Reddy, Gladys Sumithra, Balachandra e Antonette D'Sa) entre 1987 e 1991 no Department of Industrial Management. Depois de muitos anos de trabalhos com usos-finais de energia (setores industrial, residencial, comercial, etc) este grupo desenvolveu o DEFENDUS (DEvelopment-Focused END-Use-oriented Service-directed), metodologia esta voltada para estimar a demanda e oferta de energia no sistema energético.

O PIR, como forma de planejamento, pode ser utilizado não só como gerenciador de recursos energéticos, mas também para certas questões como o abastecimento de água (KING e RAMACHANDRAN, 2006).

Apesar dos conceitos apresentados nesta seção estarem intrinsecamente ligados ao sistema energético cabe uma definição de Planejamento Integrado de Recursos para a utilização da água⁶. Nesse sentido, o gerenciamento da água leva em consideração o suprimento e o consumo, buscando, a longo prazo, prover a sociedade com menores custos nos serviços prestados. Este planejamento procura elaborar análises econômicas, de engenharia e de impactos no meio ambiente, além de considerar a problemática que envolve os conflitos pelos recursos hídricos (INC, 1997). Além disso, permite planejar com base na legislação vigente para todos os recursos envolvidos, buscando, de tal maneira, o equilíbrio entre todos os interessados.

Por fim, a aplicação do PIR nas áreas urbanas mostra-se viável, à medida que estimula um gerenciamento de forma a englobar todas as potencialidades desta área. Na consideração da água, os conflitos pertinentes aos diversos usos podem ser parcialmente solucionados já que os recursos serão melhor alocados.

2.2.2. Implementação e Usos

O final dos anos 80 e início dos anos 90 tiveram destaque como o marco histórico do PIR. Nesse período, as concessionárias implementaram o Planejamento Integrado de Recursos e propuseram atualizações nas metodologias usualmente utilizadas. O PIR, nesse contexto, fortaleceu-se de maneira que melhorias fossem contempladas no que diz respeito a diversidade e flexibilidade das questões avaliadas, apoiadas, nesse momento, por um forte apelo ambiental.

Nessa época, países como Estados Unidos, Canadá e Dinamarca se destacaram como os principais executores do PIR com ampla aplicação para os setores de gás canalizado e eletricidade. A escolha para tal planejamento se fundamentou na consideração de ser o PIR a

⁶ Uma melhor visão será apresentada no Capítulo 3 – Gerenciamento de Recursos Hídricos.

melhor alternativa para estabelecer o interesse de vários atores envolvidos de forma a considerar as questões sociais e ambientais (JANNUZZI, 2006).

Devido ao seu fortalecimento, o PIR passou então a ser aplicado em diversos países. Gimenes (2004) e Uadeta (1997) revisaram vários trabalhos em âmbito mundial com a descrição das principais práticas e finalidades do PIR em localidades distintas:

- Áustria – busca, na base do PIR, estimular metodologia que proporcione serviços de energia à população com um custo mínimo viável
- Polônia – promoção do conceito do PIR através de manuais, planos e projetos pilotos de demanda para cidades de pequeno porte e comunidades rurais
- Peru – aplicação do PIR visando analisar os custos, impactos ambientais e implicações de políticas energéticas de longo prazo
- Rhode Island – planejamento integrado para as concessionárias de energia elétrica e gás
- China – Estudo de longo prazo para cenários energético-ambientais
- Pacificorp – EUA – visa suprir a demanda futura de energia a menores custos
- Idaho Power Company – EUA – duas metas principais fazem parte do PIR local: manter o poder da Idaho a fim de atender a demanda nos próximos 10 anos; assegurar que os recursos selecionados sejam de melhor custo efetivo, baixo risco e atendam a demanda dos consumidores
- Carolina do Sul – EUA – exigência a partir do escritório de energia do estado para que as empresas elaborem PIRs
- Minesota – EUA – estabelecimento de políticas públicas priorizando energias renováveis no processo de planejamento
- Brasil – PIR proposto pela CEMIG para o gerenciamento da demanda em horário de pico. Nos setores acadêmicos e institutos de pesquisa, vem se desenvolvendo estudos em Planejamento Integrado de Recursos, onde são citados o GEPEA⁷ e o PSE⁸.

⁷ O Intuito do GEPEA (Grupo de Energia do Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétrica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo) é desenvolver e incentivar o uso de técnicas para a aplicação da energia de forma consciente com conceitos de desenvolvimento sustentável.

- EUA – planejamento em que se consideram os riscos, a diversidade de alternativas e a inserção ambiental visando suprir a demanda
- Canadá – busca por projetos que levem em consideração o suprimento de energia dentro do contexto de desenvolvimento sustentável
- Alemanha – visa reduzir o custo da energia para os diversos setores, reduzir a necessidade de construir grandes usinas e diminuir os impactos ambientais
- Espanha – aumentar sua competitividade no mercado de energia e melhorar seu lucro

⁸ O Setor de Planejamento de Sistemas Energéticos (PSE) da Faculdade de Engenharia Mecânica na Universidade Estadual de Campinas vem desenvolvendo ao longo dos anos diversos trabalhos envolvendo o sistema energético, inclusive o PIR.

No setor de eletricidade, as concessionárias podem se valer do PIR para realizar o planejamento de energia elétrica. A Figura 1 apresenta as atividades que devem ser seguidas quando uma concessionária faz uso deste planejamento.

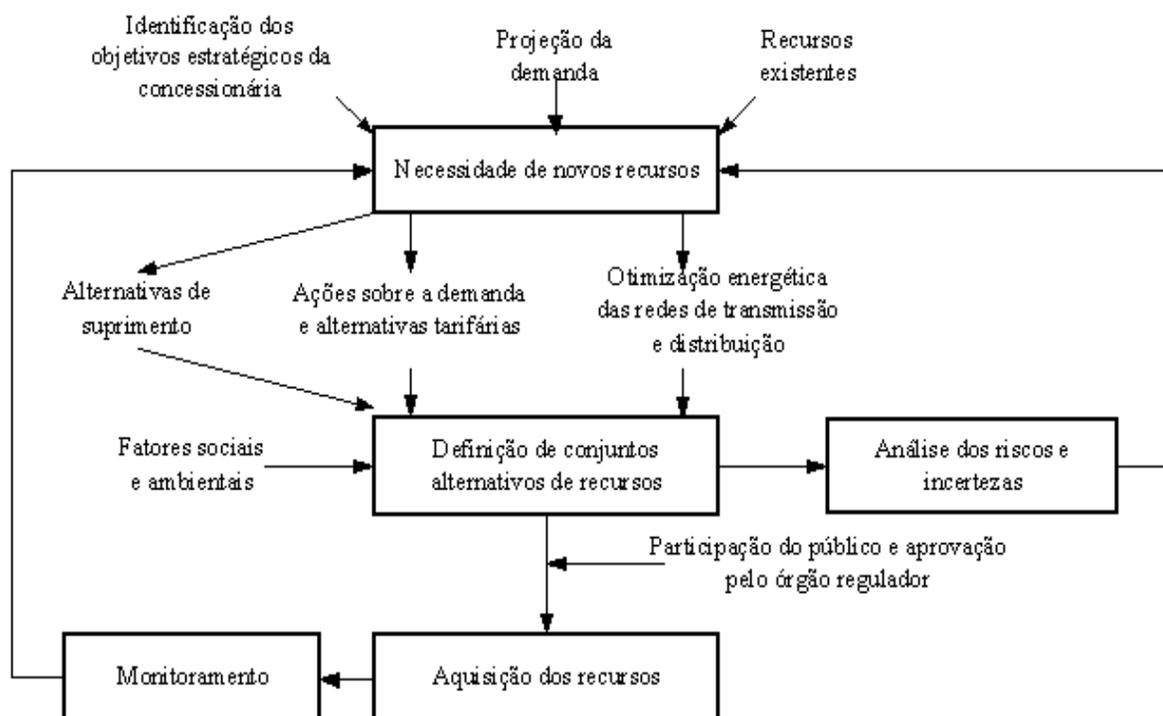


Figura 1: Principais atividades de uma concessionária realizando o PIR

Fonte: JANNUZZI (2006)

Essa abordagem de planejamento tem sido implementada em nível nacional ou para setores de serviços específicos (conforme apresentado para as concessionárias na figura anterior), mas existem muitas razões para o fortalecimento do PIR em aplicações para aglomerados de países (planejamento trans-nacional) ou regionais (PIR aplicado a um município, estado, região). Segundo Graebera *et al.* (2005) as principais motivações para o desenvolvimento de um planejamento integrado com esta visão estão baseadas nos seguintes itens: aproveitamento de recursos em diferentes regiões⁹; aproveitamento dos fatores relacionados a picos de demandas

⁹ Cada região apresenta seu potencial disponível para geração de energia. Alguns locais por possuir maior quantidade de ventos, podem fazer uso da geração eólica, outros, uso da geração solar, e assim por diante.

diferentes em diversas regiões; compartilhamento de reservas entre vários países; aumento da confiança no suprimento; diminuição nos preços dos serviços e redução da degradação ambiental.

O Planejamento Integrado de Recursos deve ser implementado segundo alguns critérios (Jannuzzi, 2006): uma compilação de dados confiáveis sobre padrões de demanda por usos finais de eletricidade; alternativas tecnológicas e curvas de carga (tratamento da demanda por serviços e não kWh); definição de cenários e projeção de demanda nos serviços de energia; cálculo dos impactos nos custos e na carga elétrica das alternativas de gerenciamento da demanda; e comparação dos custos e impactos ambientais.

No âmbito das bacias hidrográficas brasileiras, pode-se estimular um PIR de caráter indicativo¹⁰, envolvendo os setores elétricos e de gás canalizado, a área de recursos hídricos e a área ambiental. Para um bom planejamento nas bacias devem ser estipuladas metas que visem à promoção de projetos economicamente viáveis, de baixo risco regulatório, com mínimos impactos ambientais, e direcionados ao uso múltiplo da água, além de programas integrados de conservação de energia (BAJAY, 2004).

2.3. Gerenciamento pelo lado da oferta

O aumento do nível de serviços de energia exige o aumento da oferta e melhorias na eficiência. No setor de eletricidade, aumentos na oferta incluem expansão da capacidade de geração e melhorias na utilização da capacidade já existente (D'Sa, 2005), que podem ser obtidas de uma variedade de recursos e através de estações de transmissão centralizadas ou locais.

As tecnologias voltadas para o suprimento quase sempre necessitaram de grandes investimentos, baseados em projetos centralizados de geradores, sem considerar os custos

¹⁰ O planejamento indicativo permite que se proponha metas de desenvolvimento para o setor, alinhadas com as políticas energéticas vigentes. Em conformidade com o espírito do planejamento indicativo, estas metas têm que ser flexíveis, precisam ser reavaliadas periodicamente e devem refletir os interesses da sociedade (Bajay e Carvalho, 1998). Isto implica na redução das incertezas e na adoção de novos parâmetros e métodos que dêem conta da complexidade que envolve a indústria de energia (CAIO e BERMAN, 1998).

ambientais e levando em conta apenas o setor financeiro. As formas descentralizadas de ofertar energia a partir da participação dos produtores independentes, da repotenciação e co-geração surgiram como alternativas viáveis a somar ao modelo centralizado. Além disso, existe a possibilidade de maior participação das fontes renováveis com a substituição das tradicionais fontes pelo uso do gás, da energia solar e eólica (DESHUN *et al.*, 1997).

O conceito de Gerenciamento pelo Lado da Oferta (GLO) é um procedimento para identificar todas as possibilidades de suprimento potencialmente disponíveis, incluindo novas tecnologias e novas abordagens de gestão de recursos (Reis *et al.*, 1998).

Em consideração às questões ambientais, devem ser impostos limites para garantia da proteção ambiental. Para este fim, deve-se incentivar a produção de energia centralizada, a partir de mecanismos limpos (carvão vegetal, gás natural, hidráulica) e difundir a participação de fontes descentralizadas, com preferência para as renováveis (biomassa, biogás, eólica, PCHs e solar) (REDDY e SUMITHRA, 1996).

A decisão de investimentos para promoção da energia de origem renovável ganha força, na medida em que ocorrem melhorias nas tecnologias de produção, por fontes alternativas e aparece a preocupação com a sustentabilidade. O uso dos recursos disponíveis em cada local de geração traz consigo uma série de benefícios ambientais, econômicos e maior segurança na provisão de energia (ALNATHEER, 2005).

Cobas (2000) cita que uma definição geral para geração distribuída pode ser estabelecida como sendo qualquer unidade de geração de eletricidade em pequena ou média escala, locada perto dos consumidores; podendo estar conectada à rede de distribuição ou diretamente aos consumidores. Isto significa que a GD não se situa somente no contexto de geração isolada, mas, por outro lado, não precisa de linhas de transmissão ou grandes plantas geradoras centralizadas. Somado a isso, de acordo com Rodrigues (2002), uma maior diversificação das tecnologias empregadas para produção de energia pode ser feita em função dos requerimentos específicos da carga ou da disponibilidade dos recursos energéticos locais.

Dentro do contexto da GD uma medida usual pelo setor energético diz respeito aos processos de co-geração. O Ministério de Minas e Energia (MME, 2006) estabelece que as centrais de co-geração devem ser instaladas nos locais de uso final da energia pelo próprio cliente, ou através de empresas/investidores para produzirem nas suas instalações a energia térmica necessária (vapor, calor, frio).

Na busca por alternativas à geração tradicional de energia, além das fontes renováveis, destaca-se o gás natural (GN). Para isso é importante fomentar seu uso mais intenso.

2.4. Gerenciamento pelo Lado da Demanda

De acordo com Camargo (1998) o Gerenciamento pelo Lado da Demanda (GLD) consiste na adoção de equipamentos mais eficientes e mudanças de atitudes dos consumidores em relação aos diversos usos e gastos. A partir de atividades direcionadas ao consumidor, com o objetivo de gerenciar o consumo (Galvão *et al.*, 1998), busca-se a preservação dos recursos energéticos. No setor de eletricidade, esse gerenciamento pretende garantir um suprimento de energia, sem que haja, muitas vezes, necessidade de altos investimentos em obras de grande porte.

Deshun *et al.* (1997) argumenta que o Gerenciamento pelo Lado da Demanda é um programa direcionado a encorajar os consumidores a um uso racional dos recursos. Para tanto os praticantes deste gerenciamento adotam medidas administrativas e incentivos financeiros, como garantia que as tecnologias de conservação e controle de carga sejam aplicadas, a fim de manter

os níveis de serviços de energia com a diminuição do consumo de eletricidade e da potência demandada.

No setor de eletricidade o controle de carga pode ser compreendido como o subconjunto de ações imediatas e temporárias que uma concessionária ou operadora de sistema empreenda para reduzir a demanda de energia em horários de ponta (KOZLOFF *et al.*, 2000).

Para cada finalidade a que se aplique o gerenciamento de carga, existem diferentes medidas cabíveis. Jannuzzi *et. al.* (2001) esclarecem que uma das ferramentas de gerenciamento disponíveis é o sistema tarifário. Os preços de energia pagos pela sociedade não embutem os custos da produção e do consumo de maneira completa. O custo da eletricidade nos períodos de maior consumo não é repassado ao consumidor residencial. Criar mecanismos que garantam uma tarifa diferenciada em períodos de maior consumo, faz com que diminua a demanda no pico.

Essa política, praticada pelo setor energético faz com que o GLD seja considerado como uma importante fonte de recursos. A maior eficiência no aproveitamento de recursos energéticos viabiliza o atendimento de um maior número de consumidores, sem a necessidade de ampliação da oferta. Dentro deste conceito, a eficiência energética passa a ser aplicada como um recurso, pois garante um uso menor de energia para um mesmo serviço (JANNUZZI, 2000).

De acordo com Geller (2003), para que sejam atingidos resultados concretos de eficiência energética, uma série de medidas deve ser aplicada. Dentre as principais: 1) a adequação de uma infra-estrutura que permita o uso maximizado dos equipamentos disponíveis; 2) No setor de energia, uma importante medida é a adoção de selos de eficiência energética - hoje já são encontrados, porém ainda de forma modesta, a presença de dispositivos mais eficientes para cozinhar¹¹ como no caso dos fogões a GLP e equipamentos que fazem menor uso de eletricidade como refrigeradores e lâmpadas, certificados pelo selo PROCEL de eficiência energética.

¹¹ O programa de etiquetagem de aparelhos domésticos a gás, por meio da utilização de fogões, fornos e aquecedores mais eficientes, visa a estimular a racionalização do consumo de gás em geral, em especial do GLP - gás liquefeito de petróleo (CONPET, 2006).

O processo que garante a etiquetagem de aparelhos mais eficientes necessita da intervenção de órgãos técnicos ou governamentais, que tenham a missão de estabelecer um selo padronizado, e a partir de leis e normas que exijam das empresas, mudanças nos setores fabris de maneira a respeitar a legislação vigente, e assim poder fazer uso do selo de eficiência.

Os Estados Unidos, por exemplo, se consolidaram como o principal país executor de programas de eficiência energética e GLD, a partir de planos federais e estaduais, bem como ações das próprias empresas, o que permitiu um avanço das tecnologias disponíveis comercialmente (JANNUZZI, 2001).

Compreende-se que este processo não se deu momentaneamente já que mudanças necessitam de um tempo para atingir a maturação. Nos Estados Unidos, mesmo antes das reformas do setor elétrico, diversos programas de eficiência energética foram estimulados em níveis estaduais (através de regulações, financiamento para pesquisa e desenvolvimento) e campanhas de informações financiadas pelo poder público. Além disso, a fim de desestimular a expansão da geração, nos EUA, desde a década de 80, passou-se a exigir das companhias de eletricidade a adoção de planejamentos mais dinâmicos (no caso o PIR) que investissem em medidas de gerenciamento pelo lado da demanda (Jannuzzi, 2000). O fato é que essa imposição chamou a atenção de algumas companhias, que na execução desses planos percebiam ganhos e também de outras que apenas o faziam para cumprir as determinações das agências estaduais de regulação.

Em relação aos benefícios, medidas de gerenciamento pela demanda podem surtir índices significativos de economia de energia. Um exemplo claro de economia pôde ser percebido após a crise de abastecimento ocorrida em 2001 no Brasil. A introdução de tecnologias mais eficientes e a substituição de eletricidade por energia solar e gás (GN e GLP), aliado a mudanças nos padrões de consumo da população (em especial, o setor residencial), propiciaram redução no consumo a índices superiores a 20% em algumas regiões do país.

2.5. Barreiras

No que tange o Planejamento Integrado de Recursos, mesmo com as vantagens apresentadas anteriormente, este plano apresenta uma série de barreiras.

2.5.1. Tendência ao Suprimento

Existe uma tendência ao suprimento visando à obtenção de novos recursos, visto que permanece a convicção de que aumentar a capacidade de geração, pelas formas convencionais, aumenta a quantidade ofertada. Nesse aspecto, as medidas de redução de consumo a partir da eficiência, na maioria dos programas energéticos não são consideradas (D'Sa, 2005).

Especificamente, para o setor de eletricidade, a condução de programas visando o suprimento de energia elétrica, insere o forte domínio do paradigma com base no suprimento de forma centralizada, onde a tomada de decisão é baseada no ofertar de forma centralizada, avesso a fontes descentralizadas e GLD (REDDY, 2005).

Nesse contexto, a participação de fontes renováveis de energia e as medidas de conservação ficam prejudicadas por outras barreiras como a infra-estrutura local defasada, a baixa qualidade dos serviços e a falta de informação por parte dos consumidores e fornecedores.

Tomando como base o setor energético, torna-se possível uma comparação com o planejamento do setor de abastecimento de água, onde, de forma semelhante, predomina o paradigma de que dado aumento na demanda, a principal forma de se obter oferta se direciona para a construção de estações de tratamento de água e redes de distribuição desse insumo.

2.5.2. Barreiras Estruturais

Nesta subseção apresentam-se as principais barreiras estruturais baseadas no trabalho de Geller (2003).

Em relação às fontes renováveis, no que tange a infra-estrutura de fornecimento, existem fatores regionais limitantes. De acordo com o autor, para que uma tecnologia evolua dentro de uma determinada localidade é importante que exista uma estrutura inicial que facilite o processo de adaptação tecnológica. Os potenciais das diversas fontes alternativas encontram-se dispersos em regiões específicas, o que cria nichos de mercado também específicos. Como a demanda acaba sendo baixa, torna-se inviável, muitas vezes, a produção local de equipamentos e a importação para aproveitamento desse tipo de energia. Nesse processo, as empresas não investem em tecnologias que ainda não foram estabelecidas em um país; com isso, dificulta-se a presença de equipamentos e cria-se um obstáculo ao crescimento dessas fontes.

Na questão da eficiência energética, em alguns países, principalmente naqueles em desenvolvimento, não existe uma estrutura tecnológica adequada para uma maior aplicabilidade de programas de eficiência. Nessas regiões, existe uma carência de equipamentos eficientes, até pela falta de demanda por esses produtos, já que poucas são as fornecedoras que fazem uso de medidas de eficiência energética. A falta de equipamentos para os consumidores, também contribui para uma menor escala de uso nessas localidades.

Dentro da questão estrutural, fato notório são os problemas relacionados à qualidade. Algumas tecnologias renováveis ainda são tratadas, de fato, como “alternativas”, estando à margem das fontes convencionais. Existe, portanto, uma falta de padronização e de controle da qualidade desses equipamentos, o que coloca no mercado produtos mal dimensionados, aumentando a desconfiança e a tecnologia fica sem credibilidade. Para o GLD, a baixa qualidade de produtos eficientes no uso da energia aumenta a dificuldade de difusão desses produtos para os consumidores. Exemplo disso pode ser relacionado ao setor de iluminação. Algumas lâmpadas e reatores eficientes produzem baixa iluminação e apresentam defeitos com pouco tempo de uso.

Outro fator importante é o superdimensionamento de equipamentos como, por exemplo, do sistema de ar condicionado.

Colocado o debate acerca dos problemas relacionados à infra-estrutura voltada às fontes descentralizadas de energia, percebe-se a contribuição pertinente das tecnologias de energia renovável para com o setor de abastecimento de água. É preciso aprender com esses obstáculos para que no processo de maturação da tecnologia voltada para o aproveitamento de fontes pontuais de água, menores sejam os erros e, por conseguinte, maior rapidez no processo de difusão dos equipamentos. Em um país, extenso como o Brasil, pensar na adoção maciça de uma tecnologia é algo extremamente complicado. No caso do aproveitamento de recursos pontuais na oferta e demanda, localidades distantes ficam prejudicadas e fora do processo de adaptação e participação no plano. Mais problemática é a situação de algumas regiões, que além de maior dificuldade na aquisição de equipamentos, ainda possuem poucas opções de aproveitamento de recursos já escassos.

2.5.3. Barreiras de informações

Segundo Reddy (2005), a base fundamental para o fortalecimento de um Planejamento Integrado de Recursos aloca-se nas informações, mas como as agências e órgãos do governo não fazem uso desta abordagem, a informação acaba não sendo disseminada.

Conforme Souza (2003), a idéia de que os recursos são infinitos é uma visão extremamente difundida na sociedade, levando como consequência a cultura do desperdício. A falta de compreensão dos benefícios sociais proporcionados pelo uso racional constitui-se como uma barreira que deve ser vencida.

No setor de eletricidade, em relação às fontes renováveis, existe uma carência de informação que estimule seu uso. Para os consumidores, um maior conhecimento dos benefícios propiciados pelo uso da energia limpa, como o desempenho, a confiabilidade e mérito econômico dessa forma de energia, poderia alavancar tais tecnologias (Geller, 2003). Para os fornecedores

existe a falta de dados confiáveis dos potenciais de cada região. Isto é fundamental para que se possa localizar, dimensionar e instalar adequadamente os sistemas de energia renovável.

Ainda de acordo com o autor citado anteriormente, em relação à eficiência energética, existe uma falta de mão-de-obra especializada (engenharia e arquitetura) em projetos de eficiência, e, muitas vezes, nos projetos de instalações de novas obras. Afora esses fatores, ainda existem os problemas relacionados à aceitação por parte dos consumidores. A falta de informação (por exemplo, da economia de energia, da diminuição dos gastos, do período de retorno dos investimentos nos equipamentos, entre outros benefícios) impede uma visão mais clara das vantagens do uso de produtos energeticamente eficientes e geram desconfianças¹².

Então, as campanhas direcionadas com base na conservação dos recursos devem ser estimuladas. É preciso que a sociedade faça parte do processo de planejamento. Nesse sentido, entende-se que a população deva ser participante nas ações de um bom plano, e não apenas objeto de sua ação.

2.5.4. Barreiras Econômicas

Souza (2003) define as barreiras econômicas como uma sucessão de fatores como: 1) os baixos custos da produção de energia de forma convencional; 2) os altos custos dos equipamentos de maior eficiência; 3) a falta de apoio governamental; 4) os subsídios concedidos aos combustíveis convencionais fósseis que impedem a adoção de tecnologias limpas.

O fato é que quanto menor o custo da energia para a sociedade, maior a aceitação das tarifas para a mesma. Para a geração tradicional, além dos incentivos financeiros, não se contabilizam os custos inerentes ao processo total de produção de energia (custos ambientais e

¹² No Hospital das Clínicas da UNICAMP (Campinas), um projeto de trocas de lâmpadas comuns por mais eficientes (IEI e ELEKTRO, 2006) apresentou algumas indagações por parte dos funcionários. Dentre elas, a principal foi o prejuízo que essas novas lâmpadas poderiam trazer a saúde das pessoas: “se elas causariam problemas dermatológicos (em especial, o câncer de pele) devido à exposição à iluminação”.

sociais), o que deixa de refletir o preço real da energia que chega ao consumidor. Outro fator importante diz respeito à cobrança de tarifa única pelo uso da energia, não diferenciando nos períodos de maior consumo (horário de pico).

Além disso, para o GLD, os consumidores e empresas podem não dispor de capital necessário para um projeto de eficiência energética e pode não haver financiamento para este. Mais além, sabe-se que para as concessionárias o lucro é palavra chave. Nesse caso lucram mais, quando vendem mais eletricidade. A eficiência energética representa menor lucro para a concessionária quando esta não recebe incentivos financeiros para tais medidas.

Os interesses financeiros dos responsáveis pela adoção de medidas de eficiência energética nem sempre estão alinhados com os interesses dos que se beneficiariam com estas medidas.

Como exemplo, muitas instalações prediais são construídas e renovadas e, muitos produtos adquiridos com base no menor preço inicial e não no menor custo da vida útil. Em relação aos consumidores, estes optam pela compra de aparelhos de menor custo. Para as empresas o custo com energia elétrica não representa grandes valores, o que diminui a valorização da eficiência energética, já que para que seja administrado um programa mais eficiente, o investidor precisa antever vantagens, considerando menores incertezas.

Pelo fato das tecnologias de energia renovável levarem algum tempo para possibilitar retorno do capital, é fundamental oferecer financiamento de longo prazo, com baixa taxa de juros e longo período de empréstimo. Financiadores tradicionais, tais como bancos de desenvolvimento nacionais ou bancos privados, hesitam em conceder empréstimos para tecnologias de energia renovável por causa do pequeno porte do projeto e falta de familiaridade com as tecnologias (GELLER, 2003).

Conclui-se, ser de fundamental importância, que as políticas estejam direcionadas não só à sociedade como um todo, mas que de forma pontual, crie mecanismos de mercado para que,

independente de classes de renda ou entidades envolvidas, as barreiras possam ser quebradas, facilitando assim, um planejamento confiável e robusto.

2.5.5. Barreiras Políticas

O apoio governamental é fundamental para o fortalecimento e implementação de planejamentos como o PIR. Para tanto é necessária a criação de políticas que incentivem a adoção de gerenciamentos eficientes por parte das concessionárias e da população em geral.

Muitos governos dão preferência às fontes de combustíveis fósseis e às tecnologias de geração de eletricidade convencionais ao invés das tecnologias de energia renovável devido principalmente, à tradição, familiaridade, tamanho, força econômica e influência política das indústrias de energia convencional (Geller, 2003). Interesses comerciais criam grandes obstáculos à difusão de medidas mais eficientes. Por exemplo, produtores de carvão e petróleo em conjunto com indústrias que consomem muita energia se opõem à adoção de taxas sobre combustíveis fósseis ou sobre emissões de CO₂. Produtores de equipamentos não aceitam os padrões mínimos de eficiência. No setor automotivo, os impostos sobre veículos não são bem vistos, por causa da diminuição no consumo de gasolina.

2.5.6. Barreiras Institucionais

Para que um processo como o PIR tenha sucesso torna-se necessária a participação de vários envolvidos. Isso significa que setores de diferentes departamentos referentes aos setores de água e energia devem contribuir conjuntamente no planejamento.

Apesar disso, D'Sa (2005) coloca que a falta de integração entre os departamentos governamentais impede a montagem de um planejamento integrado. Isso ocorre porque muitas vezes departamentos importantes para um PIR, como o ambiental e o de energia, trabalham de forma isolada.

A falta de instrumentos governamentais (legislação, marcos regulatórios, políticas de preços) aliada à falta de conexão entre os departamentos contribui ainda mais com a ausência de políticas de financiamento das tecnologias de maior eficácia energética.

De acordo com Reddy (2005) no Planejamento Integrado de Eletricidade, por exemplo, os decisores do mercado de energia somente assumem responsabilidades no caso do gerenciamento pelo lado da oferta e não arriscam no lado da demanda. Nesse aspecto existe uma falta de integração evidente entre as empresas estatais energéticas e as concessionárias de energia, fortalecendo a ausência de estímulos e o aumento de riscos para investimentos.

Para que um PIRA seja bem sucedido é preciso que exista uma parceria entre os setores principais como de energia, meio ambiente e recursos hídricos. Da mesma forma que o presente trabalho visa o empréstimo de conceitos de um setor para outro, torna-se fundamental para o sucesso de um plano a conversa entre os setores, a partir da difusão de conhecimentos e troca de experiência, diminuindo nesse sentido, os erros na execução do mesmo.

Capítulo 3

Gerenciamento dos Recursos Hídricos

3.1. A Situação dos Recursos Hídricos

A demanda mundial por água vem crescendo constantemente, contudo os suprimentos globais são limitados e sua disponibilidade vem se tornando uma questão preocupante para um número cada vez maior de países.

Atualmente, mais de 1,3 bilhões de pessoas carecem de água doce no mundo, e o consumo humano de água duplica a cada 25 anos, aproximadamente. Com base nesse cenário, a água doce adquire uma escassez progressiva e um valor cada vez maior, tornando-se um bem econômico (MACHADO, 2003).

A ONU aponta em seus estudos que o ano de 2015 será o ponto crítico do abastecimento de água para o planeta (World Bank, 2002), fato este que fará desse recurso um bem extremamente valioso e comercialmente disputado.

Uma das questões mais significantes, levantadas pelo Banco Mundial, além da quantidade, é a qualidade da água que abastece a população, já que o acesso a água em condições de uso será reduzido pela metade entre 1990 e 2015 (WORLD BANK, 2002).

Existe uma diferenciação aplicada em relação a qualidade e quantidade de água. Em cidades de pequeno porte, geralmente ao redor de áreas rurais a quantidade da água que pode ser tratada quase sempre chega à estação apresentando qualidade adequada. Já em áreas centrais além do problema da escassez de água, parte do recurso que chega a estação não apresenta uma qualidade adequada de tratamento, fato intensificado devido ao longo trajeto percorrido até a entrada na ETA. Fica claro que uma cidade como São Paulo, por exemplo, possui os dois problemas de escassez: a escassez de água em quantidade e também em qualidade.

O Brasil tem hoje uma posição privilegiada quanto ao volume de recursos hídricos, pois possui cerca de 12 a 13,5% da disponibilidade hídrica superficial mundial (FREITAS e SANTOS, 1999; ANA, 2002).

Porém mais de 73% dessa água doce encontra-se na Bacia Amazônica, habitada por menos de 5% da população. Assim, apenas 27% dos recursos hídricos brasileiros estão disponíveis para 95% da população (Freitas e Santos, 1999). A região Sudeste, que tem a maior concentração populacional (42,63% do total brasileiro), dispõe de apenas 6% dos recursos hídricos, e a região Nordeste, que abriga 28,91% da população dispõe apenas de 3,3% (MACHADO, 2003).

De acordo com Machado (2003), mais grave do que a baixa disponibilidade de recursos hídricos é o fato do seu desperdício. Em média, entre 40% a 60% da água tratada são perdidos no percurso entre a captação e os domicílios, em função de tubulações antigas, vazamentos, desvios clandestinos e tecnologias obsoletas. Além disso, a água doce no Brasil está também ameaçada pelo crescimento da população e da ocupação desordenada do solo, do desenvolvimento industrial e tecnológico, que vem acompanhados de poluição, erosão, desertificação e contaminação do lençol freático.

3.2. As necessidades de água

O consumo de água por parte de uma população varia de região para região, de cidade para cidade e dentro de uma mesma cidade pode variar consideravelmente de um setor de distribuição¹³ para outro (Gomes, 2002).

No setor residencial o uso da água é destinado principalmente para o consumo humano, higiene pessoal e preparação de alimentos. Fins menos nobres como a irrigação de jardins, lavagem de roupas, lavagem do domicílio contribuem na somatória do consumo total.

Para o consumo humano são necessários em média 2 litros de água por dia. Outros usos nas residências consomem aproximadamente 250 litros/dia/pessoa para serviços como lavagem de roupas e louças, chuveiro, etc. (Camargo e Pereira, 2003).

Segundo Tomaz (2000) o consumo de água em uma residência unifamiliar pode variar de 120 a 400 l/hab/dia, dependendo do nível sócio-econômico dos habitantes.

¹³ Os reservatórios principais de água tratada se localizam no entorno das Estações de Tratamento de Água. No entanto, reservatórios menores são dispostos em pontos específicos dentro de uma cidade de maneira a facilitar a distribuição de água.

Os diversos usos nas habitações podem ser visualizados na Tabela 1. Nota-se que o maior consumo de água está direcionado a usos não potáveis como o uso para higiene pessoal, aliado às perdas e desperdícios.

Tabela 1: Estimativa média dos consumos domésticos

Uso Doméstico	l/hab/dia
Bebida e cozinha	10 – 20
Lavagem de roupa	10 – 20
Banhos e lavagem de mãos	25 – 55
Instalações sanitárias	15 – 25
Outros usos	15 – 30
Perdas e desperdícios	25 – 50
TOTAL	100 – 200

* litros por habitante por dia

Fonte: GOMES (2002)

O setor residencial responde por grande parte do consumo de água nas cidades, em relação a outros setores usuários. A literatura apresenta conclusões que devem ser entendidas como medidas possíveis e não como características exatas. Para Rodrigues e Gonçalves (2006), por exemplo, em relação ao consumo de água em áreas urbanas, podem ser citados como características básicas importantes: o consumo residencial é o que possui maior relevância nas regiões metropolitanas e o sistema de medição individualizado em edifícios pode proporcionar reduções significativas no consumo de água nas residências.

Exemplificando, de acordo com Oliveira (1999) citado por Rodrigues e Gonçalves (2006) o consumo de água na região metropolitana de São Paulo está distribuído em: residencial (84,4%), comercial (10,70%), setor público (2,50%) e industrial (2,4%).

Neste setor existe uma relação entre uso e nível econômico da população. Quanto maior a renda das famílias, maior o consumo nas residências. Países mais desenvolvidos tendem a apresentar consumo *per capita* mais elevado do que nos em desenvolvimento, como no caso o Brasil. Esse fato é sustentado pelo maior nível de renda da população. Nos Estados Unidos, por exemplo, aproximadamente três quartos da população consomem água tratada a partir de grandes

sistemas de tratamento. Apesar disso, a grande maioria dos sistemas é de pequeno porte, e precisam atuar de forma eficaz, pois o consumo médio diário nesse país varia de 380 a 950 litros por pessoa por dia em áreas densamente ocupadas (ATKINS, 2007).

Em outras regiões, no setor comercial e industrial o uso da água passa a ser em maior quantidade. No caso dos comércios, por exemplo, o consumo da água é muito superior ao dos domicílios, pois finaliza-se a prover restaurantes, bares, hotéis, pensões, postos de gasolina e garagens, que demandam maior volume de água. Em instituições como escolas e universidades, o consumo médio pode chegar a 50 l/hab/dia (Tomaz, 2000). A maior parte das indústrias utilizam a água como matéria prima ou para atividades como lavagens de ambientes e refrigeração e, apresentam consumos mais elevados do que o setor comercial. No setor industrial, em média, são consumidos 1500 litros/pessoa/dia¹⁴ (Camargo e Pereira, 2003). Conhecer realmente os valores exatos de consumo desses estabelecimentos não é uma tarefa fácil: nesse caso o monitoramento deve ser pontual, pois muitas são as indústrias e comércios optam por fazer uso de águas subterrâneas, não tendo de pagar pelo consumo a partir do abastecimento público.

¹⁴ Na realidade este valor é a somatória de todos os usos da água na indústria como processo de produção, refeitórios e usos em sanitários.

A fim de estipular consumos médios de água para esses setores a Tabela 2 apresenta alguns valores estimados para diversos usos finais da água. As unidades variam de acordo com o tipo de atividade que faz uso do recurso, pois facilita o entendimento global do consumo no setor.

Tabela 2: Estimativa média dos consumos comerciais e industriais

Usos Finais	Consumo
Escritórios comerciais	50 l/pessoa/dia
Restaurantes	25 l/refeição
Hotéis, pensões	10 l/hóspede/dia
Lavanderias	30 l/kg/roupa
Hospitais	250 l/leito/dia
Garagens	50 l/automóvel/dia
Postos de serviços para veículos	150 l/veículo/dia
Indústrias	70 l/operário/dia
Matadouros – animais de grande porte	300 l/cabeça abatida
Matadouros – animais de pequeno porte	150 l/cabeça abatida
Laticínios	1 – 5 l/kg de produto
Curtumes	50 – 60 l/kg de couro
Fábrica de papel	100 – 400 l/kg de papel
Tecelagem (sem alvejamento)	10 – 20 l/kg de tecido
Laminação de aço	85 l/kg de aço
Indústria têxtil	1000 l/kg de tecido
Saboarias	2 l/kg de sabão
Usinas de açúcar	75 l/kg de sabão
Fábrica de conservas	20 l/kg de conserva
Cervejarias	20 l/litro de cerveja

Fonte: Gomes (2002)

Pelo apresentado na tabela anterior é possível identificar que setores de maior consumo como o uso de água nas indústrias de laminação de aço, matadouros e indústrias têxteis, entre outros, não carecem de tanta água potável. Vale ressaltar que usos elevados nas indústrias nem sempre estão voltados às águas potáveis – algumas indústrias utilizam a água potável nos processos de fabricação e também na preparação de alimentos nos refeitórios.

O setor público responde pela parcela de consumo utilizada para irrigação de jardins, lavagem de ruas e passeios, edifícios e sanitários de uso público, alimentação de fontes, entre outros.

Apesar de não constituir um consumo propriamente dito, as perdas são enquadradas na contabilização do consumo de água. E um planejamento que vise aumentar a oferta de água, somente com base no crescimento populacional e econômico não é suficiente. Torna-se importante, então, conhecer os índices de perdas e fugas, pois um plano que não considere esses aspectos é passível de falha e pode não atender a somatória real de consumo da água.

3.3. Implementação e Gerenciamento da Água

Uma maneira de se obter disponibilidade de água com qualidade é mudar a forma de se lidar com os recursos hídricos. Para isso pode-se valer do planejamento.

Nos últimos anos tem-se voltado uma grande atenção para o planejamento como base para o gerenciamento dos recursos hídricos (Andersen, 2000). O planejamento das ações possibilita o estabelecimento de metas e responsabilidades para todos os envolvidos no gerenciamento de recursos da água (Meridith, 1995). Através de um gerenciamento adequado é possível ter um senso contínuo sobre as variáveis do plano de maneira a adaptar o planejamento, em relação às possíveis mudanças. Dentro desse contexto, o gerenciamento dos recursos hídricos guia o planejamento para alcance de suas metas.

O Gerenciamento dos Recursos Hídricos pode ser definido como a forma de resolver as questões de escassez relativas à água. Elementos como preservação, uso, recuperação e conservação de água, que satisfaçam os múltiplos usuários com eficiência e desenvolvimento equilibrado, são levados em conta (LEAL, 2003).

A gestão de recursos hídricos no Brasil esteve por longo tempo reduzida à avaliação quantitativa das reservas hídricas, especialmente para fins de produção de energia, resultado do modelo de gestão centralizado então em vigor, basicamente voltado às necessidades de planejamento estratégico do setor de hidreletricidade (MUÑOZ, 2000).

Nesse período, os setores usuários de recursos hídricos mais dependentes da qualidade de água, incluindo-se o setor de saneamento, ficaram praticamente ausentes do processo decisório no nível sistêmico das bacias hidrográficas, realizando ou projetando seus investimentos de forma pontual e desarticulada (LIBÂNIO *et al.*, 2005).

Os recursos hídricos são vulneráveis às formas pelas quais outros recursos naturais são explorados, em particular o solo, e apresentam elevada sensibilidade a flutuações climáticas, podendo vir a ser bastante impactados por diversas ações antrópicas e por mudanças climáticas.

A gestão dos recursos hídricos faz-se em um ambiente de múltiplos usuários e de conflitos de uso, requerendo complexos sistemas tecnológicos e gerenciais de regulação e uma base legal adequada a lhe dar suporte (NASCIMENTO e HELLER, 2005).

De acordo com Libânio *et al.* (2005) o sistema de gestão de águas a ser implementado no país somente garantirá o aproveitamento sustentável desse recurso se for estabelecida uma nova dinâmica para o planejamento e para a realização de ações de saneamento de forma integral e coordenada.

Portanto, o gerenciamento dos recursos hídricos é entendido como um conjunto de procedimentos integrados de planejamento e administração. Engloba o uso racional da água e a implantação descentralizada e participativa, devendo integralizar os variados fins assim como os diferentes sistemas hídricos dentro da bacia hidrográfica (Tucci, 2001). Para tanto, as ações de gerenciamento precisam da participação de organismos de atuação na área federal, regional, estadual e municipal.

3.4. As formas de Gerenciamento dos Recursos Hídricos

Em se tratando de um plano voltado para os recursos hídricos, as ferramentas que devem ser utilizadas são os gerenciamentos da oferta e demanda de água. No suprimento, ações governamentais e medidas técnicas destinadas a localizar, desenvolver e utilizar novas fontes de água constituem modalidades dessa forma de gerenciar (Rebouças *et al.*, 1999); além disso, complementa-se esse gerenciamento com políticas e ações na administração da quantidade e da qualidade da água, desde sua captação até o sistema de distribuição. Na demanda, as principais ações são a redução do consumo e dos desperdícios, a conservação e a redução das perdas de água.

3.4.1. O Gerenciamento da Oferta de Água

Conforme já comentado, o gerenciamento da oferta de água se baseia no aumento da quantidade em função do crescimento da população. Geralmente, as cidades possuem uma

estação de tratamento que acaba funcionando como unidade base de produção de água. É a partir dela que o recurso chega aos diversos usos demandados. No entanto, nos últimos anos, novas modalidades de aumento da oferta de água vêm sendo estudados. Este é o objetivo dessa seção: apresentar as formas tradicionais de gerenciar a água e inserir as fontes alternativas a fim de suprir a demanda.

3.4.1.1. O Sistema de Abastecimento Público

O planejamento do setor de água destinado ao abastecimento público, baseado exclusivamente no gerenciamento da oferta não difere substancialmente do planejamento tradicional de energia elétrica. A diminuição dos custos, principalmente na infra-estrutura (tubulações e bombas) da unidade de provisão, é um fator limitante na escolha de opções de gerenciamento da água, como no caso da eletricidade (BEECHER, 2007 b).

Na elaboração de planos para aumentar a oferta de água, torna-se indispensável o conhecimento da quantidade de água demandada, incluindo também as perdas quantificadas ao longo do alcance do projeto¹⁵, a disponibilidade hídrica da região e uma escolha prévia do empreendimento (Gomes, 2002). Todos esses elementos passam por uma avaliação econômica visando a minimização dos custos e os possíveis impactos ambientais.

Fora o conhecimento do alcance do projeto, o autor anteriormente citado ainda coloca que é de fundamental importância o conhecimento do crescimento da população a ser atendida pelo sistema de abastecimento. Para isso deve-se levar em conta a evolução desta população ao longo tempo. Geralmente a estimativa do crescimento populacional de um determinado núcleo urbano é fundamentada em dados estatísticos anteriores à época da elaboração do projeto. A partir disso, são estabelecidos modelos matemáticos que se ajustam à variação da população ao longo dos anos de registro dos dados e estima-se a população futura para o horizonte de alcance do plano.

¹⁵ Corresponde a vida útil das estruturas físicas projetadas tanto dos equipamentos como das obras civis. No Brasil, sistemas de abastecimento de água, desde a captação até as ligações prediais, têm sido projetados com alcances que variam de 10 a 30 anos (GOMES, 2002).

Apresentados todos esses conceitos, conclui-se que o Sistema de Abastecimento Público sempre foi visto como unidade produtora e gestora de água. O conceito principal de sistema de abastecimento público deveria ser respeitado como a unidade capaz de fornecer água potável a uma comunidade (Braga *et al.*, 2002). Entretanto, diversos usos são dados para a água que chega das ETAs, muitas vezes menos nobres, que poderiam ser supridos por águas de menor qualidade, ficando a água potável para fins nobres como o consumo humano e outras atividades que exijam condições higiênicas (como hospitais, postos de saúde, etc.).

3.4.1.2. Aproveitamento de água pluviais

O uso da água para fins não potáveis pode ser suprido a partir de fontes alternativas. Estudos analisados por Tomaz (2003) mostram que usos não potáveis representaram 45% de todo consumo residencial nos países por ele estudados. Vaccari (2005) cita o aproveitamento de águas pluviais como uma fonte com potencial de suprimento de água.

A escassez, a perda da qualidade dos mananciais pela crescente poluição, associados a serviços de abastecimento públicos ineficientes, são fatores que tem despertado diversos setores da sociedade ao aproveitamento de água pluvial (PHILLIPPI *et al.*, 2006).

Esse tipo de água faz parte atualmente do gerenciamento urbano de recursos hídricos. Vários países da Europa, Ásia, Oceania e da América utilizam água de chuva em residências, indústrias, comércios e irrigação de agriculturas. A literatura técnica internacional mostra a dedicação de muitos países desenvolvidos em programas e pesquisas visando melhor aproveitamento de água pluvial. Estes trabalhos apresentam experiências na Alemanha, Reino Unido, Japão, Singapura, Hong Kong, China, Indonésia, Tailândia, Índia, Austrália, EUA e muitos outros, além de alguns países da África (PHILLIPPI *et al.*, 2006).

Diferentemente de outros países e culturas, o aproveitamento de água pluvial no Brasil não acompanha o desenvolvimento do país, e só nas últimas décadas esta prática tem ganhado destaque, principalmente na região do semi-árido nordestino. A crença de que a água é infinita e abundante no país, contribui para o baixo aproveitamento de fontes alternativas.

Um processo de aproveitamento dessas águas poderia diminuir os volumes disponibilizados de água potável para fins menos nobres nas residências. A Tabela 3 apresenta a demanda interna e externa de água numa residência familiar.

Tabela 3: Demanda interna e externa de água não potável em uma residência

Demanda Interna	Unidade	Faixa	Valor Usual
Bacia Sanitária – Volume	l/descarga	6 a 15	9
Bacia Sanitária – Freqüência	Descarga/hab/dia	4 a 6	5
Máquina de lavar roupa – Volume	l/ciclo	100 a 190	100
Máquina de lavar roupa – Freqüência	Carga/hab/dia	0,20 a 0,37	0,27
Demanda Externa	Unidade	Faixa	Valor Usual
Gramado ou Jardim – Volume	l/dia/m ²	-	2
Gramado ou Jardim – Freqüência	lavagem/mês	8 a 12	10
Lavagem de carro – Volume	l/lavagem/carro	80 a 150	100
Lavagem de carro – Freqüência	Lavagem/mês	2 a 4	2
Manutenção de Piscina – Volume	l/dia/mês	2,5 a 3,0	3
Manutenção de Piscina – Freqüência	Lavagem/mês	4 a 8	6

Fonte: Vaccari (2005)

Notam-se na tabela anterior que os usos menos nobres consomem grandes quantidades de água. Levando-se em conta que esta água é potável, que consumiu vários insumos no seu tratamento e considerando a pressão sobre os recursos hídricos e sua eminente escassez, torna-se viável o uso das águas pluviais para suprir tais demandas.

3.4.1.3. Reúso da Água

As águas de qualidade inferior, tais como esgotos, águas de drenagem agrícola e águas salobras, devem sempre que possível, ser consideradas como fontes alternativas para usos menos restritivos. O uso de tecnologias apropriadas para o desenvolvimento dessas fontes aliado ao controle da demanda se apresenta atualmente como uma estratégia para a solução do problema da falta universal de água (BRAGA *et al.*, 2002).

O reúso surgiu com o ideal de aproveitamento das águas servidas. A água recuperada pode ser usada para fins diversos, desde que não potáveis. Para esta finalidade as águas captadas devem ter como matéria prima apenas esgotos domésticos, já que efluentes líquidos industriais

com componentes de alto risco são desqualificados para a prática do reúso (Pitton, 2003). No entanto, as águas tratadas podem ser usadas na indústria para posterior substituição nos processos produtivos, desde que processada a níveis aceitáveis.

Ainda para Pitton (2003) a adoção de práticas de uso das águas servidas pode ser utilizada para diversas finalidades não potáveis nos domicílios como nos chuveiros, pias, lavagem de roupa e descarga. No caso das indústrias, o reúso é tido como palavra de ordem, mas são poucas as unidades que circulam a água servida para usos em lavagem de piso e resfriamento.

Em diversos países já existem sistemas capazes de tratar a água para a reutilização. No Arizona (EUA), 80% dos esgotos domésticos são reciclados. No Japão, quase 80% da água industrial é tratada para posterior reutilização. Nos condomínios, hotéis e hospitais japoneses a água usada nos chuveiros é sistematicamente reaproveitada nas bacias sanitárias. No Brasil, as indústrias paulistas tratam cada vez mais seus efluentes, mas a reutilização de água para outras finalidades ainda não é prática corrente (SHUBO, 2003).

3.4.1.3.1. As águas cinzas

O uso de águas servidas pode ser obtido a partir dos diversos setores de serviços, como por exemplo, o aproveitamento das águas cinzas. De acordo com Jefferson *et al.* (1999) estas águas são originadas nas residências a partir do uso de sabão ou de outros produtos para lavagem do corpo, de roupas ou limpeza em geral. De modo geral pode ser definida como a água que não carrega efluentes de vasos sanitários (OTTOSON e STENSTROM, 2003).

Estudos realizados no Brasil e no exterior indicam que as águas cinzas contém elevados teores de matéria orgânica, de sulfatos, além de turbidez e de moderada contaminação fecal. Devido a isso, sua reutilização direta nas edificações não é aconselhável, mesmo porque o aspecto é desagradável e existe a possibilidade da produção de mau cheiro (DIXON *et al.*, 1999).

Bazzarella *et al.* (2003) realizaram pesquisa visando o aproveitamento das águas cinzas e concluíram que havia presença de grande quantidade de matéria orgânica nessas águas. De

acordo com os autores, estas águas, antes de serem utilizadas, devem passar por tratamento, sendo o mais indicado o biológico.

A água cinza pode servir para todo tipo de reutilização, desde que passe por tratamento adequado. Porém, hoje em dia, levando-se em conta as condições técnico-financeiras, a maior parte do reúso se destina para fins não potáveis. Dentre esses, as águas cinzas são comumente utilizadas nas residências nas descargas de bacias sanitárias e irrigação de jardins (GONÇALVES *et al.*, 2006).

De acordo com Eriksson *et al.* (2002) outros usos menos nobres possíveis para água cinzas são: lavagem de vidros e automóveis, combate a incêndios, preparo de concreto, água para caldeira, irrigação de gramados, agricultura, processos industriais específicos e recarga de aquíferos.

Do ponto de vista qualitativo, se o objetivo principal é o do uso em descargas sanitárias, a água de reúso produzida por meio de água cinza deve possuir baixa turbidez, cor reduzida e ausência de odor desagradável (GONÇALVES *et al.*, 2006).

Diferentemente de água pluvial, a oferta não depende de fatores climáticos: a produção de águas cinzas é proporcional ao consumo de água nas residências. Visto isso, enquanto houver pessoas utilizando as instalações hidro-sanitárias de uma edificação, haverá produção de águas cinzas (Gonçalves *et al.*, 2006). Assim, em termos quantitativos, a sua utilização geralmente não comporta riscos de falta de água de reúso para usos não potáveis nas edificações. Pode haver uma defasagem temporal entre a demanda e a oferta, o que implica na necessidade de implantação de um reservatório de estocagem de água de reúso nos edifícios.

3.4.1.3.2. As águas negras

Águas negras são águas residuárias provenientes das bacias sanitárias que contém, de modo geral, fezes, urina e papel higiênico. São compostas por grande quantidade de material orgânico e sólidos em suspensão.

Existe uma definição para outras águas semelhantes às águas negras, mas que apresentam certa segregação: as águas marrons. Estas são provenientes de mecanismos segregadores de fezes, urina e papel higiênico.

Essas águas separadas das demais necessitam de estações de tratamento menores, que operam de forma mais estável e produzem menos sub-produtos.

Para alguns autores, a água proveniente das pias e cozinhas, não tratadas como águas cinzas, contém grande quantidade de óleo e matéria orgânica. Dessa forma, são consideradas também como águas negras (Nolde, 1999 e Christova-Boal *et al.*, 1996). Quanto as finalidades, as águas negras após tratamento adequado, podem ser utilizadas para certos fins industriais.

No caso das águas negras, o processo de tratamento adequado deve considerar o número de contribuintes: o esgoto gerado em uma casa, grupo de casas, prédio de escritórios, hotéis, sempre com o objetivo de otimizar ao máximo o consumo de energia, a qualidade do efluente final e a geração de biossólidos.

3.4.1.3.3. Águas amarelas

As águas amarelas são provenientes de dispositivos separadores de fezes e urina como mictórios ou bacias sanitárias (Nour *et al.*, 2006). Sendo assim, a urina é o principal constituinte da água amarela. Essas águas podem ser recuperadas com ou sem tratamento, tendo como um dos destinos mais viáveis, a agricultura, devido ao fato de serem ricas em nitrogênio.

Para a separação de fezes e urina, podem ser utilizados, como citado anteriormente, bacias sanitárias separadoras (Figura 2), que possuem em compartimento específico para a coleta de urina. Neste tipo de bacia é importante que haja compartimento para armazenamento da água amarela que, posteriormente, poderá ser usada na agricultura.



Figura 2: Bacias sanitárias segregadoras de urina

Fonte: ALVES *et al.* (2006)

Essas bacias experimentam aceitação crescente e já podem ser encontrados em diversas eco-vilas ao redor do mundo na Suécia e Alemanha.

Para o uso das águas amarelas na agricultura são necessários certos processos específicos de tratamento como a estocagem em reservatórios fechados por período de tempo pré-determinado e a concentração para redução de volume e precipitação de cristais (hidroxipatita e estruvita) (NOUR *et al.*, 2006).

Dentre essas, a prática mais utilizada é a estocagem da urina, que reduz os riscos biológicos da sua utilização no setor agrícola. Sabe-se que ao sair dos rins dos indivíduos sem problemas patológicos, a urina é desprovida de organismos patogênicos, porém pode haver contaminação posterior a saída da uretra (Nour *et al.*, 2006). Por tal motivo, a Suécia estabeleceu

uma diretiva para a utilização da urina na agricultura, que coloca períodos de estocagem mínimos para a eliminação de determinados tipos de organismos patogênicos.

Apesar de seu maior uso estar indicado para o setor agrícola, a conservação e reutilização das águas amarelas contribui para a gestão hídrica urbana. Isso se deve a menor disponibilidade demandada pelo setor de agricultura o que aumenta as quantias de água superficial (menores quantidades são tiradas dos rios), favorecendo uma maior disponibilidade para a captação nas áreas a jusante das terras agrícolas.

3.4.2. O Gerenciamento da Demanda de Água

A demanda por água de abastecimento é fortificadora de conflitos pelo uso de recursos hídricos. Com o crescimento populacional e a industrialização, mananciais de abastecimento de água mais próximos à zona rural tornam-se insuficientes ou têm a qualidade das águas deterioradas pela própria expansão urbana. É necessário buscar água em maior volume, mais distante da zona rural, por vezes com transferência de água entre bacias, o que tem gerado atritos (NASCIMENTO e HELLER, 2005).

O gerenciamento da demanda de água é a variação induzida da quantidade e do tempo de uso desta água. Nesta forma de gerenciar opta-se pela aplicação de medidas como conservação e melhorias na eficiência dos seus usos finais.

Este tipo de gerenciamento evoluiu na medida em que se idealizou a minimização dos gastos, com a busca por planejamentos de menor custo com base no Planejamento Integrado de Recursos (Beecher, 2007 a).

No gerenciamento da demanda de água considera-se o uso eficiente com ações aplicadas na conservação e diminuição do consumo da água, além da redução das perdas e desperdícios. A conservação garante benefícios consideráveis, como a menor necessidade de aumento de oferta futura, direcionando medidas conservadoras tanto na oferta quanto na demanda. Além disso, esta

finalidade propicia uma redução do fluxo tanto para o abastecimento quanto para o esgotamento sanitário.

O gerenciamento pela demanda de água não deve ser confundido como uma opção que trará escassez para a população. Na verdade, sua aplicação torna-se viável em períodos de comprometimento da quantidade de água em situações emergenciais ou secas severas.

No gerenciamento da demanda, algumas medidas são viáveis e praticadas com intuito de atuar em pontos específicos. Baseado em Beecher (2007 a) as principais medidas podem ser definidas e melhor caracterizadas como sendo: tarifas orientadas à conservação - onde os custos do consumo da água são diferenciados a fim de se penalizar aqueles que demandam maior volume; incentivo na melhoria dos métodos de identificação de tubulações com problemas de vazamentos - como exemplo, o método da haste de escuta e a geofonia¹⁶; a utilização eficiente da água para rega de jardins - com a indução ao uso de regas em horários específicos (evitando regas em dias úmidos e chuvosos); mudanças no consumo final da água – fortalecendo o uso racional e; programas educacionais no sentido de conscientizar a população sobre os benefícios de conservar os recursos hídricos.

Dentro do processo de tarifação, citado anteriormente, outra medida deve ser implementada para que se garanta o uso eficiente da água. É preciso que sejam criadas leis que tratem da cobrança pelo uso da água. Países como Estados Unidos, França, Alemanha e México incluem no gerenciamento da água a cobrança pelo recurso (ENGENHARIA, 2001). No Brasil, a cobrança é realizada nas Bacias para os rios da União e, atualmente os comitês de bacias hidrográficas buscam a legalização para cobrança em nível estadual e municipal.

¹⁶ Procedimentos realizados para detecção de vazamentos na rede de distribuição. No método da barra de escuta, faz-se uso de um equipamento denominado haste de escuta com amplificador mecânico a fim de detectar os vazamentos a partir de ruídos na rede. O geofonamento é a técnica de escuta de ruído de vazamento através de geofones eletrônicos ou mecânicos (ABENDE, 2004).

3.4.2.1. Redução de Perdas

Nos sistemas de abastecimento público, as perdas referem-se aos volumes de água não contabilizados. As perdas físicas ou reais correspondem à água que não chega aos usuários finais, sendo perdida durante o percurso na rede de distribuição (Gomes, 2005). Alguns sistemas contabilizam nas perdas físicas, o volume de água perdido durante a captação; outras, porém, consideram como sendo perdas físicas os volumes não contabilizados com saídas a partir das ETAs.

As perdas físicas são originadas de vazamentos no sistema, que envolvem desde a captação, adução de água, o tratamento, a reservação, a adução de água tratada e a distribuição. Contribuem para estas, os volumes gastos em atividades na ETA como uso nos floculadores, lavagem de decantadores e filtros, e descargas na rede.

As perdas não físicas correspondem aos volumes não contabilizados; estão relacionados a ligações clandestinas ou não cadastradas, hidrômetros com defeito e fraudes em hidrômetros. Obtêm-se esses valores a partir da diferença entre o volume disponibilizado e o volume faturado (SILVA, 1998). Assim, as perdas aparentes são estipuladas como sendo todo volume de água que de fato é consumido, mas não faturado.

No Brasil, de acordo com estimativas, as perdas (perdas físicas acrescidas das perdas de faturamento) variam de 45% a 50% do volume ofertado à população - em algumas cidades, índices podem chegar a 70% (SNIS, 2005), o que representa cerca de 4,68 bilhões de m³ de água produzidos por ano. Adotando-se uma meta de 25% de perdas, o que representa cerca de 2,08 bilhões de m³ de água produzidos por ano, poder-se-ia economizar algo em torno de R\$ 1,02 bilhão por ano (AGENDA 21, 2000).

Números elevados de perdas não são peculiares do Brasil. Lambert (2001) cita que altos volumes de água são perdidos no mundo, com destaque para Inglaterra e Gales (27% perdas), Austrália (17%) e Malta (50%).

A identificação e separação das perdas físicas de água das não físicas é tecnicamente possível mediante pesquisa de campo, utilizando a metodologia da análise de histograma (registros contínuos) de consumo das vazões macromedidas¹⁷. Nesse caso, a oferta noturna estabilizada durante a madrugada - abatendo-se os consumos noturnos contínuos por parte de determinados usuários do serviço (fábricas, hospitais e outros) - representa, em sua quase totalidade, a perda física no período pesquisado, decorrente de vazamentos na rede ou ramais prediais¹⁸. A perda não física será a diferença entre a perda total de água na distribuição - água não contabilizada - e a perda física levantada (SILVA, 1998).

As principais medidas para a redução das perdas físicas de água no sistema de abastecimento público são descritas por (Conejo *et al.*, 1999) como sendo reduções de pressão¹⁹ na rede, substituição e recuperação de redes, pesquisas de vazamentos e melhorias operacionais. Redes que apresentam índices elevados de pressão tendem a apresentar elevação nos volumes perdidos de água, pois quanto maior a pressão no sistema, maiores as rupturas e vazamentos.

¹⁷ Macromedição é o conjunto de medições realizadas no sistema público de abastecimento de água. Como exemplos citam-se: medições de água bruta captada ou medições na entrada de setores de distribuição (SABESP, 2006).

¹⁸ Ramal de água é a canalização compreendida entre a rede pública de água e o hidrômetro ou o lugar a ele destinado. O ramal é identificado através de um número no cadastro comercial e está associado ao endereço do imóvel. Esta é a forma mais ágil e segura de se obter informações de uma ligação de água (ALMEIDA, 2005).

¹⁹ A pressão é um parâmetro bastante relevante em programas de conservação de água, na medida em que seu controle permite otimizar o funcionamento dos sistemas de distribuição e diminuir as perdas por vazamentos não visíveis. No entanto, ao contrário dos parâmetros anteriores, não existe uma tradição do uso disseminado desse parâmetro no âmbito dos serviços de saneamento. Ao contrário da vazão e do volume, mesmo os prestadores de serviços que trabalham com o parâmetro vazão, não têm séries históricas e metodologias consolidadas para seu uso de forma sistemática. A utilização da pressão vem ocorrendo em casos específicos em diversos serviços, como por exemplo nos casos de identificação de zonas de alta pressão para aplicação de válvulas redutoras ou reguladoras (ALVES *et al.*, 1999).

A maioria dos hidrômetros instalados nas cidades apresenta imprecisões nas medições não sendo possível determinar todo volume fornecido, pois uma parte desse escoar a uma vazão inferior à mínima de operação dos medidores. Fora esse fator, medidores antigos (idade > 8 anos) indicam erros de vazões. A diferença entre a somatória dos volumes medidos pelos hidrômetros e o volume real fornecido é denominada de submedição e não pode ser considerada perda física, já que a água está sendo fornecida ao consumidor, mas não micromedida (COSTA *et al.*, 1999).

4.2.2. Educação e Conscientização para o Uso Racional da Água

Uma etapa de grande importância para toda população consumidora de água são as campanhas de conscientização. Estas podem ser consideradas como uma forma de comunicação mais abrangente tanto do ponto de vista da informação como do tipo de usuário. Nela devem constar abordagens sobre o porquê da economia de água, levando-se em conta aspectos ambientais e econômicos, analisando os benefícios de redução de gastos, bem como a diminuição do consumo de energia elétrica, resultantes de menores volumes produzidos de água e esgoto (GONÇALVES *et al.*, 1999).

Na adoção de campanhas educacionais para conscientizar a população sobre a necessidade de conservação de água devem ser estabelecidos parâmetros que unam o maior número de envolvidos. Torna-se importante que junto às medidas de conscientização da sociedade, mecanismos possibilitem a concretização das ações definidas. Nesse caso a conservação se aplica quando permite que os participantes entendam não apenas o desperdício como fator de economia, mas tenham disponibilidade de acesso a equipamentos mais eficientes e conhecimento total das possibilidades de tal economia.

Uma ação importante para estimular a sociedade a realizar medidas de conservação e diminuição do desperdício de água é incentivar, financeiramente, a partir de subsídios, a penetração de equipamentos eficientes nos setores de consumo (Cardia e Alucci, 1998). Um deles é por meio da bonificação através de abatimentos de impostos em financiamentos de imóveis que possuam equipamentos eficientes. A tarifação para as residências que já estão construídas e melhoram a eficiência no uso da água pode ser diferenciada, diminuindo os custos para estas, a

partir de avaliação do imóvel. Já para os consumos de forma ineficaz, aplicar-se-á punições a fim de penalizar os desperdícios.

Vale ressaltar que campanhas nesse intuito, devem ter começo, meio e fim prévia para finalização. Isso impede que campanhas comecem e se deteriorem ao longo do tempo, o que favorece a desconfiança da sociedade, criando um círculo vicioso de que toda campanha em função da proteção do meio ambiente é falha e com resultados desnecessários para sociedade.

De forma pontual, medidas de médio e longo prazos podem ser propostos como a informação nas escolas (Waack e Pastor, 2004) a fim de sensibilizar as crianças desde o início. Isso favorece para que as novas gerações se familiarizem com o real valor dos recursos naturais e passe a reduzir os desperdícios.

As campanhas devem ser chamativas e visar públicos específicos de toda sociedade: nota-se em muitas campanhas a utilização de conteúdo extremamente técnico, que muitas vezes não é compreendido por todos os leitores.

Enfim, para se convencer realmente a sociedade é preciso mostrar a viabilidade econômica de se conservar a água (Marcka, 2004). As campanhas de informação e de educação devem enfatizar de maneira clara e simplificada os argumentos econômicos em favor da conservação da água, mostrando que as pessoas não terão lucros, porém deixam de perder dinheiro com ela.

3.4.2.3. Eficiência no uso da água

A principal forma de proporcionar melhorias na eficiência do uso está direcionada aos usos finais da água. Dentro dessa questão, o emprego de equipamentos que consomem menores quantidades de água torna-se viável. Isso não quer dizer que haja racionalização de água, apenas os mesmos serviços podem ser realizados com menores quantias do recurso. Um bom exemplo disso refere-se ao sistema energético. No setor de eletricidade a troca de lâmpadas fluorescentes pelas convencionais garante maior eficiência do sistema, menores gastos com energia e proporciona os mesmos serviços de iluminação. No setor de eletricidade, o selo PROCEL, garante a qualidade dos equipamentos em relação a sua eficiência. Outro selo importante é o CONPET que de forma semelhante, monitora os equipamentos que consomem menores volumes de GLP.

Nesse sentido, a discussão para o recurso água, remete-se aos programas de eficiência do setor energético. O uso de equipamentos mais eficientes contribui para a diminuição no consumo de energia. No caso da água não é diferente: a adoção de equipamentos que consomem menor volume de água contribui para a diminuição da pressão sobre os recursos, e garante aumento da oferta.

Devido a crescente necessidade de economia de água, as indústrias de materiais hidro-sanitários têm desenvolvido equipamentos mais econômicos. Dentre os principais, estão os novos dispositivos de limpeza de bacias sanitárias capazes de economizar até 50% da água consumida por um equipamento convencional e torneiras, chuveiros e sistemas de irrigação de jardim que reduzem o volume necessário, normalmente entre 20% e 40%, sem perdas de eficiência. Deve ser dada uma atenção especial ao conjunto bacia sanitária devido a sua importância no consumo final de um domicílio, e também porque a primeira é utilizada na quase totalidade das residências e a segunda está presente em 80% dos domicílios de classe média e alta (Coelho, 2001). Contudo, não se deve perder de vista o fato de que para se atingir um bom resultado em um programa de uso racional, é imprescindível atuar em todos os pontos de consumo ineficiente de água.

Estudos direcionados a conservação de água apresentam os principais equipamentos cuja finalidade é o uso eficiente de água (Sautchúk, 2004; Shubo, 2003; Schmidt, 2004; Hespanhol e Gonçalves, 2006). Por não ser o foco deste trabalho apresentar integralmente esses equipamentos, torna-se importante uma apresentação parcial dos aparelhos que podem ser utilizados para o uso eficiente da água. Gonçalves *et al.*, (1999) esclarece que esta é uma das metas principais do PNDCA (Plano Nacional de Combate ao Desperdício de Água) fortalecendo a substituição de componentes convencionais por aparelhos mais eficientes e poupadores de água, a fim de reduzir o consumo. A seguir, com base nos autores citados anteriormente, explicita-se a com mais detalhes o emprego dos principais equipamentos eficientes no uso da água.

Os mictórios, individuais ou coletivos, são componentes que apresentam grande contribuição para o desperdício de água, levando-se em conta que em muitos edifícios ficam abertos durante grande parte do dia²⁰. Como medida de redução do consumo nesses aparelhos, deve-se adotar medidas de substituição dos registros manuais para liberação de água, propondo uso de mictório com descarga hidromecânica ou eletrônica.

As opções de intervenção em bacias sanitárias são descritas como sendo as bacias sanitárias com válvula de descarga externa e volume de descarga de 6,8 litros para substituir as válvulas de descarga convencionais e a bacia sanitária com caixa acoplada e volume de descarga de 6,7 litros.

Todas as torneiras podem receber algum tipo de intervenção, dentre as quais destacam-se a instalação de arejador convencional ou do tipo chuveirinho, a instalação de registro regulador de vazão, a instalação de esguicho em mangueiras de irrigação de jardins e lavagem de pisos e veículos e a substituição da torneira convencional por torneira hidromecânica ou eletrônica.

As torneiras em sanitários de funcionários e públicos podem ser substituídas por torneiras hidromecânicas ou eletrônicas, que apresentam bom desempenho. Embora as eletrônicas sejam mais eficazes tanto na redução do consumo quanto na questão de higiene, requerem

²⁰ Locais como edifícios comerciais e de grande concentração de pessoas permanecem com os registros dos mictórios abertos durante todo o dia.

remanejamento do sistema elétrico e não funcionarão caso falte energia elétrica. Esta última questão pode ser resolvida com a instalação de torneiras eletrônicas a pilha.

Quando as torneiras convencionais estão em bom estado de conservação ou quando não se dispõe de recursos para a substituição destas torneiras, recomenda-se somente a instalação de regulador de vazão e a reposição do arejador. Caso o modelo da torneira não disponha de arejador, pode-se trabalhar somente com a ação do registro regulador de vazão.

Para os chuveiros e duchas recomenda-se somente a instalação de restritor de vazão, pois com pequeno investimento obtém-se uma redução considerável na vazão. Na ausência de suporte por parte dos chuveiros, estes deverão ser substituídos.

Observa-se que na especificação de restritores de vazão para chuveiros, deve-se verificar a vazão disponível, pois valores de vazão menores que 0,05 l/s são impraticáveis. Os valores de 0,10 a 0,15 l/s estão numa faixa adequada.

Outra forma de reduzir o consumo de água proveniente destes componentes é a especificação de chuveiros com fechamento hidromecânico, os quais fecham automaticamente após 30 segundos. Assim, o usuário acionará o chuveiro cinco vezes por banho, sendo uma para molhar, duas para ensaboar e duas para enxaguar.

Apesar de ainda não ter uma legislação específica para o setor, algumas normas, como da ABNT, citadas anteriormente, criterizam equipamentos de maior eficiência. O uso de tais equipamentos para finalidades diversas, principalmente nas edificações, vem a garantir a conservação a partir do uso mais eficiente da água.

Capítulo 4

O PIRA e o Gerenciamento Integrado da Água

4.1. O Planejamento Integrado de Recursos voltado para a Água

A concepção de planejamentos voltados para o recurso água está ligada a abordagens usuais, tais como o Planejamento Tradicional e o PIR.

Conforme comentado anteriormente, o PIR tem a capacidade de guiar todas as opções desde oferta e demanda de água, bem como articular todos os participantes (órgãos federais, estaduais, municipais, empresas, concessionárias, entre outras) de forma a permitir a interação entre eles, buscando um planejamento sistemático que venha a atender os interesses de quem o executa, da sociedade e do meio ambiente. O PIR seria, então, capaz de guiar os próprios gerenciamentos, de forma que cada opção bem definida, em conjunto com suas respectivas possibilidades, disponibilizasse suprimento adequado de água à sociedade, diminuindo os riscos de escassez.

Notou-se ao longo da revisão da literatura que não existem diferenças consideráveis entre os planejamentos dos setores de energia e de água, pois esses planos envolvem a busca por produção a menores custos, menores riscos na execução dos procedimentos, atração de maiores investimentos e maior apoio regulatório. O controle, nesse caso, é total por parte de quem executa o plano.

O enfoque direto na provisão de água foi padronizado há muito tempo e, junto a isso, a maioria das concessionárias não dispõe de dados confiáveis para que se estabeleçam outros tipos de planos e preocupam-se apenas com os dados que se relacionem diretamente com o setor administrativo ou com a quantidade de água que será necessária no futuro. Nesse sentido as medidas de conservação, quando aplicadas, estão à margem do planejamento e, muitas vezes, não demonstram resultados satisfatórios. Assim, em grande parte das concessionárias e sistemas públicos de abastecimento, os dados coletados estão focados na questão da cobrança. Dessa maneira, não existe uma desagregação confiável como a separação de dados de consumo das edificações residenciais, das indústrias, dos setores comerciais e públicos. Essa separação poderia favorecer a elaboração de um número menor de estimativas, diminuindo também os erros de calibração.

O planejamento visando custos mínimos para a água apresenta-se como a ferramenta capaz de gerenciar todas as opções pertinentes ao recurso água, incluindo os lados da demanda e da oferta. Assim, solidifica-se a idéia de que o produto final apresentará menores custos de produção, criando um plano flexível e de menores incertezas e riscos. De forma geral, esse tipo de planejamento é um plano capaz de guiar todas as opções cabíveis para os recursos da água como a tarifação, a conservação e o gerenciamento integrado; além de estimular a relação entre os diversos usuários da água e departamentos reguladores. O planejamento visando menor custo deve encontrar uma maneira de regular o setor sem visar a extinção de construções de ETAs, e sim estudar as necessidades de aumento da oferta e controle da demanda.

A proposição de um PIR voltado para a água enfatiza a importância de se estabelecer uma maior abertura e participação de diversas instituições governamentais responsáveis pelo planejamento dos recursos hídricos nos processos de tomadas de decisões e coordenação. Assim, o PIRA encoraja o desenvolvimento de papéis institucionais com a participação de novos agentes, além de possibilitar o uso de ferramentas analíticas mais modernas. Em relação aos sistemas de abastecimento de água, um PIRA favorece a eliminação de outro problema na questão dos recursos hídricos - a poluição das águas. Nesse contexto, a administração da demanda proposta no PIRA auxilia no alcance de metas de diminuição da poluição provocada pela falta de tratamento de esgotos em áreas urbanas.

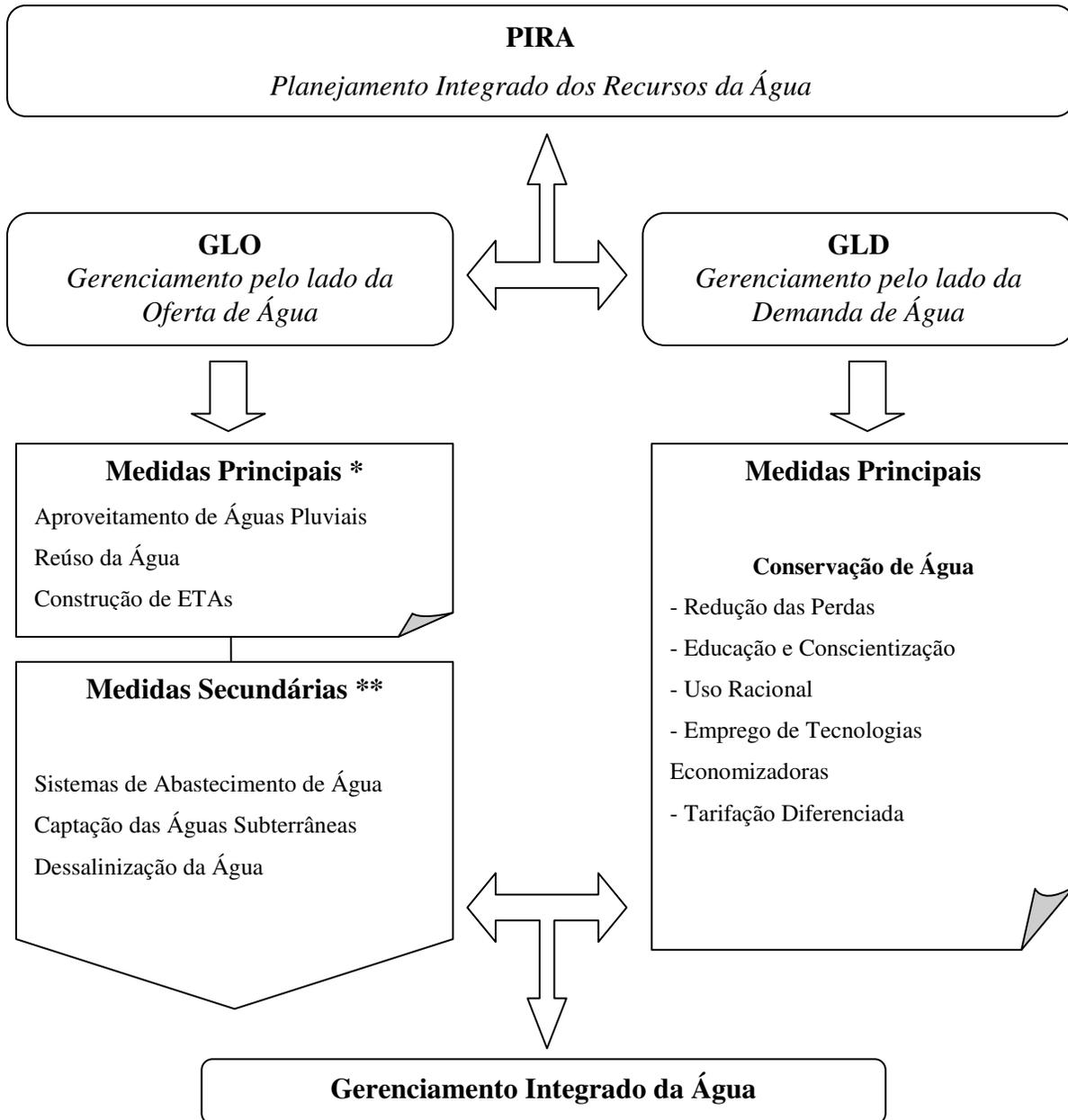
É fato que um planejamento como o PIRA necessita de maior diversidade de informações ambientais, de engenharia, de saúde pública, além das considerações econômicas. Assim, para que o plano torne-se confiável, são cruzados diversos blocos de dados que relacionam a administração das instalações físicas, administração financeira, administração ambiental, de pesquisa e desenvolvimento e o envolvimento público.

No setor de abastecimento público, um assunto particularmente importante é o relacionamento entre o planejamento dos serviços de água com os órgãos governamentais. Torna-se claro que para o sucesso do PIRA deve haver um ambiente regulatório formado que dê liberdade para a execução do plano. Logo, a busca por uma interatividade entre estas instituições favoreceria a adoção de planos mais seguros na manutenção dos recursos hídricos, com qualidade e com menores danos ao meio ambiente (com a preservação das fontes e a diminuição da poluição).

4.2. Estrutura do PIRA

As idéias discutidas ao longo do trabalho permitem elaborar a estrutura de um Planejamento Integrado de Recursos da Água. A

apresenta esta estrutura.



* Medidas importantes para fortalecimento da conservação de água

** Medidas adotadas somente no caso de cidades que não possuem ETAs e no caso de esgotadas todas as alternativas catalogadas dentro das ações principais

Figura 3: Estrutura do Planejamento Integrado de Recursos da Água – PIRA

Nota-se na figura anterior uma diferenciação para três aproveitamentos distintos pelo lado da oferta de água. Cabe destacar que neste trabalho procurou-se construir um planejamento capaz de guiar medidas no sentido da oferta e demanda de água, de forma a diminuir a pressão sobre recursos considerados inviáveis para a preservação das águas. Nesse caso, o aumento da captação a partir dos rios seria cabível, na medida em que se esgotassem todas as outras opções de oferta (incluindo a demanda como suprimento) ou para regiões que ainda não dispusessem de sistemas de abastecimento públicos de água. As águas subterrâneas são grandes reservas de água para o futuro, portanto sua disponibilidade deve ser mantida, visto que, a captação de forma descontrolada deve ser evitada no contexto deste plano. Já a dessalinização ainda se mostra inviável, porque se encontra em fase de estudos, e o país não possui estrutura adequada para transporte e distribuição dessa água.

4.2.1. Critérios para a escolha das opções do PIRA

Os critérios para escolha de opções viáveis que serão aplicadas em um gerenciamento integrado da água devem atender princípios dentro dos setores social, ambiental, econômico e a própria caracterização de pesquisas que permitam alocar uma determinada opção dentro de um critério específico.

De forma geral, a integração de medidas facilita a adoção de uma ou outra carteira, sendo que para cada uma delas uma hierarquia irá existir, privilegiando uma ou outra medida de acordo com a disponibilidade e maior facilidade de adoção pelos executores do plano.

O aproveitamento das águas pluviais consiste em uma medida capaz de proporcionar aumento da oferta de água sem que haja um custo pelo uso do recurso. Apesar de atender o critério pelo lado econômico, seu uso ainda considera barreiras importantes como a tratabilidade e problemas estruturais, no caso de edificações já construídas (muitas delas sem uma área livre para o reservatório). Além disso, a questão regional é importante, pois é preciso que o local indicado para o aproveitamento das águas pluviais faça parte de uma região com média pluviométrica alta.

Dentre às alternativas de ofertar água, o reúso consiste em uma das opções mais viáveis, principalmente para o setor industrial. No caso do uso nas indústrias, o critério econômico passa a ser o principal motivador. Nas edificações o uso da água cinza apresenta vantagens econômicas já que recircula uma água até então descartada. Mas, de forma semelhante ao uso das águas pluviais, apresenta problemas relacionados à saúde pública e ainda faltam estudos que realmente definam a melhor forma de uso destas águas. Para o reúso das águas amarelas e negras os obstáculos são maiores, na medida em que a estrutura existente no país não favorece uma adoção momentânea. Mas, apesar de todas as barreiras existentes, considerar o reúso como opção de aumento da oferta de água é uma medida cabível, pois favorece a sociedade, colocando para uso uma água já servida e diminuindo a pressão sobre o sistema de esgotamento sanitário.

O aproveitamento de águas subterrâneas é dado como inviável devido a um critério político de segurança e eficiência no uso. Diminuir os pontos de captação de águas subterrâneas garantiria que essas permanecessem intactas (pelo menos pela diminuição de perfurações) e forçaria a adoção de medidas de uso sustentável da água. Além disso, permitiria uma maior concentração do recurso como segurança para períodos de estresse hídrico e escassez de água.

No caso da dessalinização considera-se a logística como uma barreira, inviabilizando procedimentos como esse para todas as regiões, visto que o transporte da água seria muito custoso.

O Gerenciamento da demanda, quando faz uso da redução de perdas contribui para o aumento da oferta de água, diminuindo gastos com insumos e aumentando de receita (perda de água representa perda de faturamento).

A educação e conscientização são critérios sociais, pois favorecem a adoção de medidas racionais no uso da água. A sociedade conscientizada e preparada para o uso mais eficiente contribui para a diminuição do desperdício.

Um critério político de favorecimento de normas e legislações faz-se necessário para a eficiência no uso da água viabilizando as ações conservadoras. Além disso, a injeção de investimentos em tecnologia contribuiria para uma indústria nacional de equipamentos eficientes.

A tarifação como critérios político e econômico apresenta vantagens na medida em que força a sociedade a um maior controle sobre o uso da água e diminui perdas.

Finalizando, vê-se como foco de todas as ponderações no gerenciamento integrado da água o critério ambiental. Qualquer medida adotada no lado da demanda e oferta de água tem seu impacto no meio ambiente. O fortalecimento de ações no sistema de suprimento gera uma menor pressão sobre os mananciais, contribuindo para a conservação dos recursos hídricos. No caso de medidas de conservação, o combate ao desperdício de água e às perdas físicas, além de uma maior eficiência no seu uso, contribuem para a manutenção dos serviços de forma satisfatória.

4.3. A Bacia Hidrográfica como unidade Gestora do Planejamento

Entre as soluções apontadas para os problemas que afetam os recursos hídricos, está, em primeiro lugar, a gestão participativa porque a excessiva centralização das ações relativas ao gerenciamento de recursos hídricos prejudica os setores usuários, além de impedir uma maior proteção dos recursos e uma alocação mais racional. A hierarquização dos usos e ações relativas ao gerenciamento dos recursos hídricos deve ser feita com ampla participação dos setores interessados e no nível de decisão mais baixo possível. A ampliação desta participação através da implantação de arranjos institucionais adequados pode ser colocada como o segundo objetivo reivindicado pelos setores interessados.

Levando em conta esse contexto, a gestão dos recursos hídricos tem sido discutida no Brasil e algumas iniciativas tomadas, tanto no nível federal, como no nível dos estados, com aprovação de leis e a reorganização dos organismos envolvidos na área. Os diversos sistemas de gestão implantados ou em discussão no país se baseiam em algumas premissas. Primeiramente, gerenciamento dos recursos hídricos deve ser feito de forma integrada tendo como unidade de gestão a bacia hidrográfica. Em seguida, a gestão deve considerar o princípio do usuário-pagador e do poluidor-pagador, permitindo integrar os custos ambientais aos diversos usos da água. Para que isso seja feito, a gestão deve ser descentralizada²¹, criando-se comitês de bacia que contemplem a participação dos usuários, da sociedade civil e dos governos municipais, viabilizando um gerenciamento de forma integrada.

²¹ A descentralização é vista como processo de transferência da autoridade e do poder decisório de instâncias mais elevadas para instâncias de unidades espacialmente menores, entre as quais o município e as comunidades, conferindo capacidade de decisão e autonomia de gestão para as unidades territoriais de menor amplitude e escala. Representa uma efetiva mudança da escala de poder, conferindo às unidades comunitárias e municipais capacidade de escolha e definição sobre suas prioridades e diretrizes de ação e sobre a gestão de programas e projetos. Não pode, portanto, ser confundida com desconcentração, que representa apenas a distribuição da responsabilidade executiva de programas, projetos e atividades, sem transferência da autoridade e autonomia decisória (ARAÚJO, 2002).

O modelo de gerenciamento no Brasil apresenta problemas em relação à participação devido, fundamentalmente, à falta de transferência do poder decisório das instâncias administrativas superiores para as inferiores, assim como da transferência do poder público para a sociedade (Tarqui e Silva, 2004). Isto cria um impasse no processo de planejamento no contexto de bacia hidrográfica.

O atual modelo de gestão dos recursos hídricos considera como espaços de participação da sociedade e descentralização do poder decisório o contexto da bacia hidrográfica, no nível regional, dependendo da escala da bacia. Não existe uma estrutura de transferência das demandas e problemas do nível municipal (local) para o nível regional (bacia hidrográfica).

Por isso, é necessário repensar a possibilidade de adotar uma nova unidade de planejamento comum a outras áreas, não necessariamente a bacia hidrográfica. Pode-se adotar o município como uma unidade alternativa inserida na bacia hidrográfica. Municípios com um forte poder decisório sobre setores vinculados aos recursos hídricos facilitarão o processo de planejamento e gestão no contexto regional – bacia hidrográfica. No nível municipal, o processo de transferência de poder decisório do poder público à sociedade é mais simples. Então, estará sendo constituído um mecanismo decisório de baixo para cima, que é um dos princípios da Política de Recursos Hídricos

De acordo com Arretche (2000) a descentralização do poder decisório é bem sucedida quando ocorre dentro de um programa intencional, no qual o governo central cria incentivos para que os estados e municípios arquem com os novos programas. Assim, é preciso não somente que as forças locais exijam maiores poderes, mas também, que o governo central aja de forma pró-ativa, propiciando condições para que os atores locais aceitem a descentralização. Em muitos casos, os atores locais resistem à descentralização porque não há incentivos suficientes à adoção de novas responsabilidades.

Na política de recursos hídricos, há um grande problema em relação a tais incentivos. Teoricamente, o incentivo a favor da descentralização viria da cobrança pelo uso da água. O poder de definir preços e prioridades de investimento dos recursos da cobrança seria a principal

fonte da força política dos comitês, um grande incentivo para que sejam criados pelo estado e para a participação da sociedade civil e dos usuários. No entanto, a cobrança praticamente não foi implementada em nível estadual, pelo menos não de acordo com o modelo que daria força aos comitês de bacia (ABERS e JORGE, 2005).

A tomada da bacia hidrográfica como unidade gestora dos recursos hídricos é pertinente, pois já existe uma divisão territorial no país que define o domínio dos usos da água em níveis regionais. Porém, há obstáculos que precisam ser quebrados de maneira a favorecer um maior domínio da bacia como unidade central de gerenciamento. Para tanto, os próximos parágrafos discutem essa problemática com base nos estudos de RAMOS (2007).

Apesar da Lei de Águas ter determinado a gestão por bacias hidrográficas, anteriormente a ela, a Constituição brasileira definiu a dominialidade dos recursos hídricos não em função da bacia hidrográfica em que estão inseridos, mas sim por corpos d'água, divididos em bens da União e bens do Estado.

Este é um dos principais fatores que tornam extremamente complexa a montagem do sistema de gestão de recursos hídricos brasileiro. O modelo de gestão dos recursos hídricos contemplado na Lei 9433 de 8 de Janeiro de 1997 (Brasil, 1997) prevê a gestão por bacias hidrográficas e estas não se enquadram na divisão político-administrativa da federação, e envolvem muitas vezes rios de domínio estadual e de domínio federal. Esta questão poderia ser resolvida de forma mais simples se ocorresse renúncia, por parte dos estados e da União, às incumbências relativas à gestão e sua transferência para os entes gestores definidos na Lei 9433: Comitês e Agências de Bacia.

Considerando-se as limitações de poder impostas pela estrutura federativa do Brasil, um dos principais desafios a ser enfrentado na implantação do sistema de gestão de recursos hídricos é dar operacionalidade aos instrumentos de gestão, principalmente à outorga e à cobrança pelo uso da água. Estes dois instrumentos previstos para atuar de forma conjunta, deverão ser operados pelo poder público estadual e federal de acordo com a dominialidade do corpo hídrico, podendo-se quebrar o princípio da adoção da bacia como unidade de gestão. Para evitar isso é

necessário conferir homogeneidade aos sistemas nacional e estaduais de gestão de forma a simplificar a aplicação dos instrumentos de outorga e cobrança em bacias que envolvam simultaneamente rios federais e estaduais.

Tendo em vista os fatores complicadores derivados da estrutura federalista discutidos anteriormente, o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SINGRH) prevê que todos estes órgãos devem atuar de forma articulada respeitando o princípio da subsidiariedade e ultrapassar os entraves legais a uma efetiva gestão por bacia hidrográfica.

Os Planos de Recursos Hídricos devem estabelecer metas e indicar soluções de curto, médio e longo prazos, com horizonte de planejamento compatível com seus programas e projetos. Outro aspecto ressaltado na legislação é o caráter dinâmico dos planos, que devem estar em contínua atualização e articulados com os planejamentos setoriais e regionais e definindo indicadores que permitam sua avaliação.

O PIRA se apresenta como uma forma viável de planejamento que pode ser inserida no plano das águas do Brasil. Isso não quer dizer que os planos tradicionais elaborados no país serão substituídos, pelo menos momentaneamente, e sim podem atuar de forma conjunta, principalmente dentro das bacias hidrográficas. Para isso, de acordo com o Plano Nacional de Recursos Hídricos, o PIRA é fortalecido, pois engloba em sua formulação o conteúdo exigido para viabilização de planejamentos voltados para a água. Além disso, atua de forma integrada na integralização das opções.

4.5. A Aplicação do PIRA

A concepção de um PIRA apresenta características de maior ou menor viabilidade, do ponto de vista de cada administrador. Assim, é importante que seja concebido um planejamento modelo e a partir deste, novas modalidades sejam adaptadas de acordo com a finalidade e a capacidade que se pretende atingir no futuro. No entanto, cada mudança nas ações ocorridas durante o gerenciamento da água pode direcionar o plano a resultados menos satisfatórios e que de certa forma não contribuam decisivamente com a conservação da água, embora não devam ser desconsideradas. É claro que deve existir um padrão legislado para direcionar tais ações, pois as medidas direcionadas ao melhor uso dos recursos hídricos não podem ser decididas somente com base no interesse de quem executa o plano, do contrário pode ocorrer o risco de se tornar apenas mais uma medida inócua no atendimento à sustentabilidade ambiental.

Com base nessa discussão, o presente trabalho apresenta um conjunto de ações direcionadas ao uso da água. Conforme já comentado, a finalidade pode favorecer a adoção de conjuntos diferenciados de medidas para os lados da demanda e oferta, desde que respeitadas as normas vigentes. Para encorajar a discussão em torno de um plano seguro que utilize ao máximo todas as potencialidades de uma localidade, este estudo ousa, na medida em que direciona ações pontuais, analisar todas as possibilidades de aumentar a oferta de água bem como direcionar medidas para a conservação da mesma.

A Figura 4 a seguir atenta para estas ações de forma a mostrar a hierarquia das medidas adotadas e a condução das mesmas através de um fluxograma da progressão de tais direcionamentos.

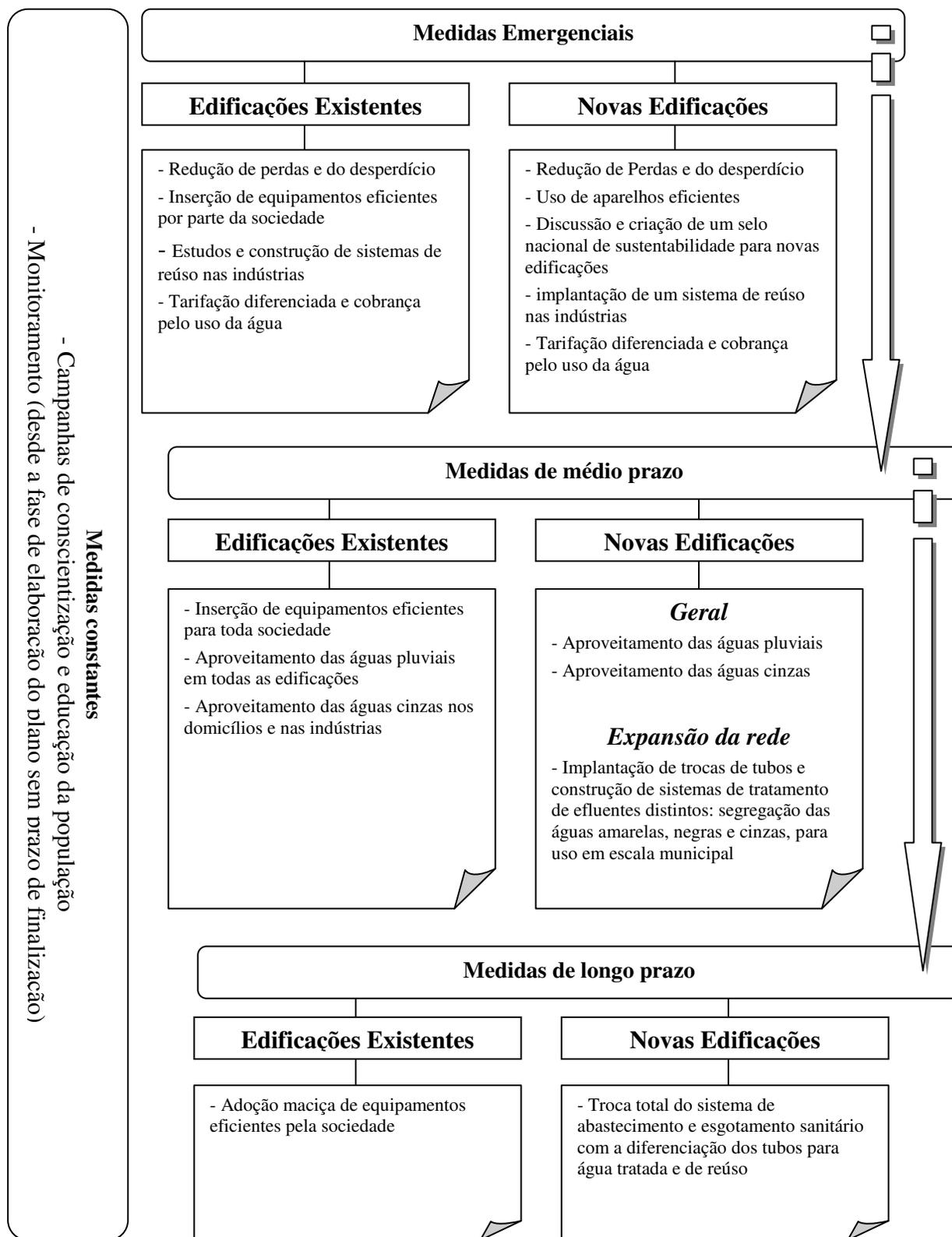


Figura 4: Aplicação de uma carteira de recursos da água com base no PIRA

4.5.1. O uso racional e a conservação de água

De forma geral existe uma diferenciação nos usos dos conceitos de uso racional e conservação da água. De acordo com Oliveira (1999) o uso racional da água apresenta enfoque exclusivo no gerenciamento da demanda de água visando sua otimização em busca do menor consumo.

A definição de Conservação de Água contempla qualquer ação que reduza a quantidade de água extraída das fontes de suprimento, eliminando as perdas e aumentando a reciclagem e reutilização da água (Sautchuck *et al.*, 2005). Portanto, deve ser focado não só a otimização dos usos finais, mas também o gerenciamento com base nas medidas e ações do suprimento - a partir de fontes alternativas.

A aplicação da conservação de água remete-se ao uso racional do recurso, e que de forma sistêmica aporta para concepções de uso eficiente e reúso da água. No sentido de economizar a água, a idéia imediata passa a ser a promoção de economia nos domicílios, nas redes de distribuição e em outras partes do sistema.

Dessa forma, a conservação de água deve ser abordada sob um enfoque abrangente, sendo que um dos pontos a ser discutido é o uso eficiente da água. Para tanto deve-se valer da utilização de equipamentos e dispositivos economizadores, redução das perdas por vazamentos e da adoção de sistemas de recirculação e/ou reutilização de águas de qualidade inferior.

Existe uma diferenciação de medidas de conservação de água para os diversos setores usuários de água. A Tabela 4 apresenta as principais medidas de conservação nos setores industrial, comercial e institucional e residencial.

Tabela 4: Ações de Conservação de Água nas Edificações

Tipologia de Edificação	Ações de Conservação
Residencial	<ul style="list-style-type: none"> – Otimização dos sistemas hidráulicos prediais; – Adequação de componentes hidráulicos (principalmente bacias sanitárias e mictórios); – Adequação de controle de vazões; – Irrigação mais eficiente de áreas com jardins (mangueiras com esguichos e sistema de gotejamento, por exemplo); – Implementação de procedimentos para as atividades consumidoras de água; – Uso de fontes alternativas à água da Concessionária, como água de chuva para lavagem de garagens, veículos, entre outros.
Comerciais e Institucionais	<ul style="list-style-type: none"> – Ações corretivas nos sistemas hidráulicos prediais; – Adequação de componentes hidráulicos (principalmente bacias sanitárias e mictórios); – Melhoria dos sistemas de controle de vazões; – Irrigação de áreas de jardins com maior eficiência (mangueiras com esguichos e sistema de gotejamento, por exemplo); – Implementação de procedimentos para as atividades consumidoras de água; – Reúso aplicado em torres de resfriamento, áreas de irrigação de jardins, bacias sanitárias.
Indústrias	<ul style="list-style-type: none"> – Modificações quanto ao uso da água em equipamentos e processos, com a incorporação de novas tecnologias; – Otimização dos processos de resfriamento; – Reuso aplicado em diversos setores da planta industrial; – Alterações de processo para otimização do consumo de água; – Implantação de sistema de Gestão da Água.

Fonte: VICKERS (2001) e SAUTCHUK *et al.* (2005)

Implantar um Programa de Conservação de Água – PCA em uma residência implica otimizar o consumo de água, com a conseqüente redução do volume de efluentes gerados, e a partir da gestão da demanda de água já estabelecida, pode-se ainda utilizar fontes alternativas de água para fins menos nobres, ou seja, não potáveis. A manutenção dos indicadores de consumo de água já otimizada deve ser garantida por meio do estabelecimento de um Sistema de Gestão de Água.

Assim, para que seja possível a implantação de um PCA em qualquer tipo de edificação, faz-se importante a participação e o entendimento de todos os envolvidos na execução das ações. No caso de uma indústria, é fundamental que a direção participe e esteja comprometida com o programa, para que possa apoiar e direcionar a implementação das ações necessárias. No caso de edificações comerciais ou residenciais, é essencial que a política adotada seja multiplicada para cada usuário desta edificação.

A conservação de água deve ser implementada tanto nas edificações já existentes, quanto em novas edificações. No último caso, o PCA deve ser instalado durante a fase de concepção, de maneira a maximizar os investimentos e possibilidades de atuação.

Com base nos estudos de Sautchuck (2004) e na publicação Conservação e Reúso da Água em Edificações (Sautchuck *et al.*, 2005) os parágrafos seguintes discutem com mais detalhes a implantação de PCAs em novas e já existentes construções.

No caso de uma edificação já existente, a primeira etapa para a implantação de um PCA é denominada Avaliação Técnica Preliminar e consiste na coleta das informações necessárias para análise dos fluxos da água na edificação, usos, quantidades, qualidades da mesma. O diagnóstico realizado nesta etapa através da análise documental e do levantamento de campo permite traçar metas de economia, explicitando a situação atual da edificação.

A etapa posterior avalia a demanda de água, para otimizar o consumo da edificação. Depois, é feita a análise de ofertas de água e então são geradas metas de controle na demanda e oferta de água.

No caso de uma nova edificação, o projeto de sistemas prediais deve ser concebido considerando-se a otimização do consumo e a aplicação de fontes alternativas de água nos usos menos nobres, além de um plano de setorização pré estabelecido.

4.5.2. As campanhas de conscientização

A informação é o primeiro passo para que a adoção de medidas seja praticada. A execução de um plano cuja finalidade seja a conservação de água depende do apoio da população e é importante que a sociedade participe de forma sistemática de todo processo condutivo das ações. Fundamentalmente, para que aceitação das pessoas torne-se ampla é preciso que estas estejam realmente engajadas em todas as etapas desde o início do plano até o fim do processo. Nesse sentido informar a população sobre a real necessidade de combate aos desperdícios de água e melhor uso dos recursos é essencial e, além disso, a sociedade precisa tomar consciência acerca da degradação dos recursos hídricos e sua escassez.

O que se nota nas campanhas ligadas aos usos da água é um direcionamento restrito a um nicho da população. Quase sempre a discussão acerca da água é conduzida nas universidades e setores ligados aos serviços de água, o que não fortalece a disseminação das idéias fora deste âmbito restrito. Mesmo assim, esse direcionamento é importante, pois estes nichos são formadores de opinião. Fora isso, as campanhas direcionadas a população em geral estão dispostas em épocas específicas do ano como nos dias mundiais da água e do meio ambiente, ou em programas esparsos durante determinada atividade de uma empresa ou segmento municipal.

Tendo em vista essa questão, as pessoas precisam conhecer as necessidades de preservação dos recursos e saber de que forma cada indivíduo pode contribuir no sentido de não desperdiçar. Fato é que toda campanha, por mais tocante que seja, só tem um real impacto sobre a sociedade se esta visualizar alguma vantagem ou penalização para si. Nesse sentido, a junção de medidas de conservação de água aliadas a ações de tarifação diferenciada contribui para a participação da população.

Já que as tarifas de água recebem reajustes anuais, uma medida que poderia ser adotada em regiões onde uma mesma concessionária é responsável pelo serviço de abastecimento de água (concessionárias possuem tarifação diferenciada) é a informação da economia monetária que pode ser estabelecida, como por exemplo, a inserção de quantos reais seriam economizados diminuindo o tempo de banho ou optando por não lavar a calçada, por exemplo.

Para obtenção de melhores resultados, a sociedade precisa confiar no serviço, pois esta não dará credibilidade a um plano onde a economia é realizada apenas em suas residências enquanto na rede de abastecimento os vazamentos são constantes. Isso depende do gestor dos serviços de água no município. Se a concessionária ou serviço municipal mostrar que está atuando no sentido de diminuir as perdas, maior será o índice de aceitação do plano.

Neste estudo, a adoção de campanhas de conscientização é aplicada em todas as fases do plano, participando de cada etapa do gerenciamento.

4.5.3. Redução das Perdas de Água

O primeiro passo num programa de conservação de água voltado ao gerenciamento da demanda direciona-se para a redução de perdas físicas de água. Conforme explicitado nos estudos revisados, essas consomem grandes quantidades de água em faixas que vão desde um limite considerado padrão para muitas cidades, em torno de 30%, até índices alarmantes próximos a 70%. Isto quer dizer, na média, mais da metade de água produzida é perdida ao longo do trajeto captação - usos finais.

A maioria dos sistemas de abastecimento público foi construída há décadas e, grande parte destes sistemas já ultrapassou seus “prazos de validade”, causando maiores índices de perdas, devido principalmente à corrosão dos encanamentos e da estrutura. Nesse caso, os reparos, por mais monitorados que sejam não resolvem o problema, apenas prolongam a situação, já que muitas vezes, o conserto de vazamentos em determinado setor, é acompanhado do surgimento de uma nova ruptura próxima a este. Mesmo assim, cada dia mais, o setor de manutenção é solicitado para que resolva problemas relacionados a vazamentos devido a incrustações, pressões elevadas e corrosão nas tubulações das redes de distribuição.

Adicionados às perdas físicas, tornam-se também constantes, problemas relacionados a perdas não físicas, que estão ligadas aos micromedidores²². Os medidores de água, conforme já apresentado, possuem vida útil na faixa de cinco a oito anos e após este prazo necessitam de aferição ou até mesmo a substituição dos mesmos. No setor residencial, principalmente, encontram-se os medidores com prazo além do recomendado, contribuindo de forma sistemática para o índice elevado de perdas não físicas. Fora isso, ainda existe a clandestinidade: os chamados “gatos” contribuem para o aumento dessas perdas. Esse fator representa menor faturamento para a administração do sistema, mas, por mais onerosa que seja a busca pelo aumento da oferta a partir de novas captações, a manutenção das redes também representa um custo significativo. É claro que aqui se discute apenas o suprimento de água, pois quando valorados os critérios ambientais, muito mais custosas seriam as novas fontes do que o processo de manutenção do sistema. Esse deve ser o principal foco nas discussões acerca da melhoria do sistema de saneamento voltado ao oferecimento de água potável. É preciso que sejam discutidas formas de atendimento da demanda de maneira a não causar danos ao meio ambiente e proporcionar maior economia no uso de água, onde a palavra eficiência deve aparecer em todos os âmbitos discutidos, relacionando-se com algumas questões conforme segue: Como aumentar a eficiência do sistema? Qual a melhor maneira de diminuir as perdas de água? Qual a baliza existente entre os custos, a questão ambiental e as vantagens da concessionária? Quais as vantagens para o consumidor e quais os aspectos benéficos para a concessionária?

²² Entende-se por micromedição a medição do consumo realizada no ponto de abastecimento de um determinado usuário, independente de sua categoria ou faixa de consumo (SABESP, 2006). A principal forma de micromedir a água consumida se dá através dos hidrômetros localizados nas residências, indústrias e comércios.

4.5.4. O aproveitamento de Águas Pluviais nas Edificações

Comentado anteriormente, o aumento da oferta de água pode ser conseguido a partir de fontes alternativas. O aproveitamento de águas pluviais constitui uma das alternativas para suprir finalidades de usos menos nobres já que estas águas necessitam de cuidados para seu aproveitamento. Nas áreas mais necessitadas, como nas regiões mais secas, o uso da água pluvial é natural: o processo é o simples armazenamento das águas captadas das chuvas em cisternas. Essas águas, por falta de opção dos habitantes, são utilizadas como se não houvesse qualquer risco a sua saúde. A água pode ser limpa, mas não existe garantia de sua qualidade química. Fora isso, ainda existe a problemática do armazenamento: a maioria das águas acumuladas é consumida *in natura* sem mesmo passar por um processo de desinfecção, a partir de cloração, por exemplo. Nessas regiões, o alto índice de doenças intestinais e mortalidade quase sempre está relacionado ao saneamento em geral (onde é avaliada toda problemática da saúde pública). Por isso é preciso analisar minuciosamente o consumo de água nesses locais, pois a crença na boa qualidade dessa água deve ser questionada.

A elaboração de um conjunto de ações que contemple o uso das águas pluviais a fim de aumentar seu suprimento, deve estar atrelada a uma série de medidas, como a criação de uma estrutura de captação, levando-se em conta que o uso de suas ações não deve fazer parte de regiões onde o índice pluviométrico é baixo. Outro fato ligado a isso diz respeito às formas de se prever a quantidade de chuvas. Nos últimos anos, áreas outrora de condições pluviométricas ditas ideais para este tipo de aproveitamento, podem ter alterados seu perfil pluviométrico.

4.5.5. Eficiência no uso da Água

A adoção de programas que visem aumento da eficiência pode ser proposta em pontos chave de uma cidade. Os sistemas prediais, principalmente, com grandes estruturas como edifícios e indústrias podem se valer da economia de água em seu interior, viabilizando as ações.

No Brasil, ainda não existe um selo específico que certifique equipamentos eficientes no uso da água. Porém, normas da ABNT como a NBR 13713 de 1996 e a NBR 5626 de 1998 são consideradas mecanismos importantes na padronização de aparelhos.

Assim como foi feito nos países do primeiro mundo, o Ministério das Cidades, através do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Habitat - PBQP-H, estabeleceu novos limites máximos de utilização de água para a limpeza de bacias sanitárias, a fim de reduzir o consumo. Segundo essa determinação, até o ano de 1999, as bacias utilizadas no Brasil poderiam consumir até 12 litros de água por ciclo. A partir de 2000, o limite máximo de utilização por bacias sanitárias passou a ser de 9 litros por descarga. Atualmente todas as bacias sanitárias são projetadas para funcionar com apenas 6,8 litros de água.

A política brasileira não pode se basear nos padrões de outros países para definir normas de controle do volume de descarga nas bacias sanitárias. No Brasil, as tubulações são construídas com baixa declividade (DAE, 2007); nos Estados Unidos, por exemplo, a declividade padrão nas construções é superior (em torno de 2%). Nesse sentido entende-se que uma menor quantidade de água nas descargas pode ser adotada naquele país. Uma ampla adoção de equipamentos, que, por conseguinte, necessitassem de menores volumes de descarga, poderia comprometer o sistema de esgoto, diminuindo sua eficiência - a quantidade de água não seria suficiente para carrear todos os resíduos de origem orgânica.

Assim como ocorrido nos Estados Unidos e países da Europa, o conceito de sustentabilidade ou *green building* para construção civil foi adotado no Brasil, pelo fato deste ainda não ter um selo de etiquetagem para edificações (Moura, 2007). Para que uma edificação seja considerada sustentável deve seguir uma série de critérios sendo alguns deles relacionados

com a energia, o tipo de material utilizado na construção e o uso racional da água. O PBQP-H da Secretaria Nacional da Habitação - Ministério das Cidades, criado com o propósito de organizar o setor da construção civil tem atuado nessa área. Os PSQs (Programas Setoriais de Qualidade) estão atuando na fiscalização dos produtos sanitários, com a finalidade de reduzir os desperdícios de água das bacias, registros e torneiras.

De acordo com Moura (2007) a exemplo do que ocorre nos Estados Unidos e na Europa, as construtoras brasileiras estão pesquisando um selo de sustentabilidade para os empreendimentos. Silva (2000) fez um levantamento mundial e pode verificar que existem diversos selos internacionais para certificação de construções sustentáveis e apresenta os principais em seus estudos. De acordo com esta autora, como nenhuma entidade brasileira concede ainda o selo, as construtoras estão recorrendo ao LEED (Leadership Energy and Environmental Design), do Green Building Council, que exige a observância de rígidos critérios, relativos às áreas de desenvolvimento local sustentável, uso racional da água e eficiência energética.

O uso de padronizações adotadas nos países desenvolvidos é desfavorável para a certificação verde no Brasil. Por se tratar de selos baseados apenas em padrões ambientais, e levando-se em conta a diferenciação da agenda brasileira, os critérios passam a ser aplicados de forma distorcida. No Brasil, somente a adoção de critérios não satisfazem um selo sustentável, visto toda a problemática social e econômica. Para que seja peculiar à condição de país em desenvolvimento, as metas ambientais, sociais e econômicas da construção sustentável devem ser integradas.

Os comentários apresentados anteriormente atentam para o desenvolvimento de uma metodologia própria para o Brasil. A discussão de se ter uma certificação brasileira ou adotar padrões importados faz parte das pautas no setor de construção civil (Ilha, 2007). No entanto, para que haja investimento para esta, é necessário que o processo tenha um reconhecimento amplo, principalmente pelo público alvo atingido. Atualmente, somente empresas multinacionais estão valorizando esse tipo de certificação e estas estão acostumadas apenas ao uso da certificação de seus países de origem (Ceotto, 2007). A credibilidade de uma certificação é

importante para seu reconhecimento, e infelizmente no Brasil, ainda não existem instituições fortes e ágeis para garantir esse fundamento.

Diante desta dificuldade, pode-se momentaneamente optar pelo uso de uma forma derivada dos selos internacionais. Silva (2003) apresenta a idéia de se estabelecer uma padronização nacional a partir de um método híbrido que esteja em conformidade com o desempenho e que utilize a análise do ciclo de vida na avaliação do uso de recursos e cargas ambientais envolvidas.

Além dos problemas relacionados ao uso de um selo importado, a adoção de tais pode levar a uma padronização das construções. A discussão acerca de programas voltados a conservação dos recursos é de fundamental importância, no entanto, medidas de conservação e eficiência no uso da água em edificações devem ser formuladas no sentido de guiar ações conservacionistas e não tratadas como funções obrigatórias. Nesse sentido, um edifício pode optar pela escolha de algumas medidas de conservação como a medição individualizada e o aproveitamento das águas das chuvas. É claro que quem optar pela adoção de maiores ações obterá vantagens maiores; por isso, há de se formular, padrões mínimos e máximos de conservação e eficiência no uso da água.

Os chamados selos verdes não indicam apenas que uma obra seja ecologicamente normatizada. Esses selos, que são difundidos em países da União Européia, Japão, Estados Unidos, Austrália e Colômbia garantem que um determinado equipamento foi produzido segundo restrições técnicas criteriosas como aspectos do seu ciclo de vida, matérias primas e insumos.

Além da criação de selos de eficiência para uso da água, deve-se aumentar os mecanismos de apoio ao implemento de indústrias voltadas a produção de equipamentos brasileiros, já que a maior parte dos equipamentos voltados para o monitoramento de recursos hídricos, são importados, caros, e na maioria das vezes não estão aferidos segundo a realidade brasileira. A própria informatização apresenta deficiências: geralmente os softwares elaborados para aplicações de simulação/otimização da água são importados e muitas vezes precisam ser calibrados - o que de certa forma faz com que se usem dados aproximados - gerando erros.

É preciso investir em tecnologia no país considerando o potencial de desenvolvimento em indústrias de equipamentos da área de saneamento e em empresas de consultoria. A idéia principal se baseia na estruturação de duas componentes: uma incorporando aspectos normativos, institucionais, econômico-financeiros e de transferência de tecnologia e outra que englobe Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) de processos (CGEE, 2005). Levando-se tudo isso em conta, a formulação de um programa de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) em uso eficiente da água nas cidades poderia atuar na forma de uma rede cooperativa, com duração limitada.

Considera-se que no final de um programa como o citado anteriormente, poderia haver no país, uma rede habilitada para P&D na área de saneamento²³ para fins de uso da água, em que atuariam indústrias e empresas de consultorias e a conseqüente adesão de cidades e aglomerações urbanas em programas locais de uso eficiente da água. Um cenário como esse, porém, só poderá se concretizar mediante a criação de um ambiente regulatório apropriado (CGEE, 2005) e que permita a implementação das soluções propostas, assim como a existência de políticas de divulgação científico-tecnológica, de transferência de tecnologia e de crédito.

²³ A Pesquisa e Desenvolvimento pode atuar de forma a criar um processo de discussão tecnológica que envolveria o controle de perdas em sistemas de abastecimento de água e P&D em coleta e aproveitamento da água de chuva.

4.5.6. Reúso da Água

O reúso da água apresenta uma série de obstáculos relacionados à questão de saúde pública, pois a definição de tratamentos adequados para cada tipo de água não é uma tarefa de fácil assimilação, além de apresentar barreiras econômicas como os gastos com o empreendimento e a motivação por parte das empresas de saneamento. Se para a empresa tratar o esgoto não a beneficia economicamente, traz vantagens consideráveis ao meio ambiente, pois uma água de melhor qualidade passa a circular. No entanto, o interesse ambiental nem sempre é bem visto por não gerar lucros, a não ser quando subsídios são inseridos no mercado. As normas são importantes, pois promovem o debate sobre a questão e ambiental: por exemplo, algumas empresas internacionais só aceitam adquirir produtos de empresas nacionais normatizadas e fiscalizadas (por auditores nacionais e enviados pelas empresas internacionais. A ISO 14000, norma difundida entre os segmentos produtivos apresenta esse tipo de caracterização. A partir dela é possível caracterizar empresas que se preocupam com o meio ambiente. É claro que somente a normatização não garante que esta seja sustentável. Por vezes, a burocracia e os interesses econômicos prejudicam a adoção de normas, pois critérios mínimos exigidos passam a ser a única busca dentro da administração de uma empresa.

Assim, toda a questão envolvendo o reúso parte de uma posição mais conservadora, voltada exclusivamente para o reaproveitamento das águas servidas nas indústrias e outros grandes consumidores - que não necessitam de uma água dentro dos padrões de potabilidade - até o reúso de forma global onde estão incluídas novas modalidades de reaproveitamento de águas menos nobres como no caso das águas cinzas, amarelas e negras. Apesar de ser uma opção direcionada de reúso, as águas cinzas ainda dependem de grandes estudos e pesquisas que possam extrapolar o seu aproveitamento e dessa forma padronizar um modelo para seu uso. As águas amarelas e negras dependem de um esforço maior. Antes de colocar em prática medidas de aproveitamento, é preciso enfrentar uma grande barreira no que tange a estrutura vigente no país. As tubulações do esgotamento sanitário são únicas e não distinguem os tipos de líquido que por ali se deslocam. Opções de segregação de águas amarelas e negras dependem de tubulações diferenciadas para que possam ser aplicadas. Além disso, os tipos de tratamento (tratamento biológico, químico, físico-químico) de tais águas, ainda são novidade, de forma que pensar em

mudanças baseadas em outros países - que já fazem uso deste tipo de aproveitamento - é uma alternativa ousada e nem sempre eficaz. Do ponto de vista ambiental, torna-se claro que ações para aproveitamento das águas servidas traz benefícios, visto que será lançada uma água com qualidade adequada de à jusante, diminuindo a poluição dos rios e podendo parte desta ser recirculada dentro do próprio município.

A falta de informação da sociedade causa problemas quando adotadas medidas de aproveitamento das águas cinzas sem o devido controle. A adoção de medidas não é tão simples quanto parece. Por isso, torna-se necessário o gerenciamento dessas águas definindo o tipo de ideal do seu e qual a melhor forma de sua manipulação. Além disso, deve existir uma formatação peculiar para tal forma de reaproveitamento: espera-se que a sociedade passe a viabilizar todas as formas de reúso de água cinza dentro das residências, e não somente através de aproveitamentos pontuais. Após definidas as possibilidades, a informação direcionada a sociedade deve continuar de forma que convença a população de que o uso de tais águas é uma operação viável e que traz benefícios tanto para os consumidores, quanto para a preservação do recurso.

As principais barreiras existentes quanto ao uso das águas amarelas e negras estão na infra-estrutura das redes de esgotamento sanitário do país. Conforme já comentado, não existem diferenciações nas tubulações e o líquido escoado se encaminha às estações de tratamento de esgotos, e pensar numa mudança estrutural é algo complicado no momento. Este tipo de medida, no entanto, não pode ser descartado quando se pretenda atingir índices favoráveis de conservação de água, por maior dificuldade que exista, e a construção de estações de tratamento de esgotos deve ser fortalecida, pois muitas cidades descartam seus resíduos líquidos diretamente nos rios, comprometendo a autodepuração e proporcionando a poluição da água. Assim, as captações a jusante são prejudicadas, fortalecendo o processo de escassez de água de boa qualidade e aumentando a pressão sobre a captação de águas subterrâneas.

A aplicação das águas amarelas em áreas agrícolas necessita de estudos, pois sua utilização requer tratamentos específicos que garantam a eliminação de patógenos. O processo de destruição dos organismos patogênicos pode ser realizado no próprio solo pelo mecanismo de depuração, o que permite eliminar microorganismos patogênicos causadores das hepatites, cólera

e outras viroses. Porém, entende-se que nem todas as reservas de águas subterrâneas encontram-se em grandes profundidades; existem bolsões de água localizados a poucos metros da superfície e, dispor as águas residuais com grandes quantidades de urina diretamente no solo sem a devida estocagem, pode favorecer o processo de lixiviação, causando a contaminação do lençol freático.

Apesar da discussão apresentada anteriormente, levando a desconfiança quanto a este tipo de aproveitamento, existe uma falta de estrutura no país que pode favorecer a adoção dessas medidas dentro do PIRA. De acordo com a Fundação Getúlio Vargas (FGV, 2007), mais da metade dos domicílios brasileiros (51,5%) não dispõe de rede de coleta e tratamento de esgoto e o acesso a esse serviço avançou de forma pífia nos últimos 14 anos. Ainda para a FGV o Governo Federal admite o problema e anuncia investimento de R\$ 10 bilhões neste segundo mandato, na tentativa de duplicar o ritmo de expansão. O objetivo é chegar em 2010 com cerca de 80% dos municípios atendidos com redes de água e esgoto. Nesse sentido, já que novas estruturas terão de ser construídas em áreas que ainda não dispõem de redes de esgotamento sanitário, a adoção de planos como o PIRA pode auxiliar para que modelos sejam criados nessa área - com o aproveitamento das águas negras e amarelas. Dessa forma, a atuação se direciona para melhorias da saúde pública, ações de conservação de água e principalmente, a preservação dos recursos hídricos.

4.5.7. Mecanismos Tarifários e de Incentivos Econômicos

Um dos grandes méritos de programas de tarifação está na sua capacidade de forçar o uso mais eficiente do recurso natural. As medidas adotadas durante o período do apagão mostraram que quando a sociedade enxergou maiores gastos no fim do mês, devido ao maior uso da energia elétrica nas residências, passou a economizar. Esse setor foi responsável por grande economia de energia neste período. Além dessa tarifação diferenciada, notou-se na época amplas campanhas para advertir a população. Apesar de economias durante esta fase, com a diminuição das campanhas e ausência das penalizações ocorreu uma decréscimo da participação da sociedade. Nota-se que quando a punição não está presente, um maior gasto está relacionado. Assim, se for aliada uma tarifação adequada a uma campanha persistente, os resultados serão melhores e duradouros.

Em relação à água, medidas pontuais começam a ser direcionadas para punir quem desperdiça o recurso. No final de inverno o consumo de água em São Paulo foi similar ao do alto verão e no mês de setembro de 2007 o racionamento teve de ser aplicado para que os níveis de serviço fossem mantidos. No interior, as cidades estudam meios de aplicar multas para quem desperdiçar água, e adotam o monitoramento das casas onde se usa a água para lavar calçadas e pátios. A exemplo, a prefeitura de Colina, no interior de São Paulo, irá multar quem desperdiça. A medida prevê uma notificação inicial que informa o usuário de seu esbanjamento, e, por duas vezes notificado, será multado em 50% do salário mínimo (BASSO, 2007).

A aplicação de medidas controladoras que envolvam o preço permite a atuação no campo do saneamento a partir de mecanismos como a capacidade de cobrança da água por unidade consumida de forma que o consumidor pague realmente uma tarifa real de consumo (esse procedimento não só funciona como medida na demanda, mas também traz benefícios para o consumidor, já que a maioria das concessionárias de água estipula preços baseados em um nível fixo de consumo mínimo). É fato que a tarifação baseada em um agrupamento de consumo mínimo traz vantagens no campo da eficiência, já que quanto maior o consumo, maior a tarifa paga pelos usuários. No estado de São Paulo, onde a empresa SABESP é responsável pelo abastecimento de água a tarifação apresenta essa característica de blocos fixos de consumo. Apesar disso, duas medidas poderiam complementar a tarifação para se atingir um maior controle: pode-se cobrar tarifas mais elevadas para grandes consumidores de água e um preço mais alto em períodos de escassez, como em épocas de temperaturas elevadas e baixos índices de pluviosidade.

No campo industrial, uma nova forma de tarifação proposta pelos Comitês de Bacias Hidrográficas - entre os principais, o Comitê de Bacia dos Rios Piracicaba/Capivari - tem causado polêmica. A discussão proposta pelos gestores das bacias é pertinente na medida em que visa diminuir a supressão sobre os recursos hídricos. Se a cobrança pela água já era discutida e não vista com apreço pelas empresas, hoje ela se torna mais complicada. A idéia é que as indústrias que captam água diretamente dos rios e poços paguem taxas elevadas pela retirada da água, o que permitirá fortalecer os planos de conservação para este setor. O ideal trabalha

também com a finalidade de difundir uma cobrança para as indústrias com base na água que vem das estações de tratamento. Se a tarifação for elevada para retiradas diretas em rios, poços e também das águas vindas das ETAs, esperar-se-á um fortalecimento da implantação de estações pontuais de tratamento das águas servidas dentro da própria empresa e, quando esta passar a conhecer menores gastos para manter uma estação que possa recircular a água, uma maior aceitação será difundida.

Capítulo 5

Considerações Finais

O principal objetivo desse trabalho foi realizar um levantamento do estado da arte acerca do PIR de maneira a propor a transposição desse tipo de planejamento para o setor de abastecimento público de água.

De acordo com a literatura pesquisada conclui-se que essa transposição é possível já que existe uma semelhança entre o planejamento tradicional do setor de energia e o planejamento em vigor do serviço de água, visto que ambos são voltados principalmente para a oferta deixando o lado da demanda em segundo plano.

Esta proximidade permite que seja proposta uma maior união entre os setores de energia e água, visto que trabalham de forma isolada. Essa contribuição dos setores poderia favorecer planejamentos mais complexos e com menores impactos negativos para ambas as áreas permitindo diminuir os confrontos existentes entre os usos da água.

Com a iminente escassez pode se pensar numa crise para o setor de abastecimento de água conforme foi visto no setor de eletricidade com a ocorrência do apagão em 2001.

Atualmente, no Brasil, adota-se como uma das metas do Plano de Aceleração do Crescimento, a universalização dos serviços de água e esgoto, por anos esquecidos pelos planos de governo. Além de atender a uma necessidade de melhoria das condições de saúde e de vida da

população, a universalização do saneamento se refletirá também na adoção de práticas de conservação e na recuperação da qualidade ambiental dos ecossistemas como um todo. Visto pelo lado do planejamento, é preciso uma difusão de idéias para facilitar o atendimento a todas as camadas da sociedade. Dessa forma, a população atendida adequadamente com água potável e sistema de esgoto passaria a aceitar com mais apreço a idéia do uso racional da água.

Através do conhecimento do PIR foi possível criar o PIRA, um planejamento integrado de recursos voltado para a água.

Para a execução de um PIRA o primeiro passo é a obtenção de dados confiáveis que favoreçam a execução de outros tipos de planos, já que a ausência desses dados resulta na aplicação do planejamento com base somente na oferta de água. A familiaridade com o Planejamento Tradicional mantém a tendência de obtenção de dados que tenham uma relação direta com o setor administrativo ou com base na real necessidade de oferta para atender a demanda no futuro, o que dificulta uma desagregação do consumo por segmentos pontuais - tipo de edificação - e não só por setores (residencial, comercial, público e industrial), como tem sido realizado. Logo, a execução de um plano adequado necessita de maior diversidade de informações, pois este trabalha com uma série de integrações de caráter ambiental, de engenharia, de saúde pública, financiamento, sociedade, além das considerações econômicas.

Ao longo da literatura essa falta de dados confiáveis pode ser verificada principalmente pela tendência de adoção de índices médios de consumo e perdas. Levando-se em consideração uma média geral de perdas para o país pode se admitir que metade da água que é tratada nas estações seria perdida e, por conseguinte, através de uma redução desse nível de perdas, metade da população seria abastecida apenas com água economizada nesse processo. A falta de estudos abrangentes – a maioria dos estudos de redução de perdas analisados durante o trabalho mostra-se baseada apenas grupos de pesquisa restritos – aliada a falta de coleta de dados por parte das concessionárias fortalece o uso de dados médios não confiáveis.

Portanto a confiabilidade em dados para execução do PIRA só existirá mediante a compilação de informações dos diversos segmentos envolvidos no gerenciamento da água, como

das concessionárias, bacias regionais, investimentos, tipos de usos e desagregação do consumo por segmentos e índices reais de perdas.

O segundo passo é a definição dos potenciais de cada região e da bacia hidrográfica, levando em conta a legislação vigente em cada local.

Com relação à Bacia Hidrográfica como gestora do plano das águas no estado, destaca-se a questão da descentralização, que por maior liberdade que dê aos Comitês, precisa favorecer rapidamente a cobrança pelo uso da água para os rios estaduais e municipais, já que os recursos financeiros para a elaboração de planos viriam da cobrança pelo uso da água na bacia. Entende-se, que o governo precisa injetar recursos a fim de estimular planos integrados da água nas bacias. Outro fator importante é a proposição de uma carteira de recursos que coloque o PIRA como planejamento da água a curto, médio e longo prazos funcionando na medida em que define metas de gerenciamento, permitindo adequar ações viáveis e que garantam a sustentabilidade.

Por último sugere-se uma maior articulação dos órgãos desde os níveis federal, estadual e municipal passando principalmente por dentro da própria bacia.

Somada a implantação do PIRA, a participação da população na execução do plano é de fundamental importância, mas as campanhas precisam se fortalecer no sentido de colocar a população em um patamar decisório e não apenas com uma mera colaboração. Além disso, é preciso difundir as campanhas ao longo do ano todo, pois elas têm sido focalizadas em períodos específicos ou datas comemorativas e apresentando foco em nichos restritos. Além disso, está direcionada a padrões definidos (na sua totalidade, toda campanha segue o mesmo ideal), o que impede a atuação em segmentos pontuais (campanhas nas edificações, por exemplo).

Referências Bibliográficas

ABENDE. Associação Brasileira de Ensaio Não Destrutivos e Inspeção. A estanqueidade – detecção de vazamentos não visíveis de líquidos sob pressão em tubulações enterradas Procedimento PR-051 de 02 de Setembro de 2004. Disponível em: <http://www.abende.org.br/down2/down_documentos/pr_051rev2.pdf>. Acesso em: 20 de junho de 2007.

ABERS, R.; JORGE, K. D. Descentralização da gestão da água: por que os comitês de bacia estão sendo criados?. *Ambiente & Sociedade*, vol. 8, n. 2, jul./dez. 2005.

AGÊNCIA ESTADO. 23 setembro de 2007. Brutal atraso no saneamento básico. Baseado no estudo “Metade do Brasil não tem esgoto” realizado por Marcelo Neri da Fundação Getúlio Vargas (FGV). Disponível em: <<http://txt.estado.com.br/editorias/2007/09/23/eco-1.93.4.20070923.23.1.xml>>. Acesso em: 12 de novembro de 2007.

AGENDA 21. Gestão dos Recursos Naturais. MMA - Ministério do Meio Ambiente. Brasília, 2000. Brasil. Legislação Federal. Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, de 08.01.1997. 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. 11 da Lei 8.001, de 13/03/1990, que modificou a Lei 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

ALMEIDA, J. Perdas físicas e econômicas de água nos sistemas de abastecimento público. In: Seminário sobre Abastecimento de água: a problemática da escassez. Seminário do Instituto Regulador de Águas e Resíduos - IRAR em 30 de julho de 2005. Portugal. Disponível em: <http://www.irar.pt/presentationlayer/index_00.aspx>. Acesso em: 04 de junho de 2007.

ALNATHEER, O. The potential contribution of renewable energy to electricity supply in Saudi Arabia. *Energy Policy*, v. 33, 2005. p. 2298–2312.

ALVES, W. C.; COSTA, A. J. M. P.; GOMES, J. S.; NILDA, O. I. Macromedição. PNCDA - Programa Nacional de Combate ao desperdício de Água. DTA D2. Brasília, 1999.

ALVES, W. C.; ROCHA, A. L.; GONÇALVES, R. F. Aparelhos sanitários economizadores. In: GONÇALVES, R. F. (Coord.). *Consumo de Água: uso racional de água em edificações*. PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Rio de Janeiro: ABES, 2006. 352p.

ANA. Agência Nacional das Águas. 2002. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br>>. Acesso em: 12 de novembro de 2006.

ANDERSEN, T. J. Strategic planning, autonomous actions and corporate performance. *Long Range Planning*, Washington DC, n.33, p.184-200. 2000.

ARAÚJO, T. B. Descentralização e participação na reforma agrária. In: em Seminário sobre Reforma Agrária e Desenvolvimento Sustentável, 23 e 25 de novembro, 2002. Fortaleza – CE. Disponível em: <<http://www.nead.gov.br/home/reformades11.htm>>. Acesso em 07 de novembro de 2007.

ARRETCHE, M. Estado Federativo e Políticas Sociais: determinantes da descentralização. São Paulo: Revan, 2000.

ATKINS, W. A. Utility Management. 2007. *Water Encyclopedia: Sciences and Issues*. Disponível em: <<http://www.waterencyclopedia.com/Tw-Z/Utility-Management.html>>. Acesso em: 12 de maio de 2007.

BAJAY, S. V.; CARVALHO, E. B. de. Planejamento indicativo: pré-requisito para uma boa regulação do setor elétrico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO, 3, 1998, São Paulo. ANAIS III Congresso Brasileiro de Planejamento Energético. SÃO PAULO-SP: Sociedade Brasileira de Planejamento Energético, 1998. p. 324-328.

BAJAY, S. V.; LEITE, A. A. F. Planejamento integrado de recursos no âmbito de bacias hidrográficas, no Brasil. In: X CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA, 2004, Rio de Janeiro.

BASSO, F. Informação divulgada no Jornal Hoje no dia 19 de setembro de 2007. Disponível em: <<http://jornalhoje.globo.com:80/TVGlobo/Jornalismo/Telejornais.htm>>. Acesso em: 20 de agosto de 2007.

BAUER, D. C., ETO, J. H. Future directions: integrated resource planning. In: Proceedings from the ACEEE 1992: Summer Study on Energy Efficiency in Buildings, Panel 8: Integrated Resource Planning. American Council for an Energy-Efficient Economy, Washington, DC, 1992. p. 81–86.

BAZZARELLA, B. B.; DIAS, G. B.; MATTOS, C. A.; WIGNER, P. L.; GONÇALVES, R. F. Caracterização e tratamento de águas servidas de origem residencial (águas cinzas) com vistas para o reúso. 23º CBESA. 2003.

BEECHER, J. A. 2007 a. Demand Management. Water Encyclopedia: Sciences and Issues. Disponível em: <http://www.waterencyclopedia.com/Da-En/Demand_Management.html>. Acesso em: 16 de maio de 2007.

BEECHER, J. A. 2007 b. Planning and Management: Water Resources. Water Encyclopedia: Sciences and Issues. Disponível em: <http://www.waterencyclopedia.com/Oc-Po/Planning-and-Management-Water_Resources.html>. Acesso em: 16 de maio de 2007.

BRAGA, B. *et al.* Introdução à engenharia ambiental. São Paulo: Prentice Hall, 2002. 305p.

BRASIL. LEI Nº 9.433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997. 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 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/LEIS/L9433.htm>>. Acesso em: 25 de fevereiro de 2008.

CAIO, L. S.; BERMAN, C. Análise das metodologias de previsão de mercado de energia elétrica face ao novo perfil de planejamento no ambiente pós-privatização. In: CONGRESSO

BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO, 3, 1998, São Paulo. ANAIS III Congresso Brasileiro de Planejamento Energético. SÃO PAULO-SP: Sociedade Brasileira de Planejamento Energético, 1998. p. 256-261.

CAMARGO, A. F. M.; PEREIRA, A. de M. M. Qualidade da água em áreas urbanas. In: BRAGA, R.; CARVALHO, P. F. de (org.) Recursos hídricos e planejamento urbano regional. UNESP, 2003. 131p.

CAMARGO, C. Gerenciamento pelo lado da demanda. Florianópolis: UFSC, 1998.

CARDIA, N.; ALUCCI, M. P. Campanhas de educação pública voltadas à economia de água. PNCDA - Programa Nacional de Combate ao desperdício de Água. DTA B2. Brasília, 1998.

CARTAXO, E. Energia e meio ambiente. Texto para discussão. Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade da Amazônia. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2003.

CEOTTO, L. H. A construção civil e o meio ambiente. Revista Notícias da Construção, ed. 53, 2007. Disponível em: <http://www.sindusconsp.com.br/PUBLICACOES/revista_noticias_construcao/edicao_54/qualidade_e_produtividade_54.htm>. Acesso em: 09 de novembro de 2007.

CETENERG. Secretaria Técnica do Fundo Setorial de Energia. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos: Ciência, Tecnologia e Inovação. Brasília: CGEE, 2002. 40p.

CGEE. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Prospecção tecnológica em recursos hídricos. Brasília: CGEE, 2005. 100p.

CHRISTOVA-BOAL, D.; EDEN, R. E.; MACFARLANE, S. An investigation into greywater reuse for urban residential properties. Desalination, v.106, n.1, p.391-397, 1996.

COBAS, V. R. C. Análise técnica econômica e normativa da geração distribuída. Itajubá: Unifei, 2000.

CODONI, R.; PARK, H.; RAMANI, K. Integrated Energy Planning – A manual. Asian and Pacific Development Centre. Kuala Lumpur. 1985.

COELHO, A. C. Manual de Economia de Água: Conservação de Água. Olinda, 2001.

CONEJO, J. G. L.; LOPES, A. R. G.; MARCKA, E. Medidas de redução de perdas: elementos para planejamento. PNCDA - Programa Nacional de Combate ao desperdício de Água. DTA C3. Brasília, 1999. 31p.

CONPET – Programa Nacional de Racionalização do uso dos derivados de Petróleo e Gás Natural. Selo CONPET de eficiência energética 2006. Disponível em: <http://www.conpet.gov.br/projetos/selo_01.php?segmento=corporativo>. Acesso em: 13 de abril de 2007.

COSTA, A. J. M. P.; SNACHEZ, J. G.; ALVES, W. C.; HERNANDEZ, N. C. Análise de consumo e estimativa de perdas em sistema sujeito à intermitência de abastecimento. IPT. 20º CONGRESSO DA ABES, 1999.

COSTA, R. C. Do model structures affect findings? Two energy consumption and CO₂ emission scenarios for Brazil in 2010. Energy Policy, v. 29, 2001. p. 777-785.

D'Sa, A. Integrated Resource Planning (IRP) and power sector reform in developing countries. Energy Policy, v. 33, 2005. p. 1271–1285.

DAE S/A. Saneamento Básico de Jundiaí. Disponível em: <[http://www.daejundiai.com.br/daesite/biblio.nsf/V03.01/normas/\\$file/Pag%2069_78%20-%20NormasProjetoRedeEsgoto.pdf](http://www.daejundiai.com.br/daesite/biblio.nsf/V03.01/normas/$file/Pag%2069_78%20-%20NormasProjetoRedeEsgoto.pdf)>. Acesso em: 02 de setembro de 2007.

DESHUN, L.; YOUHONG, W.; AIMING, Z. Cost-benefit analysis on IRP/DSM application- a case study in Shanghai. Energy Policy, v. 25, n. 10, 1997, p. 837-843.

DIXON, A.; BUTTLER, D.; FEWKES, A. Water saving potential of domestic systems using greywater and Rainwater in combination. Water Science Technologies, v. 39, n.5, p.25-32, 1999.

ENGENHARIA. São Paulo: Engenho Editora Técnica, n. 548, dez. 2001. 174 p.

ERIKSSON, E.; AUFFARTH, K.; MOGENS, H.; LEDIN, A. Characteristics of grey wastewater. *Urban Water*, v. 4, n.1, p.58-104, 2002.

FGV. Fundação Getúlio Vargas. Saneamento básico avança menos de 1%. Disponível em: <http://www3.fgv.br/ibrecps/CPS_infra/midia/jc1537.pdf>. Acesso em: 12 de novembro de 2007.

FREITAS, M. A. V.; SANTOS, A. H. M. Perspectivas de gestão e informações de recursos hídricos. *O Estado da Água no Brasil*. Brasília: SIH/ANEEL, SRH. 1999. 336p.

GALVÃO, L. C. R.; REIS, L. B.; UADETA, M. E. M.; GIMENES, A. L. V. Aspectos do lado da demanda no planejamento energético no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO, 3, 1998, São Paulo. ANAIS III Congresso Brasileiro de Planejamento Energético. SÃO PAULO-SP: Sociedade Brasileira de Planejamento Energético, 1998. p.352-357.

GELLER, H. S. *Revolução energética: políticas para um futuro sustentável*. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2003.

GIMENES, A. L. V. Modelo de integração de recursos como instrumento para um planejamento energético sustentável. Tese (Doutorado em Energia e Automação Elétricas). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas, São Paulo. 2004. 184p.

GIMENES, A. L. V.; GRIMONI, J. A. B.; UDAETA, M. E. M.; CAMARGO, R.; CARVALHO, C. E. Análise e adequação de roteiros para relatório ambiental preliminar na oferta energética. 5th CLAGTEE - Latin-American Congress: Electricity Generation And Transmission, 16 de novembro, São Pedro, SP, 2003.

GIMENES, A. L. V.; UADETA, M. E. M.; BURANI, G. F.; GALVÃO, L. C. R. Estudos Iniciais de Planejamento Integrado de Recursos para a RDSM. In: AGRENER – 5º Encontro de Energia no Meio Rural e Geração Distribuída, 18 a 22 de outubro de 2004.

GOMES, H. P. *Eficiência hidráulica e energética em saneamento: análise econômica de projetos*. Rio de Janeiro: ABES, 2005. 114p.

GOMES, H. P. Sistemas de abastecimento de água: dimensionamento econômico. João Pessoa: UFPB, 2002. 192p.

GONÇALVES, O. M.; PRADO, R. T.; OLIVEIRA, L. H.; PETRUCI, A. L. Medidas de racionalização do uso da água para grandes consumidores. PNCDA – Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. 1999. 35p.

GONÇALVES, R. F.; BAZZARELLA, B. B.; PETERS, M. R.; PHILLIPPI, L. S. Gerenciamento de água cinzas. In: GONÇALVES, R. F. (Coord.). Consumo de Água: uso racional de água em edificações. PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Rio de Janeiro: ABES, 2006. 352p.

GRAEBERA, B.; FECHERB, R. S.; GONAH, B. Optimizing trans-national power generation and transmission investments: a Southern African example. Energy Policy, v. 33, 2005. P. 2337–2349.

HESPANHOL, I.; GONÇALVES, O. M. Manual de conservação e reúso de água para a Indústria. Rio de Janeiro, 2006. 92p.

IEI. International Energy Initiative. ELEKTRO. Projeto de Eficiência Energética Hospital de Clínicas da UNICAMP - Fase 2. Aplicações de Questionários. 2006.

ILHA, M. S. O. Informação Pessoal. 2007.

INC., V. C. G. Guidelines for implementing an effective integrated resource planning process. Denver, Colorado: AWWA Research Foundation and American Water Works Association, 1997.

JANNUZZI, G. M. Aumentando a eficiência nos usos finais de energia no Brasil. Apresentado no Evento Unicamp 20 anos. Disponível em: <<http://www.fem.unicamp.br/~jannuzzi/documents/unicamp-20anos.pdf>>. 2001. Acesso em: 13 de março de 2007.

JANNUZZI, G. M. Planejamento Integrado de Recursos. Notas de aula – Disciplina: Planejamento Energético Regional. Mestrado em Planejamento de Sistemas Energéticos, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas. 2006.

JANNUZZI, G. M. Políticas públicas para eficiência energética e energia renovável no novo contexto de mercado: uma análise da experiência recente dos EUA e do Brasil. Campinas: Autores Associados, 2000.

JANNUZZI, G. M.; KOZLOFF, K.; COWART, R.; MIELNIK, O. Energia: recomendações para uma estratégia nacional de combate ao desperdício. Campinas: USAID, 2001.

JANNUZZI, G. M.; SWISHER, J. N. P. Planejamento Integrado de Recursos energéticos: meio ambiente, conservação de energia e fontes renováveis. Campinas: Autores Associados, 1997. 246p.

JERFFERSON, B.; LAINE, A.; PARSONS, S.; STEPHERSON, T.; JUDD, S. Technologies for domestic wastewater recycling. Urban Water, v. 1, n.4, p.285-292, 1999.

KING, C. S.; RAMACHANDRAN, M. Integrated Energy Planning Model for the Rural Residential Sector (IEPMRRS). AER - Advances in Energy Research, 2006.

KOZLOFF, K.; COWART, R.; JANNUZZI, G. M.; MIELNIK, O. Recomendações para uma estratégia regulatória nacional de combate ao desperdício de eletricidade no Brasil. USAID, 2000.

LAMBERT, A. International report on water losses management and techniques. IWA Conference, Berlin, Alemanha, 2001.

LEAL, A. C. Gestão urbana e regional em bacias hidrográficas: interfaces com o gerenciamento de recursos hídricos. In: BRAGA, R.; CARVALHO, P. F. de (org.) Recursos hídricos e planejamento urbano regional. UNESP, 2003. 131p.

LEITE, A. A. F. Prospecção de mercados regionais de energia, associados a planos energéticos nacionais e projeções estaduais, como contribuição a um planejamento integrado de recursos em bacias hidrográficas. Tese (Doutorado em Planejamento de Sistemas Energéticos). Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2006.

LIBÂNIO, P. A. C.; CHERNICHARO, C. A. L.; NASCIMENTO, N. O. A dimensão da qualidade de água: avaliação da relação entre indicadores sociais, de disponibilidade hídrica, de

saneamento e de saúde pública. Engenharia Sanitária e Ambiental, v.10, n.3, jul./set., 2005, p. 219-228.

MACHADO, C. J. S. Recursos hídricos e cidadania no Brasil: limites, alternativas e desafios. Ambiente & Sociedade, vol. 6, n.2, jul./dez., 2003.

MARCKA, E. Planos regionais e locais de combate ao desperdício de água. PNCDA - Programa Nacional de Combate ao desperdício de Água. DTA A5. Brasília, 2004.

MAUAD, F. F. Planejamento integrado de recursos hidroenergéticos: o confronto de usos múltiplos da água no aproveitamento hidroelétrico de Alqueva em Portugal. Tese (Doutorado em Planejamento de Sistemas Energéticos). Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2000. 182p.

MEREDITH, J. R.; MANTEL, S. J. Project Management: a managerial approach. 3.ed. United States of America: John Wiley & Sons Inc., 1995. 616p.

MME. Ministério de Minas e Energia. EPE. Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional 2006: ano base 2005. Rio de Janeiro: MME/EPE, 2006. 60p.

MOURA, E. Green Building. IPT na Mídia, São Paulo, 01 de junho de 2007. Instituto de Pesquisa e Tecnologia – IPT. Disponível em: <<http://www.ipt.br/institucional/imprensa/midia/?ID=8200>>. Acesso em: 02 de julho de 2007.

MUNÕZ, H. R. Razões para um debate sobre as interfaces de gestão dos recursos hídricos no contexto da Lei de Águas de 1997. In: MUNÕZ, H. R. (coord.). Interfaces da gestão de recursos hídricos: desafios da Lei de Águas em 1997. 2.ed. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente, 2000.p.13-30.

NASCIMENTO, N. O.; HELLER, L. Ciência, tecnologia e inovação na interface entre as áreas de recursos hídricos e saneamento. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 10, n.1, jan./mar., 2005, p.36-48.

NOLDE, E. Greywater reuse systems for toilet flushing in multi-story buildings – over ten years experience in Berlin. Urban Water, v. 1, n.4, p.275-284, 1999.

NOUR, E. A. A.; PHILLIPPI, L. S.; ROSTON, D. M.; ZANELLA, L.; GONÇALVES, R. F. Gerenciamento de águas negras e amarelas. In: GONÇALVES, R. F. (Coord.). Consumo de Água: uso racional de água em edificações. PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Rio de Janeiro: ABES, 2006. 352p.

OLIVEIRA, L. H. Metodologia para a implantação de programa de uso racional de água em edifícios. 1999. 344p. Tese (Doutorado) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, USP. São Paulo, 1999.

OTTOSON, J.; STRENSTRÖM, T. A. Faecal contamination of greywater and associated microbial risk. *Water Research*, v. 37, n.3, p.645-655, 2003.

PENA, D. Comentários sobre a ARSESP. 05 de Setembro de 2007.a. Disponível em: <<http://www.saneamento.sp.gov.br/arsesp.htm>>. Acesso em: 10 de setembro de 2007.

PHILLIPPI, L. S.; VACCARI, K. P.; PETERS, M. R.; GONÇALVES, R. F. Aproveitamento da água de chuva. In: GONÇALVES, R. F. (Coord.). Consumo de Água: uso racional de água em edificações. PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Rio de Janeiro: ABES, 2006. 352p.

PITTON, S. E. C. A água e a cidade. In: BRAGA, R.; CARVALHO, P. F. de. (org.). Recursos hídricos e planejamento regional. UNESP. Rio Claro, 2003. 131p.

PNUD - O Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. PAC prevê que Brasil atinja ODM de esgoto. 15/02/2007. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/saneamento/reportagens/index.php?id01=2601&lay=san>>. Acesso em: 12 de novembro de 2007.

QUEIROZ, G. C. Uma metodologia para tomada de decisão combinando princípios do PIR e critérios de estudos de impactos ambientais. Dissertação (Mestrado em Planejamento de Sistemas Energéticos). Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 1999. 228p.

RAMOS, M. O. M. Gestão de recursos hídricos e cobrança pelo uso da água. Escola de Administração Pública da Fundação Getúlio Vargas. Disponível em: <<http://www.eclac.cl/dmaah/>>. Acesso em: 05 de novembro de 2007.

REBOUÇAS, Ac C. *et al.* Águas doces no Brasil – capital ecológico, uso e conservação. São Paulo: Escrituras Editora, 1999. 717p.

REDDY, A. K. N. Integrated Electricity Planning: Some personal reflections. 2005. Disponível em: < <http://www.amulya-reddy.org.in/Publication/aknr.pdf> >. Acesso em: 14 de março de 2007.

REDDY, A. K. N. SUMITHRA, G. Integrated Resource Planning (IRP). 1996. Disponível em: <http://amulya-reddy.org.in/Publication/1996_01_IRP.pdf>. Acesso em: 14 de março de 2007.

REDDY, A. K. N.; SUMITHRA, G. D. Integrated Resource Planning. Energy for Sustainable Development (Special issue on electric power reforms), v. 3, n. 6, 1997. p. 14–16.

REIS, L. B. dos.; GALVÃO, L. C. R.; CARVALHO, C. e. Planejamento da integração energética voltado ao desenvolvimento sustentável com ênfase às interligações elétricas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO, 3, 1998, São Paulo. ANAIS III Congresso Brasileiro de Planejamento Energético. SÃO PAULO-SP: Sociedade Brasileira de Planejamento Energético, 1998. P.244-250.

RODRIGUES, C. Mecanismos Regulatórios, tarifários e econômicos na geração distribuída: o caso dos sistemas fotovoltaicos conectados à rede. Dissertação (Mestrado em Planejamento de Sistemas Energéticos). Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2002.

RODRIGUES, L. C. S.; GONÇALVES, R. F. Avaliação da eficiência de dispositivos economizadores de água em edificações residenciais em Vitória (ES). VIII SIBESA – SIMPÓSIO ITALO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 17 a 22 de setembro de 2006, Fortaleza, Ceará.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Métodos de medição usados pela empresa. Informações coletadas pessoalmente na empresa. Espírito Santo do Pinhal, SP. 2006.

SAUTCHÚK, C. A. *et al.*. Conservação e reúso de água em edificações. São Paulo: Prol Editora Gráfica, 2005.

SAUTCHÚK, C. A. Formulação de diretrizes para implantação de Programas de conservação de água em edificações. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, USP, São Paulo. 2004. 308p.

SCHMIDT, W. Produtos economizadores de água nos sistemas prediais. DTA F2. 2004.

SHRESTHA, R. M.; MARPAUNG, C. O. P. Integrated resource planning in the power sector and economy-wide: changes in environmental emissions. *Energy Policy*, v. 34, 2006. p. 3801–3811.

SHUBO, T. Sustentabilidade do abastecimento e da qualidade da água potável urbana. Dissertação (Mestrado em Ciências em Saúde Pública). Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz, Departamento de Saneamento e Saúde Ambiental. Rio Janeiro. 2003. 126p.

SILVA, Ricardo Toledo (coord.). Indicadores de perdas nos sistemas de abastecimento de água. Ministério do Planejamento e Orçamento. Secretaria de Política Urbana. Brasília, 1998. Disponível em: <<http://www.geocities.com/hidrometro/pncda.htm>>. Acesso em: 14 de maio de 2007.

SILVA, V. G. Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica. Tese (Doutorado em Engenharia). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo. 2003. 210p.

SILVA, V. G. Avaliação do desempenho ambiental de edifícios. *Revista Qualidade na Construção*, n.25, p.14-22, ago., 2000.

SMA. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Processo de Licenciamento Ambiental. 2005. Disponível em: <<http://www.meioambiente.sp.gov.br>>. Acesso em: 20 de dezembro de 2005.

SNIS – Sistema Nacional de Informação em Saneamento. Programa de Modernização do Setor de Saneamento. 2005. Disponível em: <<http://www.snisl.gov.br>>. Acesso em: 03 de julho de 2007.

SOLNIK, A. A guerra do apagão: a crise de energia elétrica no Brasil. Sao Paulo: SENAC, 2001. 128p.

SOUZA, R. S. F. de. Planejamento integrado de recursos no fornecimento de água tratada para o sistema de abastecimento da região metropolitana de Fortaleza: proposta de metodologia. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

TARQUI, J. L. Z.; SILVA, E. A. Participação, descentralização e gestão de recursos hídricos no Brasil. In: CONGRESSO IBÉRICO SOBRE GESTÃO E PLANIFICAÇÃO DA ÁGUA, Tortosa, Dezembro 2004. Disponível em: <http://www.congreso.us.es/ciberico/archivos_word/68b.doc>. Acesso em: 07 de novembro de 2007.

TOMAZ, P. Aproveitamento de água de chuva. São Paulo: Navegar Editora, 2003.

TOMAZ, P. Previsão de consumo de água: interface das instalações prediais de água e esgoto com os serviços públicos. São Paulo: Navegar Editora, 2000.

TUCCI, C. E. M. Oportunidades de ciência e tecnologia em recursos hídricos. Parcerias Estratégicas, Distrito Federal, n.11 p.103-126, Jun., 2001.

UDAETA, Miguel E. M.; Planejamento Integrado de recursos (PIR) – Para o Setor Elétrico (Pensando o Desenvolvimento Sustentável). Tese (Doutorado em Engenharia). Escola Politécnica da USP, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1997. 351p.

VACCARI, K. P. Estudo do potencial de aproveitamento da água de chuva para sua utilização em edificações na região metropolitana de Vitória (ES). 23º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 18 a 23 de setembro de 2005. Campo Grande/MS.

VICKERS, A. Handbook of water use and conservation. Amherst, Massachusetts. Water Plow Press, 2001. 446 p.

WAACK, J. P. S.; PASTOR, J. C. Estratégias de comunicação e educação. PNCDA - Programa Nacional de Combate ao desperdício de Água. DTA B6. Brasília, 2004.

WORLD Bank Group. Development goals, targets for the early 21st century. 2002. Disponível em: <<http://www.developmentgoals.org/goals-enviro.html>>. Acesso em: 12 de outubro de 2006.

WWF. Agenda elétrica sustentável 2020: estudo de cenários para um setor elétrico brasileiro eficiente, seguro e competitivo. Brasília: Áttema, 2006.