

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

GERENCIAMENTO DA DEMANDA DE ÁGUA:
PROPOSTA DE ALTERNATIVAS NA ESCALA DE UMA CIDADE

MARIA JOSICLEIDE FELIPE GUEDES

Campina Grande – PB
Março de 2009

Livros Grátis

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

Milhares de livros grátis para download.

MARIA JOSICLEIDE FELIPE GUEDES

**GERENCIAMENTO DA DEMANDA DE ÁGUA:
PROPOSTA DE ALTERNATIVAS NA ESCALA DE UMA CIDADE**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental, na área de Engenharia de Recursos Hídricos e Sanitária, em cumprimento às exigências para obtenção do título de mestre.

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ENGENHARIA DE RECURSOS HÍDRICOS E SANITÁRIA

ORIENTADORA: DRA. MÁRCIA MARIA RIOS RIBEIRO

Campina Grande – PB

Março de 2009

MARIA JOSICLEIDE FELIPE GUEDES

GERENCIAMENTO DA DEMANDA DE ÁGUA:
PROPOSTA DE ALTERNATIVAS NA ESCALA DE UMA CIDADE

APROVADA EM 06 DE MARÇO DE 2009

DRA. MÁRCIA MARIA RIOS RIBEIRO (UAEC/UFCG)
ORIENTADORA

DR. KENNEDY FLÁVIO MEIRA DE LUCENA (IFPB)
EXAMINADOR EXTERNO

DR. RUI DE OLIVEIRA (UAEC/UFCG)
EXAMINADOR INTERNO

Campina Grande – PB
Março de 2009

DEDICATÓRIA

Ao meu Deus de amor e bondade, que sempre está ao meu lado, aos meus queridos pais José Guedes e Sebastiana Guedes e ao amor da minha vida, meu marido Gilberto Gomes.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, ao Deus de amor e bondade, em quem confiei e continuo a confiar minha vida. Por todas as bênçãos, pela minha vida, por cada amanhecer, por cada etapa vencida e pela certeza de um futuro promissor e feliz na carreira que escolhi.

Aos meus queridos pais, José Guedes e Sebastiana Guedes, pelo amor incondicional, pela confiança em meu potencial e pela maior herança deixada por eles: o conhecimento.

Ao meu amado esposo, Gilberto Gomes, por todo amor, incentivo e pelas palavras amigas, sempre no momento certo.

Aos meus irmãos Joseane Guedes e Felipe Guedes, pelo companheirismo e amizade.

A minha orientadora, Márcia Maria Rios Ribeiro. A pessoa que me proporcionou os primeiros passos na vida acadêmica. Por cada ensinamento, por cada projeto desenvolvido, pela paciência.

A todos os professores da Área de Engenharia Hidráulica, pela formação e novos conhecimentos adquiridos.

As minhas amigas Isabelle Yruska, Mirella Motta e Roberta Lima, pela amizade desde a graduação em Engenharia Civil. Amigas com quem compartilhei os melhores momentos da minha vida.

A Adriana Ribeiro, com quem tantas vezes confidenciei minhas alegrias, tristezas e dúvidas. Pelas palavras de carinho, amizade e por acreditar em meu crescimento como pessoa e profissional.

A minha querida sogra, Luzinete Gomes, por todo amor, pelas palavras carinhosas e pelas orações.

A todos os amigos do Laboratório de Hidráulica, em especial aos amigos da turma do mestrado 2007.1: Daniela, Eduardo, Emanuel, Ivonaldo, Mery, Mirella, Nilton, Sandra, Thiago. Por todos os conhecimentos compartilhados, por cada etapa vencida, cada prova realizada, cada apoio recebido.

A todos os funcionários do Laboratório de Hidráulica, pela presteza nos momentos em que precisei.

À Companhia de Água e Esgotos da Paraíba – CAGEPA, pelo apoio durante a pesquisa.

À banca examinadora, Kennedy Flávio Meira de Lucena e Rui de Oliveira, pelas considerações que fizeram enriquecer minha dissertação.

Ao CNPq, pelo suporte financeiro concedido durante o segundo ano do mestrado.

Enfim, a todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização de mais uma etapa em minha vida: o título de mestre.

Muito Obrigada!

RESUMO

O Nordeste brasileiro, em especial, vem sentindo os efeitos desastrosos da combinação de secas sucessivas aliadas à deficiência ou, até mesmo, ausência de gestão de seus recursos hídricos. Dentro deste contexto, foi selecionada a cidade de Campina Grande, Paraíba, como caso de estudo desta dissertação. Esta cidade, ao longo de sua história, foi marcada por crises em seu sistema de abastecimento. Tradicionalmente, a resposta padrão para os problemas de escassez hídrica vem sendo a adoção de estratégias voltadas à expansão da oferta. No entanto, o modelo de expansão da oferta vem se mostrando insustentável devido à contínua redução das disponibilidades hídricas, dificuldade de encontrar novos mananciais e elevados custos envolvidos. Ressalta-se, portanto, a necessidade de se adotar um novo paradigma baseado no contexto do gerenciamento da demanda de água (GDA) associado ao de gestão da oferta, cujo conceito parte da premissa de que grande parte da demanda futura de água seja atendida com a redução dos desperdícios. Dentro desta ótica, esta dissertação fornece subsídios aos gestores quando da elaboração de um programa de uso racional da água para os setores residencial e público da cidade de Campina Grande. Nessa tipologia de programas, as alternativas tecnológicas de GDA têm sido apontadas como as mais viáveis, uma vez que permitem a redução no consumo de água sem que haja mudanças significativas nos hábitos dos usuários. Através da simulação de cenários que contemplaram a implementação hipotética das alternativas tecnológicas selecionadas nesta pesquisa (aparelhos hidrossanitários economizadores de água e medição individualizada), verificou-se a possibilidade de reduzir significativamente a demanda de água, tanto para o setor residencial quanto para o setor público (Hospital Universitário Alcides Carneiro – HUAC). No caso do setor residencial, por exemplo, os índices de redução de consumo de água variaram entre 1,20 e 33,64%. A adoção de apenas uma bacia com caixa acoplada de 6 litros por acionamento resultou em uma redução de 14,50% do consumo de água para o setor residencial de Campina Grande, com investimento inicial de R\$ 170,00 e período de retorno do investimento de 14 meses para uma residência com consumo médio mensal de 20 m³. No HUAC, a substituição dos aparelhos convencionais por poupadores resultou em um índice de redução de consumo de água em torno de 24,89%, com retorno do investimento inicial em 12 meses.

PALAVRAS-CHAVE: uso racional da água, setor residencial e público.

ABSTRACT

The Brazilian's Northeast, in special, comes feeling the disastrous effect of the combination of successive droughts to the deficiency or, even though, absence of water resources management. Inside of this context, Campina Grande city, Paraíba, was chosen as case study. During its history, this city was marked by crises in its supplying system. Traditionally, the reply standard for the problems of water scarcity it comes being the adoption of strategies directed to the water supplies expansion. However, the expansion of water supplies model comes if showing unsustainable due to continuous reduction of the water availabilities, difficulty to find new sources and high involved costs. It is standed out, therefore, the necessity to adopt a new paradigm based on the context of the water demand management (GDA) associated to water supplies expansion, whose concept has left of the premise of that great part of the future water demand is taken care of with the reduction of wastefulnesses. Inside of this optics, this research supplies subsidies to the managers when of the elaboration of a program of water rational use of residential and public sectors of the Campina Grande city. In these kinds of programs, the technological alternatives of GDA have been pointed as most viable, a time that allow the reduction in the water consumption without it has significant changes in the users habits. Through the scenes simulation that had contemplated the hypothetical implementation of the technological alternatives selected in this research (low-discharge devices and sub-metering), it was verified possibility to reduce the water demand significantly, as much for the residential sector how much for the public sector (Alcides Carneiro University Hospital – HUAC). In the residential sector case, for example, the water consumption reduction indices had varied between 1,20 and 33,64%. The adoption of only one toilet bowl with 6 liters for drive gives a water consumption reduction of 14,50% for the Campina Grande residential sector. Considering this situation, the initial investment reaches the amount of R\$ 170,00 and period of return of 14 months for a residence with monthly average consumption of 20 m³. In the HUAC, the substitution of the conventional devices for more economics ones resulted in a water consumption reduction index around 24,89%. In this case, the return of the initial investment reaches 12 months.

KEYWORDS: rational water use, residential and public sector.

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|-----|
| Tabela 1 – Tipos de perdas e principais ações corretivas (Conejo <i>et al.</i> , 1999)..... | 34 |
| Tabela 2 – Tipos de pesquisas de vazamentos não-visíveis no sistema de abastecimento (Gonçalves & Alvim, 2005). | 35 |
| Tabela 3 – Variações da qualidade da água de chuva devido ao sistema de coleta | 47 |
| Tabela 4 – Vantagens e desvantagens de um sistema de aproveitamento de água de chuva (Gould & Nissen-Petersen, 1999)..... | 48 |
| Tabela 5 – Projetos de Leis sobre uso racional da água no território brasileiro..... | 57 |
| Tabela 6 – Legislação sobre uso racional em algumas cidades brasileiras. | 58 |
| Tabela 7 – Estrutura tarifária da CAGEPA (2008)..... | 73 |
| Tabela 8 – Principais acontecimentos durante a crise no sistema de abastecimento de água da cidade de Campina Grande (Rêgo <i>et al.</i> , 2001)..... | 80 |
| Tabela 9 – Modificações nas condições de vida dos atingidos pela barragem de Acauã (Vieira, 2008) com base em CDDPH (2007)..... | 85 |
| Tabela 10 – Valores a serem cobrados por volume de água bruta efetivamente outorgado. ... | 89 |
| Tabela 11 – Descrição das simulações e especificidades de cada cenário para as residências. | 96 |
| Tabela 12 – Descrição das simulações e especificidades de cada cenário para os edifícios residenciais. | 97 |
| Tabela 13 – Descrição das simulações e especificidades de cada cenário para o Hospital Alcides Carneiro (HUAC). | 97 |
| Tabela 14 – População residente, por espécie do domicílio e tipo do domicílio particular permanente, segundo os bairros de Campina Grande – PB (IBGE, 2000)..... | 101 |
| Tabela 15 – Quantidade de aparelhos hidrossanitários do HUAC. | 112 |
| Tabela 16 – Caracterização dos custos e redução de consumo das ações de conservação do uso da água em estudo..... | 113 |
| Tabela 17 – Índice de redução de consumo (IR) e retorno do investimento (RI) para os cenários de GDA simulados. | 115 |
| Tabela 18 – Índice de redução de consumo (IR) e retorno do investimento (RI) para os cenários de GDA simulados (considerando um aumento anual de 10% na estrutura tarifária da concessionária de água e a amortização do investimento na conta total – água + esgoto). ... | 119 |
| Tabela 19 – Consumo de água por bairro, na categoria edifícios residenciais, com medição global e com medição individualizada. | 122 |

| | |
|---|-----|
| Tabela 20 – Período de retorno do investimento por apartamento com a implementação da medição individualizada. | 124 |
| Tabela 21 – Critérios de avaliação das alternativas e categorias (Braga, 2001). | 148 |
| Tabela 22 – Ordenamento das alternativas com o consenso do grupo decisor (Braga, 2001). | 148 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| Figura 1 – Espaço de regulamentação da legislação de águas e sua interação com o sistema ambiental (Guimarães & Ribeiro, 2008). | 26 |
| Figura 2 – Níveis sistêmicos de conservação do uso da água. | 27 |
| Figura 3 – Perfil de consumo de água em uma residência (Fonte: www.deca.com.br). | 31 |
| Figura 4 – Haste de escuta mecânica..... | 41 |
| Figura 5 – Geofone mecânico..... | 41 |
| Figura 6 – Geofone eletrônico. | 42 |
| Figura 7 – Esquema de medição individualizada baseada na alimentação direta à caixa inferior e distribuição feita por um reservatório superior único (Coelho & Maynard, 1999). | 44 |
| Figura 8 – Esquema de medição individualizada baseada na alimentação feita diretamente à caixa elevada com distribuição feita por único reservatório (Coelho & Maynard, 1999)..... | 45 |
| Figura 9 – Esquema básico de aproveitamento de água de chuva em uma residência..... | 46 |
| Figura 10 – Modelos de bacias sanitárias..... | 49 |
| Figura 11 – Dispositivo de acionamento seletivo para a bacia sanitária de caixa acoplada..... | 50 |
| Figura 12 – Ilustração de uma torneira com fechamento automático..... | 51 |
| Figura 13 – Ilustração de uma torneira com funcionamento por sensor de presença..... | 52 |
| Figura 14 – Modelos de arejadores adaptáveis às torneiras. | 53 |
| Figura 15 – Esquema geral de um programa de gestão da demanda de água. | 61 |
| Figura 16 – Localização da cidade de Campina Grande. | 68 |
| Figura 17 – Bacias hidrográficas do estado da Paraíba. | 69 |
| Figura 18 – Vista aérea do Açude Velho..... | 70 |
| Figura 19 – Açude Novo (quando era realmente um açude)..... | 70 |
| Figura 20 – Açude de Bodocongó. | 70 |
| Figura 21 – Vista parcial do Açude Boqueirão em 2005. | 72 |
| Figura 22 – Esquema de um sistema de abastecimento de água. | 73 |
| Figura 23 – Índices de perdas no Brasil relativo ao ano de 1999 (Revista Bio, 2001). | 74 |
| Figura 24 – Opinião da população entrevistada em dois bairros de Campina Grande, residentes em edifícios residenciais, a respeito da medição global..... | 100 |
| Figura 25 – Volumes mensais macromedidos no ano de 2007, produzidos para abastecer a cidade de Campina Grande (CAGEPA, 2008). | 106 |
| Figura 26 – Consumo mensal na categoria residencial no ano de 2007 (CAGEPA, 2008)... | 107 |

| | |
|--|-----|
| Figura 27 – Consumo médio mensal para o setor residencial de Campina Grande por faixas de consumo de água (CAGEPA, 2008)..... | 108 |
| Figura 28 – Consumo mensal na categoria pública no ano de 2007 (CAGEPA, 2008)..... | 109 |
| Figura 29 – Consumo médio mensal para a categoria de abastecimento público de Campina Grande (CAGEPA, 2008)..... | 109 |
| Figura 30 – Padrão do consumo mensal de água no HUAC em 2007. | 110 |
| Figura 31 – Aparelhos convencionais instalados no HUAC. | 111 |
| Figura 32 – Aparelhos economizadores de água instalados no HUAC (torneira com alavanca e bacia sanitária com caixa acoplada de 6 litros/acionamento)..... | 111 |
| Figura 33 – Redução do padrão de consumo de água nos quinze cenários de GDA simulados. | 117 |
| Figura 34 – Gráfico da comparação entre os consumos de água dos aparelhos hidrossanitários convencionais e poupadores. | 125 |
| Figura 35 – Fluxograma do Programa de Reabilitação de Redes da Sabesp (Abranches, 2007). | 146 |
| Figura 36 – Fluxograma da etapa de avaliação dos resultados do Programa de Reabilitação de Redes da Sabesp (Abranches, 2007)..... | 147 |
| Figura 37 – Aceitabilidade da população entrevistada da cidade de Campina Grande a respeito das alternativas de GDA no bairro 1. | 149 |
| Figura 38 – Aceitabilidade da população entrevistada da cidade de Campina Grande a respeito das alternativas de GDA no bairro 2. | 150 |
| Figura 39 – Medidas sugeridas pelos entrevistados nas residências do bairro Conjunto dos Professores para solucionar o problema de abastecimento de água em CG..... | 151 |
| Figura 40 – Medidas sugeridas pelos entrevistados nos edifícios residenciais do bairro Conjunto dos Professores para solucionar o problema de abastecimento de água em CG. ... | 151 |
| Figura 41 – Medidas sugeridas pelos entrevistados nas residências do bairro Santo Antônio para solucionar o problema de abastecimento de água em CG. | 152 |
| Figura 42 – Medidas sugeridas pelos entrevistados nos edifícios residenciais do bairro Santo Antônio para solucionar o problema de abastecimento de água em CG. | 152 |
| Figura 43 – Atividades de maior consumo de água na categoria residencial segundo os entrevistados do Conjunto dos Professores. | 153 |
| Figura 44 – Atividades de maior consumo de água na categoria residencial segundo os entrevistados do Santo Antônio..... | 153 |
| Figura 45 – Quantidade de hidrômetros para a categoria residencial e público (ano 2007). . | 154 |

LISTA DE SIGLAS

- AAGISA** – Agência de Águas, Irrigação e Saneamento
- AESA** – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba
- ANA** – Agência Nacional de Águas
- ARCE** – Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Ceará
- CAGEPA** – Companhia de Água e Esgotos da Paraíba
- CAOP** – Grupo Permanente de Assessoramento Técnico do 2º Centro de Apoio Operacional
- CBH-PB** – Comitê da Bacia Hidrografia do Rio Paraíba
- CDDPH** – Conselho de Defesa dos Direitos da Pessoa Humana
- CERH** – Conselho Estadual de Recursos Hídricos
- COMPESA** – Companhia Pernambucana de Saneamento
- CONAMA** – Conselho Nacional do Meio Ambiente
- CPFlo** – Companhia de Policiamento Florestal
- DBO** – Demanda Bioquímica de Oxigênio
- DNOCS** – Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
- DTA** – Documento Técnico de Apoio
- FAO** – Food and Agriculture Organization
- FUPAM** – Fundação para Pesquisa Ambiental
- GDA** – Gerenciamento da Demanda de Água
- HUAC** – Hospital Universitário Alcides Carneiro
- IBAMA** – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
- IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IPD** – Índice de Perdas de Água na Distribuição ou Água Não Contabilizada
- IR** – Índice de Redução de Consumo
- IVIN** – Indicador de Vazamento na Infra-estrutura
- MAB** – Movimento dos Atingidos por Barragens
- MP/PB** – Ministério Público da Paraíba
- ONU** – Organização das Nações Unidas
- PAC** – Programa de Aceleração do Crescimento
- PBQP-H** – Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade da Área Habitacional
- PEASE** – Programa de Estudos e Ações para o Semi-Árido
- PERH** – Plano Estadual de Recursos Hídricos

PGDA – Programa de Gestão da Demanda de Água;

PMCG – Prefeitura Municipal de Campina Grande

PNCDA – Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água

PNRH – Plano Nacional de Recursos Hídricos

PURA – Programa de Uso Racional da Água

SABESP – Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SECTMA – Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente

SEMARH – Secretaria Extraordinária do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e Minerais do Estado da Paraíba

SISNAMA – Sistema Nacional de Meio Ambiente

UFMG – Universidade Federal de Campina Grande

UFPB – Universidade Federal da Paraíba

USP – Universidade de São Paulo

VDR – Volume de Descarga Reduzido

SUMÁRIO

| | |
|---|------|
| DEDICATÓRIA | iv |
| AGRADECIMENTOS | v |
| RESUMO | vii |
| ABSTRACT | viii |
| LISTA DE TABELAS | ix |
| LISTA DE FIGURAS | xi |
| 1 INTRODUÇÃO | 19 |
| 1.1 Objetivo geral | 20 |
| 1.1.1 Objetivos específicos..... | 20 |
| 1.2 Motivação | 21 |
| 1.3 Estruturação da dissertação | 23 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA | 25 |
| 2.1 Gestão das águas em áreas urbanas | 25 |
| 2.1.1 Gerenciamento da demanda de água | 28 |
| 2.1.2 Desenvolvimento dos núcleos urbanos em conformidade com a sustentabilidade do uso dos recursos hídricos | 29 |
| 2.1.3 Usos finais da água | 30 |
| 2.2 Ações de conservação do uso da água | 31 |
| 2.2.1 Ações tecnológicas | 33 |
| 2.2.1.1 <i>Identificação e correção de perdas no sistema de abastecimento de água</i> | 33 |
| 2.2.1.2 <i>Identificação e correção de vazamentos nos sistemas prediais</i> | 39 |
| 2.2.1.3 <i>Medição individualizada em apartamentos</i> | 42 |
| 2.2.1.4 <i>Captação de água de chuva</i> | 45 |
| 2.2.1.5 <i>Aparelhos hidrossanitários economizadores de água</i> | 48 |
| 2.2.2 Ações educacionais..... | 54 |
| 2.2.2.1 <i>Evolução das campanhas educacionais nos programas de conservação da água</i> | 54 |
| 2.2.3 Ações econômicas | 56 |
| 2.2.4 Ações regulatórias/institucionais..... | 57 |
| 2.3 Programas de conservação do uso da água em nível internacional e nacional | 60 |
| 2.3.1 Ações de conservação do uso da água..... | 62 |
| 2.3.1.1 <i>Nível nacional</i> | 62 |

| | |
|---|----|
| 2.3.1.2 <i>Nível internacional</i> | 63 |
| 3 CASO DE ESTUDO | 67 |
| 3.1 Caracterização do núcleo urbano caso de estudo | 67 |
| 3.1.1 Açude Epitácio Pessoa..... | 71 |
| 3.1.2 Abastecimento de água de Campina Grande..... | 72 |
| 3.1.2.1 <i>Estrutura tarifária da água</i> | 73 |
| 3.2 Perdas de água | 74 |
| 3.3 Crise no sistema de abastecimento de água de Campina Grande | 75 |
| 3.3.1 Aspectos anteriores à crise de 1997 a 2000..... | 75 |
| 3.3.1.1 <i>Perenização do rio Paraíba</i> | 75 |
| 3.3.1.2 <i>Irrigação</i> | 76 |
| 3.4 Gestão dos recursos hídricos antes, durante e pós crise | 76 |
| 3.4.1 Diagnóstico da situação antes da crise | 76 |
| 3.4.2 Diagnóstico da situação durante a crise (1997 a 2000) | 77 |
| 3.4.2.1 <i>Ações adotadas no período da crise</i> | 79 |
| 3.4.3 Diagnóstico da situação após a crise | 86 |
| 3.4.3.1 <i>Arcabouço legal</i> | 86 |
| 3.4.3.2 <i>Criação do órgão gestor do estado</i> | 87 |
| 3.4.3.3 <i>Elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH-PB</i> | 87 |
| 3.4.3.4 <i>Formação do comitê de bacia</i> | 88 |
| 3.4.3.5 <i>Outorga dos direitos de uso da água</i> | 88 |
| 3.4.3.6 <i>Deliberação nº. 01/08 do CBH-PB</i> | 88 |
| 3.4.3.7 <i>Programa CAGEPA na Escola</i> | 90 |
| 3.4.3.8 <i>Transposição do rio São Francisco</i> | 91 |
| 4 METODOLOGIA | 93 |
| 4.1 Caracterização do padrão do consumo de água em Campina Grande | 93 |
| 4.2 Caracterização das ações de conservação do uso da água a serem estudadas | 94 |
| 4.3 Medidas necessárias a constar em uma legislação sobre GDA em Campina Grande | 94 |
| 4.4 Simulação de cenários de gerenciamento da demanda de água | 95 |
| 4.4.1 Metodologia para a determinação do índice de redução de consumo de água e retorno do investimento na categoria residencial..... | 97 |
| 4.4.2 Metodologia para a determinação do índice de redução de consumo de água e retorno do investimento na categoria edifícios residenciais | 99 |

| | |
|--|------------|
| 4.4.3 Metodologia para a determinação do índice de redução de consumo de água e retorno do investimento na categoria pública | 103 |
| 5 RESULTADOS | 106 |
| 5.1 Caracterização do padrão de consumo de água | 106 |
| 5.1.1 Produção de água para abastecimento do município de Campina Grande..... | 106 |
| 5.1.2 Padrão de consumo de água para a categoria residencial de Campina Grande..... | 106 |
| 5.1.3 Padrão de consumo de água para a categoria de abastecimento público de Campina Grande | 108 |
| 5.1.3.1 Padrão de consumo de água no Hospital Universitário Alcides Carneiro (HUAC). 110 | |
| 5.1.3.2 Investigação de campo da estrutura atual do sistema hidrossanitário do Hospital Universitário Alcides Carneiro (HUAC)..... | 111 |
| 5.2 Caracterização das ações de conservação do uso da água a serem estudadas..... | 112 |
| 5.3 Índice de redução de consumo de água e retorno do investimento na categoria residencial através da implementação de aparelhos hidrossanitários poupadores..... | 114 |
| 5.4 Índice de redução de consumo de água e retorno do investimento na categoria edifícios residenciais através da implementação da medição individualizada..... | 121 |
| 5.5 Índice de redução de consumo de água e retorno do investimento na categoria pública (Hospital Universitário Alcides Carneiro – HUAC) através da implementação de aparelhos hidrossanitários poupadores..... | 124 |
| 5.6 Legislação sobre GDA em Campina Grande | 125 |
| 5.7 Estipulação de metas de redução de consumo e bônus na conta de água | 127 |
| 6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES | 129 |
| 6.1 Conclusões | 129 |
| 6.2 Recomendações | 131 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 133 |
| ANEXOS | 142 |

1 INTRODUÇÃO

A água é um patrimônio ambiental brasileiro, de interesse estratégico, e que se constitui em uma vantagem comparativa em termos mundiais. O Brasil é um país privilegiado em termos de recursos hídricos por deter cerca de 14% das disponibilidades mundiais. Caso a água seja utilizada de maneira racional, visando ao desenvolvimento sustentável, ou seja, com eficiência econômica, equidade social e sustentabilidade ambiental, e no longo prazo, virá a ser cada vez mais uma vantagem competitiva que contribuirá para colocar o país, no futuro, no elenco dos países com maiores índices de desenvolvimento humano (Lanna, 2008).

Em nossa sociedade, a exploração dos recursos naturais, dentre eles a água, de forma bastante agressiva e descontrolada, levou a uma crise socioambiental bastante profunda. Hoje deparamos com uma situação na qual estamos ameaçados por essa crise, que pode se tornar um dos mais graves problemas a serem enfrentados neste século (Bacci & Pataca, 2008).

Como resposta padrão a essa crise tem sido proposta, frequentemente, a expansão da oferta hídrica, que se traduz na construção de grandes obras hidráulicas. A política de importar água de bacias cada vez mais distantes para satisfazer o crescimento da demanda remonta a mais de dois mil anos, onde buscava-se captar inicialmente a água de mananciais disponíveis nas proximidades, e à medida que esses se tornavam poluídos pelos esgotos dispostos sem nenhum tratamento, ou ficavam incapazes de atender à demanda, passa-se a aproveitar a segunda fonte mais próxima, e assim sucessivamente (Hespanhol, 2008).

Porém, esgotada grande parte das possibilidades deste modelo e levando em consideração os elevados custos econômicos, ambientais e sociais envolvidos, alerta-se para a necessidade da adoção de um novo paradigma que substitua a versão tradicional da expansão apenas da oferta por um modelo mais coerente com os preceitos da sustentabilidade pelo uso dos recursos hídricos.

Tal enfoque trata não apenas do tradicional atendimento da demanda através do aumento da oferta pelo menor custo, mas também de manter a sustentabilidade da bacia hidrográfica – gerenciamento da oferta – e de adotar medidas que propiciem o uso racional da água pelos seus consumidores – gerenciamento da demanda (Winpenny, 1994).

Torna-se imprescindível, em especial nas áreas urbanas, adotar um novo paradigma, baseado na conservação¹ do uso da água, para minimizar os custos e os impactos ambientais

¹ Entendida aqui como um conjunto de ações que englobam a gestão da oferta (através do uso de fontes alternativas de água, como a captação de água de chuva) e a gestão da demanda (através de alternativas de uso racional da água, por exemplo: adoção de aparelhos hidrossanitários poupadores de água e educação ambiental).

associados a novos projetos.

No Nordeste brasileiro, as secas sucessivas, aliadas à falta de gestão de recursos hídricos, são fatores determinantes no surgimento de sérios problemas de abastecimento tanto em quantidade como qualidade adequados à população. O estado da Paraíba está dividido em três zonas geoeconômicas, definidas com base em aspectos políticos e sócio-econômicos, a saber: Litoral-Mata, Agreste-Brejo e Semi-Árida (AESAs, 2007). As zonas Agreste-Brejo e Semi-Árida, totalizando 90,7% do território paraibano, estão incluídas no Polígono das Secas (ADENE, 2007).

Dentro desta realidade, selecionou-se a cidade de Campina Grande, no estado da Paraíba, como caso de estudo desta pesquisa. Ao longo de sua história, Campina Grande foi marcada por crises em seu sistema de abastecimento de água. Uma das mais recentes crises ocorreu entre os anos de 1997 e 2000, quando o Açude Epitácio Pessoa, responsável pelo abastecimento deste núcleo urbano, atingiu índices em torno de 15% de sua capacidade máxima de armazenamento (Rêgo *et al.*, 2000). Como resposta a estes problemas foi adotada, ao longo dos anos, a política da açudagem, apontada sempre como a “solução definitiva” para os problemas de abastecimento de água desta cidade.

Considerando o papel fundamental da gestão da demanda de água no processo de sustentabilidade e as sucessivas crises enfrentadas pela cidade de Campina Grande em seu sistema de abastecimento de água, esta dissertação apresenta reflexões que poderão fornecer subsídios aos gestores na elaboração de um possível programa de uso racional da água para a categoria residencial e pública desta cidade.

1.1 Objetivo geral

Avaliar e selecionar alternativas de gerenciamento da demanda de água (GDA) na escala de uma cidade, visando fornecer subsídios para os gestores quando da elaboração de um programa de uso racional da água para a cidade de Campina Grande-PB.

1.1.1 Objetivos específicos

- Analisar as medidas gerenciais adotadas antes, durante e pós crise (1997-2000) no sistema de abastecimento de água da cidade de Campina Grande, considerando as ações propostas (executadas ou não) nos sistemas: bacia hidrográfica, abastecimento público e edificações;

- Identificar o padrão de uso da água na cidade caso de estudo (demandas e comportamento cultural frente ao uso da água dos setores residencial e público);
- Definir as alternativas de gerenciamento da demanda de água a serem estudadas para a cidade com base na literatura, incluindo programas de GDA implantados em outras cidades e estudos locais;
- Caracterizar as alternativas de GDA a serem estudadas, ressaltando seus custos e benefícios;
- Levantar aspectos relevantes a constarem em uma possível legislação sobre GDA no núcleo urbano em estudo;
- Simular cenários de GDA.

1.2 Motivação

Esta dissertação se insere no projeto de pesquisa “Avaliação de alternativas de gerenciamento da demanda urbana de água” sob coordenação da orientadora Márcia Maria Rios Ribeiro e é a continuidade de trabalhos concluídos no âmbito deste projeto.

Braga (2001) avaliou treze alternativas de GDA considerando os aspectos de custo de implementação e o respectivo consumo de água por unidade do elemento da alternativa (exemplos: o vaso de descarga reduzida, a captação de água de chuva). A autora inspirou-se no chamado “Caso Campina Grande” e entrevistou o que denominou de “tomadores de decisão” (poder público, sociedade civil e usuários de água) objetivando adquirir a preferência daqueles quanto às alternativas de GDA estudadas. Como resultado obteve que a educação ambiental é a alternativa mais preferida seguida do controle de vazamentos na rede de abastecimento, do reúso industrial e do controle de vazamentos na edificação. O reúso residencial foi a alternativa menos preferida.

Albuquerque (2004) avaliou, multicriterialmente, a implementação de alternativas tecnológicas de gerenciamento da demanda de água para um bairro da cidade de Campina Grande, Paraíba, considerando as preferências indicadas no trabalho de Braga (2001). Trata-se de um estudo da implantação hipotética das medidas (aparelhos hidrossanitários

poupadores, captação de água de chuva, reúso de água e medição individualizada de água em edifícios) em casas e edifícios, para a redução de consumo de água do setor. Com este estudo foi observado que a implantação das medidas estudadas gerará uma economia de 142.043,12 m³/ano, que corresponde a 0,615% da quantidade de água fornecida anualmente para a cidade de Campina Grande e 74,5% do consumo anual de água do setor.

Os resultados encontrados por Albuquerque (2004) demonstram o que a literatura já mencionava: a grande possibilidade de aumentar a oferta hídrica através do gerenciamento da demanda.

Guedes (2004), em seu projeto de iniciação científica, estudou o potencial da implementação de medidas ou conjunto de medidas de gerenciamento da demanda urbana de água nos bairros Conjunto dos Professores (setor 37) e Santo Antônio (setor 06) em Campina Grande, Paraíba, a partir de alternativas tecnológicas, para uma efetiva redução de consumo. As alternativas tecnológicas estudadas foram analisadas sob o ponto de vista social (através de entrevistas domiciliares nos bairros estudados) e econômico-ambiental (através de cálculos de retorno do investimento e economia de água provenientes da implementação das alternativas tecnológicas estudadas). Com os resultados obtidos para os dois bairros estudados, foi verificado que a bacia sanitária VDR é uma das alternativas mais aceitáveis sob as óticas social e econômico-ambiental, uma vez que não requerem mudanças de hábitos dos usuários e o custo de implementação é relativamente baixo.

Neste contexto, a pergunta que se apresenta – cerne desta pesquisa – é:

- Considerando os estudos de GDA já existentes no âmbito do “Caso Campina Grande”, quais seriam as alternativas mais adequadas a serem implementadas como constituintes de um possível programa de uso racional da água para toda a cidade (e não, apenas, para um bairro da cidade) e quanto se teria de redução de consumo de água a partir da adoção de determinados cenários de GDA (como a implementação de uma bacia sanitária de 6 litros/acionamento por cada residência em Campina Grande, por exemplo)?

1.3 Estruturação da dissertação

Esta dissertação está organizada em seis capítulos, incluindo esta breve introdução.

O Capítulo 2 apresenta uma revisão de literatura sobre os temas centrais deste trabalho: gestão das águas em áreas urbanas, gerenciamento da demanda de água (GDA), desenvolvimento sustentável e ações e programas de conservação do uso da água em nível nacional e internacional.

No Capítulo 3 é descrito o caso de estudo desta dissertação, que compreende a cidade de Campina Grande, Paraíba. Nesse capítulo foi realizado um levantamento das medidas gerenciais adotadas antes, durante e pós-crise (1997-2000) no sistema de abastecimento de água de Campina Grande.

No Capítulo 4 é apresentada a metodologia adotada, que é descrita a partir da identificação do padrão de consumo de água na cidade caso de estudo nas categorias residencial e público; definição das alternativas de GDA com base na literatura e estudos locais; caracterização das ações de conservação do uso da água a serem estudadas, ressaltando os custos e benefícios alcançados; levantamento de pontos relevantes a constarem em uma possível legislação de GDA na cidade de Campina Grande e simulação de cenários de GDA.

No Capítulo 5 são apresentados os resultados desta pesquisa e uma discussão sobre os mesmos.

As conclusões e recomendações são apresentadas no Capítulo 6.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Gestão das águas em áreas urbanas

Durante as últimas décadas, a maioria das cidades brasileiras parece experimentar uma diversidade de tendências insustentáveis que comprometem o equilíbrio entre população e o consumo de recursos naturais, o que tem refletido negativamente na qualidade de vida (principalmente para as populações de baixa renda) e no ambiente dessas cidades.

Segundo estimativas realizadas pela Agenda 21, até o ano de 2025, 60% da população estará vivendo em zonas urbanas, compreendendo cerca de 5 bilhões de pessoas. O acelerado crescimento da população urbana, a partir do final da Segunda Guerra Mundial, e o conseqüente aumento do consumo de recursos naturais estão submetendo os recursos hídricos a graves pressões (Brasil, 2000).

A Constituição Brasileira declara, em seu artigo 225, que “todos têm direito ao meio ambiente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

Na busca pela sustentabilidade, destaca-se a gestão dos recursos naturais e, entre estes, a gestão das águas. O Código das Águas de 1934 foi a primeira legislação relevante voltada para o gerenciamento dos recursos hídricos no país. Não obstante, a criação de um sistema nacional de gestão das águas somente concretizou-se com a promulgação da Constituição de 1988. Nela foi prevista a divisão dos recursos hídricos entre a União e os estados, e estes, por sua vez, deram início à implantação de seus próprios sistemas de gerenciamento. Em janeiro de 1997, o Congresso aprovou a Lei das Águas (Lei Federal nº. 9.433) que incorpora modernos instrumentos e princípios de gerenciamento dos recursos hídricos.

A gestão das águas em áreas urbanas encontra-se na interface entre a gestão de recursos hídricos (referente às atividades de aproveitamento, conservação, proteção e recuperação da água bruta, em quantidade e qualidade adequada aos usos exigidos) e a gestão dos serviços de saneamento ambiental (referente aos serviços de abastecimento de água potável, coleta e tratamento de esgotos e drenagem pluvial).

Ambos os sistemas apresentam aspectos legais, políticos e institucionais distintos. A gestão de recursos hídricos no Brasil é regida pela Lei nº. 9.433/97, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Já a gestão dos serviços de saneamento ambiental é regida

pela Lei nº. 11.445/07, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a Política Federal de Saneamento Básico (ver Figura 1).

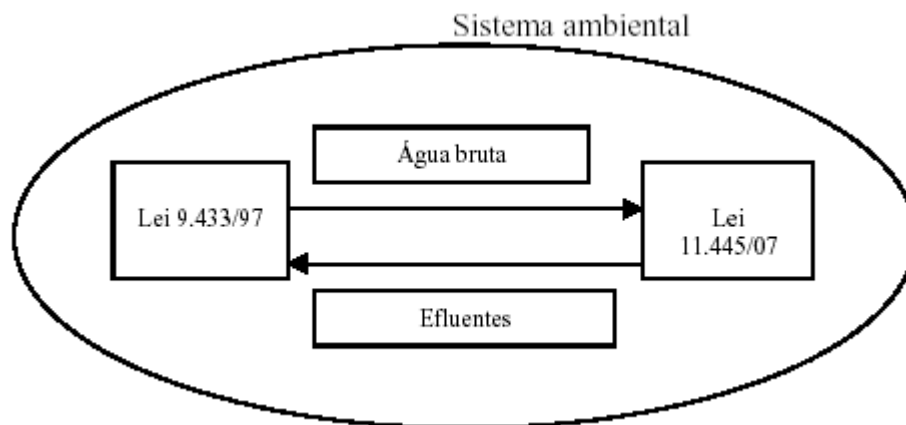


Figura 1 – Espaço de regulamentação da legislação de águas e sua interação com o sistema ambiental (Guimarães & Ribeiro, 2008).

Nos núcleos urbanos, os sistemas recursos hídricos e saneamento ambiental possuem uma estreita relação, uma vez que o uso primordial dos recursos hídricos trata-se do abastecimento urbano. Sendo assim, para atingir a sustentabilidade da gestão das águas urbanas, é imprescindível conciliar duas óticas: i) conservar os recursos hídricos e ii) melhorar a qualidade dos serviços de saneamento ambiental.

Em situações de escassez – quando a oferta de água (nos seus aspectos quantitativos e/ou qualitativos) é inferior à procura pela mesma – a resposta padrão para o desequilíbrio entre demanda e oferta, tradicionalmente, encontra-se no aumento do suprimento de água, através de ações relacionadas à expansão da oferta. Entretanto, o aumento da capacidade do sistema também pode, e deve, vir da conservação da água, principalmente quando verificada a escassez dos recursos financeiros e dos recursos hídricos, situações em que a construção de grandes obras hidráulicas se tornam inaceitáveis sob o ponto de vista econômico e ambiental (Studart & Campos, 2001).

A conservação do uso da água é entendida aqui como um conjunto de ações relacionadas à gestão integrada dos recursos hídricos, ou seja, engloba ações de gestão da oferta (uso de fontes alternativas de água, como água de chuva e reúso de água) assim como ações de gestão da demanda (medidas de uso racional da água).

Define-se como uso racional da água um conjunto de atividades, medidas e incentivos que têm como principais objetivos (Tomaz, 2001):

- Reduzir a demanda de água;
- Melhorar o uso da água e reduzir as perdas e desperdícios da mesma;
- Implantar práticas e tecnologias para economizar água;
- Informar e conscientizar os usuários.

Dentre os benefícios oriundos com o uso racional da água, tanto econômicos quanto ambientais, merecem destaque: conservação dos recursos hídricos, preservação do meio ambiente e economia nas contas de água.

De acordo com Oliveira (1999), a conservação do uso da água deve ser avaliada em três níveis sistêmicos (Figura 2): i) sistemas hidrográficos (nível macro); ii) sistemas públicos de abastecimento de água e de coleta de esgotos sanitários (nível meso) e iii) sistemas prediais e industriais (nível micro). No *nível macro*, é responsabilidade da ANA (Agência Nacional de Águas) e dos órgãos estaduais gestores de recursos hídricos disciplinar a utilização dos rios, com vistas à diminuição da poluição e desperdícios para garantir água em quantidade e qualidade às gerações futuras. No *nível meso* é objetivo das concessionárias de água a implementação de sistemas de gerenciamento de água que possibilitem o uso deste recurso quali-quantitativamente a seus usuários. No *nível micro*, cabe a sociedade valorar a água como um bem finito, de valor econômico e estratégico para desenvolver suas atividades.

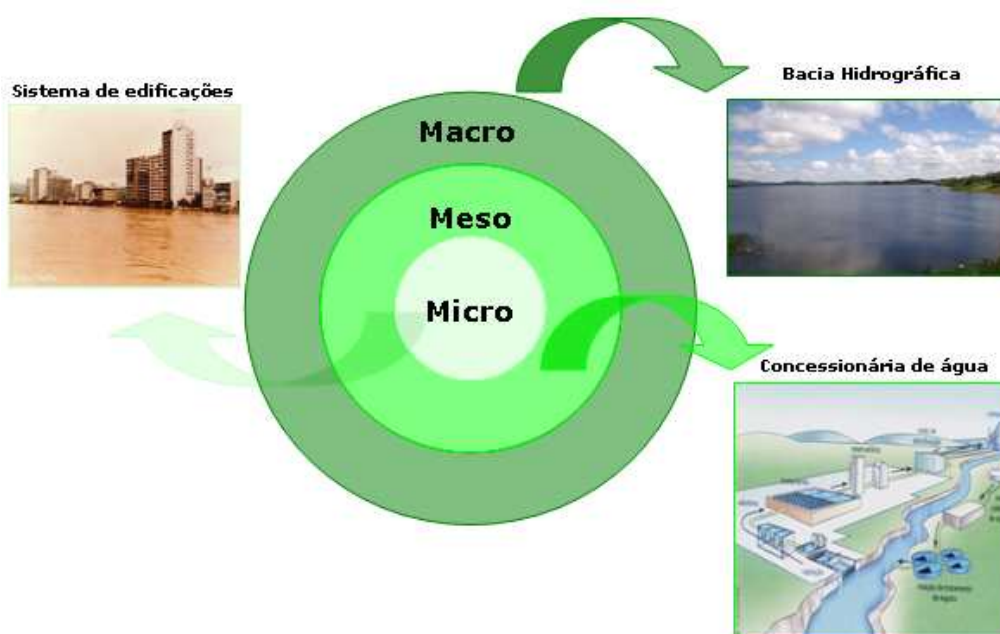


Figura 2 – Níveis sistêmicos de conservação do uso da água.

2.1.1 Gerenciamento da demanda de água

Nos centros urbanos, de médio e grande porte, podem ser identificados alguns aspectos em relação ao abastecimento de água, como: i) redução da disponibilidade hídrica; ii) redução da capacidade de investimentos na implantação de novos sistemas de reservação, captação, tratamento, adução e distribuição de água; iii) altos níveis de perdas nos sistemas de abastecimento; iv) desperdício de água pelo usuário final (Braga, 2004).

Diante desta realidade, a expansão contínua e irresponsável da oferta tem se mostrado insustentável sob diversos aspectos, cedendo lugar (ainda de forma muito discreta) para a gestão da demanda de água. Segundo esta ótica, grande parte da demanda futura de água deverá ser atendida pela redução dos desperdícios e pela maior eficiência dos usos atuais. Acredita-se que a melhor alternativa para aumentar a disponibilidade de água não é mais expandir a sua oferta, mas gerenciar a sua demanda eficientemente (Tate, 2001; Baroudy, 2005).

O conceito de gestão da demanda, segundo Estevan (1999), contempla um conjunto de atividades que permitem reduzir a demanda de água, melhorar a eficiência em seu uso e evitar a deterioração dos recursos hídricos.

Segundo Tate (2001), o gerenciamento da demanda considera o uso da água como uma demanda que pode ser alterada pela adoção de medidas, traduzindo-se em ações socialmente benéficas e consistentes com a proteção e a melhoria da qualidade da água, reduzindo o seu consumo. Tais medidas variam desde aquelas de cunho legal até as de caráter econômico, tecnológico ou educacional, com a sua seleção dependendo das características geográficas, climáticas, econômicas e culturais de cada local ou região (FAO, 2001).

A gestão da demanda de água pode ser entendida como o desenvolvimento e implantação de estratégias que influenciam a demanda da água, resultando em um uso eficiente e sustentável deste recurso. As estratégias de gestão da demanda abrangem as seguintes medidas (Savenije & Van Der Zagg, 2002): i) **medidas estruturais**, onde a redução de consumo de água é proporcionada pela adoção de alternativas tecnológicas, podendo citar o controle de vazamentos, adoção de aparelhos poupadores de água, medição individualizada em edifícios, etc.; ii) **medidas não-estruturais**, embasadas em incentivos econômicos e legais à mudança de comportamento dos usuários, entre estes pode-se destacar a outorga pelo direito de uso da água, legislação que induza o uso racional, cobrança pelo uso da água bruta, programas de educação ambiental, etc.

O gerenciamento da demanda de água consiste em medidas, práticas ou incentivos que produzam um uso eficiente de água pela sociedade, através da redução do consumo final do usuário e modificação de hábitos de consumo, sem prejudicar os atributos de higiene e conforto dos sistemas originais (Silva & Rocha, 1999).

A premissa do gerenciamento da demanda de água foi colocada em segundo plano durante muitos anos, pois acreditava-se que sua análise consistia apenas em se traçar curvas representando o consumo ao longo do tempo, como função de algumas variáveis independentes (crescimento da população, por exemplo). Com o passar dos anos, houve uma maior conscientização de que o processo é bem mais complexo, uma vez que envolve o comportamento humano e suas necessidades, os quais podem mudar ao longo do tempo e espaço (Brooks, 1997).

A gestão da demanda implica na atuação sobre a demanda de água, tendo como objetivo o seu uso eficiente e a economia. Sendo assim, a gestão da demanda extrapola o conceito de gestão do consumo: não se trata apenas de organizar os dados de consumo e levantar gráficos, a mesma exige que os dados sejam estudados e que haja uma retroalimentação do sistema. Essa retroalimentação pode ocorrer tanto na forma da eliminação de um vazamento, por exemplo, como na revisão de um processo que utilize água (Gonçalves *et al.*, 2006).

2.1.2 Desenvolvimento dos núcleos urbanos em conformidade com a sustentabilidade do uso dos recursos hídricos

A maioria dos problemas vivenciados nos núcleos urbanos é um reflexo da relação campo/cidade, o que tem elevado o índice de urbanização em todo o mundo. Administrar uma cidade é uma tarefa complexa, por se tratar de um espaço heterogêneo, onde se confrontam interesses. Para se ter uma cidade com certa qualidade de vida, para seus moradores se torna imprescindível planejar todas as decisões, balanceando os interesses econômicos com a preservação ambiental e a questão social. O alcance da sustentabilidade é um processo que depende da consciência ecológica da sociedade, bem como dos governos nas suas representações municipal, estadual e federal (Leite & França, 2007).

O tema desenvolvimento sustentável vem sendo discutido desde a Conferência de Estocolmo (1972) e do Relatório de Brundtland (1987) por intermédio da orientação de estratégias e políticas internacionais cujo objetivo é a compatibilização entre desenvolvimento econômico e preservação ambiental.

Em 1992, a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro, aprovou um documento intitulado Agenda 21, que estabelece um pacto pela mudança do padrão de desenvolvimento global para este século. O resgate do termo “Agenda” teve como propósito a fixação, de fato, em documento, de compromissos que expressem o desejo de mudanças das nações do atual modelo de civilização para outro em que predomine o equilíbrio ambiental e a justiça social. Os países signatários assumiram o desafio de incorporar, em suas políticas, metas que os coloquem a caminho do desenvolvimento sustentável (Brasil, 2000).

A Agenda 21 atenta para a necessidade do uso sustentável dos recursos hídricos. Em seu capítulo 18, a Agenda 21 dedicou-se à proteção da qualidade e do abastecimento dos recursos hídricos, abordando temas como a integração de medidas de proteção e conservação dos mananciais, desenvolvimento de técnicas de participação da sociedade na tomada de decisões, mobilização dos recursos hídricos (especialmente em zonas áridas e semi-áridas), desenvolvimento de novas alternativas de abastecimento de água.

Na busca pela sustentabilidade, destaca-se a gestão de recursos naturais e, entre estes, os recursos hídricos. Diante desta realidade, faz-se necessário alertar para a maneira pela qual os recursos hídricos (essenciais para a vida e o desenvolvimento econômico de qualquer comunidade) vêm sendo manejado. Ressalta-se, portanto, a urgência na elaboração de programas de gerenciamento dos recursos hídricos urbanos que possam eliminar (ou pelo menos minimizar) os padrões de consumo insustentáveis.

2.1.3 Usos finais da água

A água potável é utilizada para diversas atividades em um sistema de edificações, podendo ser citados: preparação de alimentos e bebidas, limpeza pessoal e do ambiente, lavagem de roupas, etc. Dentre os diversos usos da água, uma parcela considerável da mesma destina-se a fins não potáveis, tais como: descargas de vasos sanitários, lavagem de carros e calçadas, rega de jardins, entre outros.

Com base em pesquisas realizadas por pesquisadores da Universidade de São Paulo (USP), a distribuição média de consumo de água no **setor residencial** é apresentada na Figura 3. Percebe-se, através deste estudo, que os grandes “vilões” no consumo de água em uma residência são a bacia sanitária (29%) e o chuveiro (28%), seguidos da pia da cozinha (17%).

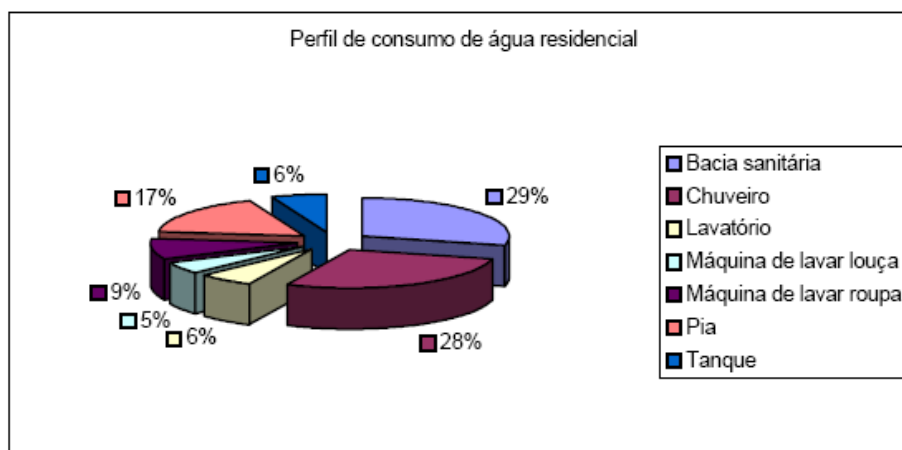


Figura 3 – Perfil de consumo de água em uma residência (Fonte: www.deca.com.br).

2.2 Ações de conservação do uso da água

O reconhecimento da água como um recurso limitado resultou em uma nova abordagem para a gestão de recursos hídricos, tradicionalmente definida no sentido de ampliar a oferta hídrica para satisfazer demandas crescentes, e traduzindo-se em obras hidráulicas para armazenamento e distribuição da água, em função do menor custo econômico. O atual conceito de gestão de recursos hídricos engloba os preceitos do desenvolvimento sustentável, onde devem ser igualmente contempladas a integridade ambiental, a eficiência econômica e a igualdade social (Young, 1996; Ubbels & Verhallen).

Com essa mudança de paradigma – de expansão da oferta à gestão integrada da oferta e demanda dos recursos hídricos – algumas ações foram identificadas por Ribeiro & Braga (2008) para se atingir uma redução do consumo de água, a saber:

- **Ações tecnológicas:** medição individualizada em edifícios, instalações prediais que reduzam o consumo, sistemas individuais ou comunitários de captação de água de chuva, reúso de água, micro e macro medição na rede, sistemas automatizados de monitoramento e controle da rede de distribuição, aparelhos hidrossanitários, entre outros;
- **Ações educacionais:** incorporação da questão da água aos currículos escolares, programas e campanhas de educação ambiental, adequação dos currículos dos cursos técnicos e universitários, programas de reciclagem para profissionais, entre outros;

- **Ações econômicas:** estímulos fiscais para redução de consumo e adoção de novos instrumentos tecnológicos, tarifação que estimule o uso eficiente da água sem penalizar os usuários mais frágeis economicamente, estímulo ou penalização financeira que induzam o aumento da eficiência da concessionária de distribuição de água, cobrança pelo uso da água bruta, entre outros;
- **Ações regulatórias/institucionais:** legislação que induza o uso racional da água, regulamentação de uso da água para usos externos, regulamentação de novos sistemas construtivos e de instalações prediais, regulamentação mais adequada da prestação do serviço de concessão e distribuição de água, outorga dos direitos de uso da água, criação de comitês de bacias, entre outros.

As alternativas econômicas e educacionais realizadas isoladamente necessitam de mudanças drásticas nos hábitos dos usuários e, por isso, nem sempre trazem os benefícios esperados. Um exemplo citado em Tomaz (2001) é a maciça campanha de conscientização desenvolvida no município de Guarulhos, São Paulo, acompanhada da aplicação de multas, que trouxe uma economia de apenas 1% no consumo de água potável. Acredita-se que as alternativas tecnológicas possam ser, na maioria dos casos, mais eficientes. O uso dessas tecnologias, por não alterar certos costumes dos usuários, poderá facilitar a redução do consumo de água (Oliveira, 1999).

Vale ressaltar que características de âmbito social e cultural dos usuários devem ser levadas em consideração, pois estão vinculadas diretamente aos comportamentos e procedimentos de utilização da água.

Pesquisas realizadas em Hong Kong por Chan (1997) indicam que mesmo sendo implementadas ações para a redução de consumo em algumas edificações, tais como: sistemas de medição individualizada, campanhas de conscientização e educação através da mídia, utilização da água do mar para descargas em bacias sanitárias, controle de vazamentos e ações para economia de água; verificou-se que o consumo *per capita* veio e vem aumentando gradativamente em função da melhoria do padrão de vida da população.

No item que se segue serão descritas algumas das ações de conservação do uso da água.

2.2.1 Ações tecnológicas

2.2.1.1 Identificação e correção de perdas no sistema de abastecimento de água

As estatísticas demonstram que cerca de 80% da população mundial está presente nas cidades, o que indica uma série de necessidades que devem ser atendidas. Dentre as necessidades básicas da população encontra-se o abastecimento de água, que é fundamental para o desenvolvimento da vida (Gonçalves, 2003). O progresso em geral e a preservação da saúde estão condicionados a um serviço eficiente de distribuição da água qualitativa e quantitativamente.

Entende-se por sistemas de abastecimento de água o conjunto de equipamentos, obras e serviços voltados para o suprimento de água a comunidades, para fins de consumo doméstico, industrial e público. De um modo geral, esses sistemas são compostos pelas unidades de captação, tratamento, estação elevatória, adução, reservatórios, rede de distribuição e ligações prediais (Gomes, 2004).

O sistema de distribuição, formado pela rede de distribuição e o sistema impulsor (estações de bombeamento), compreendem a base do sistema de abastecimento de água, em função dos elevados custos para sua implantação, manutenção e operação (Bezerra, 2005).

A rede de distribuição é um conjunto de elementos destinados ao transporte da água dos pontos de produção e/ou armazenamento até os pontos de consumo, tais como: residências, comércios, indústrias, etc.

Com o passar dos anos, muitas das redes de distribuição passam a apresentar piores desempenhos devido, principalmente, ao aumento da demanda, gestão precária dos sistemas, ineficiência na operação relacionada com vazamentos, mudança do tipo de edificação, deterioração física dos componentes, incrustações nas tubulações, rompimento dos dutos, entre outros.

No seu sentido amplo, **perda** é toda a água perdida ao longo das redes de distribuição e em ligações clandestinas, pela qual a concessionária não recebe quaisquer tarifas, assim como a utilizada nos processos de produção e distribuição, ainda que, em sentido mais estrito, as águas de processo não sejam consideradas perdas (Gonçalves *et al.*, 1999).

Na literatura são identificados dois tipos de perdas (Conejo *et al.*, 1999):

- **Perdas físicas ou reais** → compreendem toda a água que é subtraída do sistema e que não é consumida pelo cliente final desde a captação até a distribuição propriamente

dita (ex.: vazamentos em tubulações, equipamentos e estruturas, extravazamento de reservatórios, etc.), além de procedimentos operacionais como lavagem de filtros;

- **Perdas não-físicas ou aparentes** → abrangem as águas produzidas e consumidas, porém não revertidas em faturamento. Este tipo de perdas pode ser resultado de ligações clandestinas/irregulares, ausência e/ou deficiência da micromedição e gerenciamento ineficiente de consumidores.

A redução de perdas reais permite diminuir os custos de produção (mediante redução do consumo de energia, de produtos químicos, etc.) e utilizar as instalações existentes para aumentar a oferta, sem expansão do sistema produtor. Já a redução das perdas aparentes permite aumentar a receita tarifária, melhorando a eficiência dos serviços prestados e o desempenho financeiro da prestadora de serviços (Marcka, 2004).

De acordo com estudos realizados no Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA) por Conejo *et al.* (1999), algumas das ações corretivas mais usuais e de resultados efetivos comprovados na prática para a redução de perdas são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Tipos de perdas e principais ações corretivas (Conejo *et al.*, 1999).

| TIPO DE PERDA | AÇÕES CORRETIVAS |
|---------------------------------|--|
| Perdas físicas ou reais | Redução de pressões na rede Reabilitação e/ou substituição de redes Pesquisa de vazamentos Melhorias operacionais |
| Perdas não-físicas ou aparentes | Avaliação do cadastro comercial Gestão de grandes consumidores Pesquisa de consumidores típicos Política de controle de cortes, supressões e ligações inativas Diagnóstico da gestão do parque de hidrômetros Pesquisa de fraudes Controle de áreas invadidas, favelas, etc. |

Dentre as ações corretivas para minimizar as perdas reais de água, merece destaque a pesquisa para a detecção dos vazamentos não-visíveis no sistema de abastecimento. Os critérios da pesquisa de vazamentos irão depender das características do sistema de abastecimento (Gonçalves & Alvim, 2005), conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Tipos de pesquisas de vazamentos não-visíveis no sistema de abastecimento
(Gonçalves & Alvim, 2005).

| TIPO | APLICAÇÃO | CARACTERÍSTICAS |
|---|--|---|
| Varredura da rede | Sistemas de cidades de pequeno porte, que não dispõem de informações mais específicas nem de sistema de medição adequado. | A pesquisa não é precedida de qualquer tipo de análise das condições da rede e simplesmente é realizada uma pesquisa acústica em todo o sistema. Não é uma metodologia eficiente, uma vez que desperdiça tempo e recursos com pesquisas em trechos de redes que estão em bom estado. |
| Pesquisa não baseada em medição | Operadoras que não possuem micromedidores, setorização e tampouco macro medidores com a finalidade de definir áreas críticas para a pesquisa e localização das perdas por vazamentos não visíveis nas redes de distribuição. | <p>Realização de levantamento e mapeamento dos setores da rede de distribuição, levando em conta as seguintes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Setor com grande incidência de ordens de serviços relativas a reparo de vazamentos; • Pressões altas (mapear setores por faixa de pressão: até 30 mca, até 50 e acima de 50 mca); • Redes antigas (mapear rede pela idade, nas faixas: até 10 anos, 11 a 20, 21 a 30 e acima de 30 anos); • Materiais de qualidade duvidosa; • Setor com ramais prediais em ferro galvanizado ou de PVC com mais de 10 anos; • Adutoras, subadutoras, redes ou ramais assentados sobre berços inadequados; • Solos de má qualidade provocando recalque devido à força externa; • Quantidade de vazamentos visíveis ou não visíveis por extensão de rede que foram reparados em 1 ano; • Quantidade de vazamentos visíveis ou não visíveis no ramal predial que foram reparados em 1 ano. <p>Mapeando-se os setores contendo essas informações, podem-se ordenar as áreas prioritárias para os trabalhos de escuta ou geofonamento.</p> |
| Pesquisa baseada em sistema de medição | A operadora possui macro e micro medição, podendo compatibilizar o volume de água que está entrando no setor, bem como o que está sendo consumido. A partir do conhecimento das perdas nos setores, pode-se otimizar o controle de perdas. | <p>Possibilita a pesquisa em setores identificados com grandes perdas no sistema, visto que o tempo e recursos não são desperdiçados em pesquisas com trechos de redes em boas condições.</p> <p>Esta metodologia não anula as técnicas não baseadas em medição, pelo contrário, devem ser feitas em conjunto, agregando mais fatores de decisão e análise da área para os trabalhos de pesquisa de vazamentos.</p> |

O conhecimento sobre o nível de perdas no sistema de abastecimento de água irá depender do prévio conhecimento dos volumes disponibilizado e utilizado. A estimativa das perdas de água em um sistema de abastecimento se dá por meio da comparação entre o volume de água transferido de um ponto do sistema e o volume de água recebido em um ou mais pontos do sistema, situados na área de influência do ponto de transferência (Marcka, 2004).

Com o intuito de unificar a quantificação das perdas e uniformizar a linguagem com relação ao tema, foram criados os indicadores de perdas, tornando-se possível a comparação entre os diferentes sistemas (Matos *et al.*, 2005).

Esses indicadores são medidas da eficiência e eficácia na prestação dos serviços de abastecimento de água, tendo um papel imprescindível de instrumento gerencial utilizado para controle e suporte na tomada de decisões na gestão de recursos hídricos.

De posse dos volumes disponibilizado e utilizado, pode-se fazer uma primeira avaliação do sistema de abastecimento de água através do IPD – Índice de Perdas de Água na Distribuição ou Água Não Contabilizada. Esse índice é representado pela Equação 01:

$$IPD = \frac{\text{Volume disponibilizado} - \text{Volume utilizado}}{\text{Volume Disponibilizado}} \times 100 \quad (01)$$

O IPD é bastante utilizado no Brasil devido à facilidade de cálculo. Não obstante, este índice não deve ser utilizado isoladamente para medir desempenho. Entretanto, a título de análise superficial, pode se considerar (Gonçalves & Alvim, 2005):

- $IPD < 25\%$ → sistema com bom gerenciamento;
- $25\% < IPD < 40\%$ → sistema com gerenciamento de nível intermediário;
- $IPD > 40\%$ → sistema com mau gerenciamento.

Ressalta-se que o indicador IPD considera todas as perdas de água no sistema, não expressando se há predominância de perdas reais ou aparentes, o que impede o indicativo das condições da infra-estrutura do sistema.

Na definição das pesquisas de vazamentos, faz-se necessário o uso de indicadores de perdas reais que possibilitem a análise de desempenho e, principalmente, a comparação com outros sistemas de maneira mais consistente do que com o uso exclusivo do índice de perdas.

Lambert (2002) apud Gonçalves & Alvim (2005), indica a utilização da comparação das perdas reais correntes com as perdas ideais em termos de gerenciamento e condições de infra-estrutura. Para isso, pode-se utilizar o Indicador de Vazamento na Infra-estrutura (IVIN), resultado da razão entre as perdas que ocorrem no sistema e as perdas mínimas inevitáveis que se espera que ocorram nesse sistema. Sendo assim, o IVIN expressa o quanto um determinado sistema está próximo ou distante de uma possível condição ideal da sua infra-estrutura (Equação 02).

$$IVIN = \frac{PRAA}{PRAI} \quad (02)$$

Sendo:

IVIN – Indicador de Vazamento na Infra-estrutura;

PRAA – Perdas Reais Anuais de Água;

PRAI – Perdas Reais Anuais Inevitáveis.

As Perdas Reais Anuais Inevitáveis (PRAI) são determinadas de acordo com a Equação 03:

$$PRAI = \frac{(1,8 \times L + 0,8 \times N_c + 25 \times L_p) \times P}{1000} \quad (m^3/dia) \quad (03)$$

Sendo:

L – Extensão da rede de distribuição (km), sem incluir extensões de ligações prediais, adutoras e subadutoras;

N_c – Número de ligações considerando todas as categorias (residencial, comercial, industrial e pública);

L_p – Extensão do ramal predial interno (km). No Brasil não é significativa e pode ser considerada a extensão igual a zero;

P – Pressão média do período de 24 h. Realizar medição contínua durante 24 h, evitando dados pontuais durante o dia.

As Perdas Reais Anuais de Água (PRAA) podem ser obtidas pela Equação 04:

$$PRAA = VVAZ + VOEX \quad (m^3/dia) \quad (04)$$

Sendo:

VVAZ – Quantificação dos vazamentos em rede;

VOEX – Volumes operacionais extraordinários.

Na inexistência de informações sobre vazamentos, Lambert (2002) apud Gonçalves & Alvim (2005) sugere considerar as perdas reais correspondentes a uma média encontrada em diversos sistemas nacionais e internacionais. Estas perdas reais médias estão compreendidas entre 40 e 60% das perdas totais de água.

Com o envelhecimento físico e funcional das redes de distribuição, outra ação corretiva a ser sugerida para as perdas reais é a necessidade de reabilitação desses sistemas. Segundo Alegre (1996), reabilitação² é definida como “um conjunto de atividades conducentes a transformar um sistema deficiente ou inadequado em um sistema que forneça um serviço de boa qualidade aos consumidores, com custos de operação razoáveis. Estas atividades podem compreender desde a substituição ou reparação de tubulações até a total reconstrução do sistema, ou à alteração dos procedimentos e meios de apoio à operação”.

As técnicas de reabilitação subdividem-se em dois grandes grupos (Bezerra, 2005):

- **Técnicas não-estruturais** → utilizadas quando se objetiva melhorar ou recuperar as condições hidráulicas ou sanitárias, reduzir vazamentos e proteger as tubulações contra corrosão, nos casos das tubulações de ferro fundido e aço.
- **Técnicas estruturais** → buscam restaurar a integridade do sistema através de intervenções nas instalações hidráulicas;

No caso da reabilitação de redes, os processos utilizados podem compreender técnicas destrutivas (caracterizada pela necessidade de abertura de valas e remoção da tubulação existente) e não-destrutivas (caracterizada pela abertura de poços de inspeção. Desta maneira,

² A partir da revisão de literatura sobre o tema gestão das perdas, tomou-se conhecimento do Programa de Reabilitação de Redes da Sabesp, o qual teve início em 2006, com o intuito de recuperar as redes e adutoras existentes no seu sistema de distribuição, levando-se em consideração aspectos tratados em conjunto (como a qualidade da água distribuída e perdas no sistema), e não apenas aspectos referentes à idade da rede ou à pressão de abastecimento de maneira isolada (Abranches, 2007). No Anexo 2 é apresentada a estrutura deste programa.

o tempo de execução do serviço é reduzido e, também, os transtornos causados pela abertura de valas).

Algumas técnicas de reabilitação de redes são apresentadas em Bezerra (2005), a saber: aplicação de revestimento de argamassa de cimento, limpeza das tubulações, substituição das tubulações, etc.

2.2.1.2 Identificação e correção de vazamentos nos sistemas prediais

Os **vazamentos** são as perdas de água ocorridas nos sistemas prediais hidráulicos dos edifícios, verificadas após os dispositivos de medição. Sendo assim, não há prejuízos para a concessionária, que receberá suas tarifas normalmente (Gonçalves *et al.*, 1999).

Oliveira (1999) acredita que a intervenção mais recomendada para perdas de água por vazamentos é a sua prevenção e detecção, por intermédio de uma manutenção regular e de qualidade dos sistemas hidráulicos. Ressalta, também, a necessidade de combater a tendência que muitos usuários têm de permanecer com um vazamento de uma torneira por um longo período de tempo, por exemplo, pois o problema não o está incomodando, mas apenas desperdiçando água.

A detecção e correção dos vazamentos de água no sistema de edificações competem aos usuários. Nas instalações prediais, faz-se necessário que seja verificada a presença de vazamentos desde a entrada da água no cavalete até os produtos instalados, uma vez que pequenos vazamentos podem proporcionar grande desperdício no decorrer de um mês, por exemplo.

A ocorrência de vazamentos no sistema de edificações é fortemente influenciada pela pressão hidráulica que, ao atingir valores elevados, tende a diminuir a vida útil do sistema, aumentar a vazão de utilização, aumentando o consumo, além de diminuir o conforto do usuário durante a utilização (através de respingos, por exemplo) (Vimieiro, 2005).

Nos sistemas prediais, os vazamentos de água são freqüentes e muitas vezes são resultado do desgaste natural nos pontos de utilização (bacia sanitária, torneiras, chuveiros, etc.). Todavia, pode-se constatar a presença de perdas bem elevadas nos alimentadores prediais, pois estes são solicitados diretamente pela pressão da rede pública, que, na maioria dos casos, apresenta valores maiores, em especial no período noturno.

Existem dois tipos de vazamentos nos sistemas prediais: i) visíveis: decorrentes principalmente das torneiras e bacias sanitárias (o gotejamento lento de uma torneira pode levar a uma perda em torno de 14,4 l/dia e em uma bacia sanitária com mais de 6 furos de

lavagem essa perda pode chegar a 720 l/dia, o que equivale ao consumo diário aproximado de uma família composta por 5 pessoas) e ii) não-visíveis: são mais difíceis de serem identificados, mas alguns indícios de sua presença são o aumento do consumo de água sem causa justificada e o aparecimento de manchas de umidade nas paredes, lajes e pisos.

Para a identificação de vazamentos nas edificações, podem ser realizados desde testes simples (por exemplo, o teste da cinza de cigarros na bacia sanitária) como contar com o auxílio de equipamentos com sensores acústicos disponíveis no mercado.

Gonçalves & Oliveira (1998) apontam testes simples para a verificação da existência de vazamentos em residências. Os vazamentos nas válvulas ou nas caixas de descarga podem ser detectados pelos testes descritos a seguir:

- **Teste da cinza do cigarro:** este método consiste em jogar cinza de cigarro no vaso sanitário. O normal é a cinza ficar depositada no fundo da mesma, caso contrário, é sinal de vazamento na válvula ou na caixa de descarga;
- **Teste para hidrômetros:** este tipo de teste é utilizado para verificar se existe vazamento entre o hidrômetro e a caixa d'água. O procedimento do teste do hidrômetro consiste na abertura do registro do hidrômetro, fechando a bóia da caixa até interromper o fluxo de água. Caso o hidrômetro fique parado, implica na ausência de vazamento;
- **Teste para caixas d'água:** é utilizado para verificar se há vazamento entre a caixa e as instalações internas do imóvel. Para tanto, faz-se necessário fechar a bóia marcando o nível da água na caixa. Além disso, todas as torneiras e chuveiros devem ser fechados e não utilizados por uma hora. Após esse tempo, o nível de água na caixa deve estar inalterado, indicando a inexistência de vazamentos;
- **Teste para canos:** o procedimento desse teste consiste em fechar o registro do cavalete de entrada da água na casa. Em seguida, abre-se uma torneira alimentada diretamente pela rede de água (por exemplo, a torneira do jardim ou tanque) e espera-se até o escoamento completo. Logo após, coloca-se um copo cheio d'água na boca da torneira, caso haja sucção da água do copo pela torneira, é um indício de vazamento no cano.

Existem diversos equipamentos que podem auxiliar na pesquisa acústica de vazamentos não visíveis. Alguns desses aparelhos são apresentados no Gonçalves & Alvim (2005):

- **Haste de escuta mecânica:** é uma haste de metal, com comprimento de 1,0 e 1,5 m (ver Figura 4). Essa haste de escuta de ruído é também conhecida como “stick”. É menos sensível que o geofone eletrônico. A sua faixa de operação situa-se entre 200 a 1500 Hz. Detecta ruído de vazamento com mais facilidade na faixa de 600 a 800 Hz.



Figura 4 – Haste de escuta mecânica.

- **Geofone mecânico:** utiliza o princípio da estetoscopia na detecção de vazamentos (ver Figura 5). É menos sensível que o geofone eletrônico.

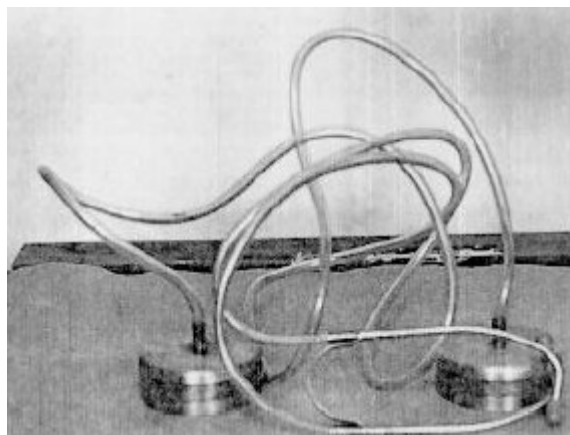


Figura 5 – Geofone mecânico.

- **Geofone eletrônico:** é um equipamento de alta sensibilidade, composto de um sensor que capta o som produzido pelo vazamento (ver Figura 6). É capaz de detectar ruído de vazamento na sua faixa de operação que se situa entre 100 e 2700 Hz. As partes básicas de um geofone eletrônico são: amplificador, sensor ou transdutor e fones de ouvido.



Figura 6 – Geofone eletrônico.

2.2.1.3 Medição individualizada em apartamentos

A medição individualizada consiste na instalação de hidrômetros individuais em cada apartamento. Esta medida surgiu da necessidade de reduzir o consumo de água, uma vez que no modelo de medição global, a conta de água é rateada igualmente para todas as unidades habitacionais. Sendo assim, o usuário paga pelo consumo médio dos apartamentos e não pela quantidade de água utilizada pelo mesmo, o que gera grandes desperdícios.

O sistema de medição global é bastante injusto, pois ao pagar pela conta de água, o consumidor não tem seu direito respeitado porque paga por um insumo que não utilizou em sua totalidade. Neste caso, sempre existirá um excesso utilizado por outrem, trazendo benefícios aos perdulários.

No sistema de medição individual, a conta de água/esgoto será estabelecida para cada apartamento pela concessionária dos serviços, com base no consumo apontado no hidrômetro individual, somado ao volume referente ao rateado do consumo comum do edifício, sendo este último obtido pela diferença do volume registrado no medidor principal e o somatório dos volumes registrados nos medidores individuais (Coelho & Maynard, 1999).

Dentre as medidas de uso racional da água, a medição individual do consumo apresenta-se, na topologia residencial, como sendo de grande impacto, seja pela indução da redução do desperdício ou pela questão social envolvida, onde o pagamento pelo consumo efetivamente ocorrido na unidade é o mais justo (Dantas, 2003).

Segundo Coelho & Maynard (1999), a medição individualizada não seria viável em edifícios já construídos. Porém, com o crescimento da crise econômica – o que provocou uma necessidade de economizar água – essa idéia mudou, a partir dos estudos da implantação de medição individualizada. Alguns estudos realizados em apartamentos no Recife, Pernambuco, mostram uma redução de 30% em média no consumo de água após a implantação de medição individual e, em alguns casos, reduzindo a conta mensal dos usuários em até 50%.

Para Yamada *et al.* (2001), a medição individualizada ou setorizada em edifícios se enquadra como uma ação indireta de intervenção em metodologias para economia de água, tanto para o usuário como para o condomínio.

Segundo estes autores, com a implantação da medição individualizada, o usuário passa a adquirir maior consciência do uso da água, uma vez que ele estará pagando em função do seu consumo. Sendo assim, a economia de água decorre quase que espontaneamente, ou seja, indiretamente, sem qualquer ação de aplicação de alguma metodologia de conservação de água. Em relação ao condomínio, a medição individualizada contribui indiretamente ao desperdício através da atribuição de facilidades e eficiência na verificação e detecção de vazamentos nas unidades habitacionais, devido ao monitoramento individual de consumo, ocasionando com isso, menor tempo na detecção e, portanto, menores prejuízos nas ações de intervenção de manutenção no condomínio como um todo.

Os custos relativos à medição individualizada são bastante variáveis e dependem, dentre outros aspectos, do total de colunas que conduzem a água, da tecnologia adotada para leitura e transmissão das informações de consumo, do padrão do apartamento (acabamento), da altura do prédio (avaliação das pressões), etc.

A medição individualizada de água em apartamentos pode ser feita de maneiras diversas, cada uma com suas vantagens e desvantagens. Cabe ao projetista escolher o melhor esquema de individualização, a depender das condições técnicas de abastecimento da concessionária de água e das condições construtivas do edifício a ser individualizado (Coelho & Maynard, 1999).

O modelo de individualização mais utilizado no Brasil é realizado a partir da **alimentação direta à caixa inferior e distribuição feita por reservatório superior único** (Figura 7), devido à falta de pressão e de uma continuidade no abastecimento fornecido pelas concessionárias de água.

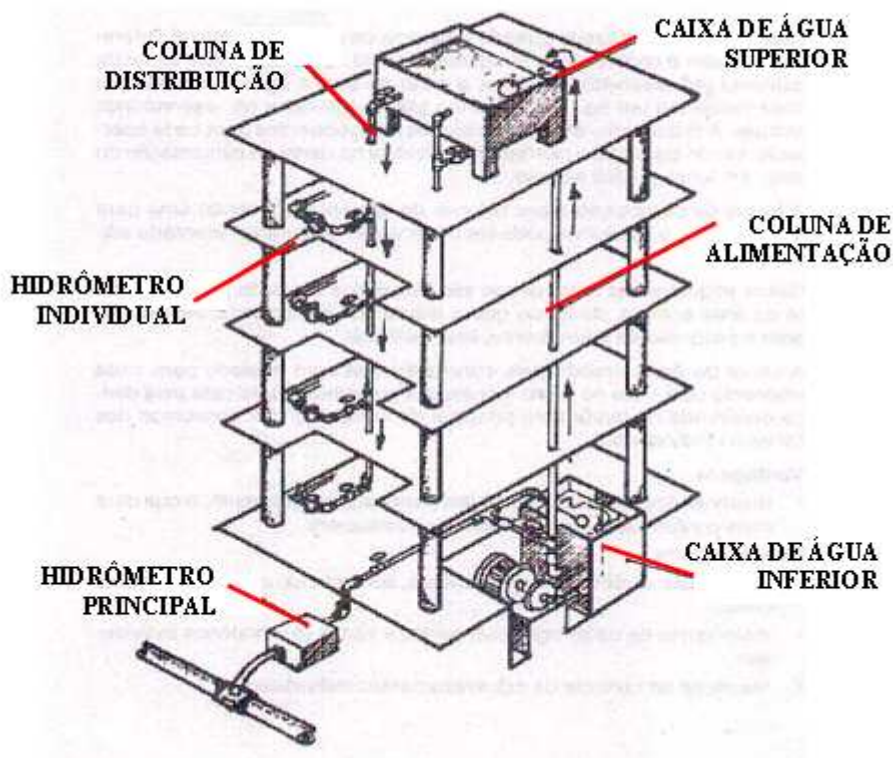


Figura 7 – Esquema de medição individualizada baseada na alimentação direta à caixa inferior e distribuição feita por um reservatório superior único (Coelho & Maynard, 1999).

Este procedimento de individualização consiste na adoção de um medidor-mestre instalado no ramal predial e hidrômetros colocados na entrada de cada apartamento no respectivo andar. É indicado para áreas com abastecimento intermitente por parte da concessionária de água e apresenta como vantagens o edifício possuir apenas um ramal predial até a caixa d'água inferior e ter apenas uma coluna de distribuição. Dentre as desvantagens, pode-se citar: o reservatório inferior constitui-se em um provável ponto de contaminação e a necessidade de utilizar conjuntos elevatórios para elevar a água do reservatório inferior ao superior.

Coelho & Maynard (1999) citam o modelo baseado na **alimentação feita diretamente à caixa elevada com distribuição feita por único reservatório** (Figura 8) como o segundo modelo de individualização mais utilizada em nível de Brasil.

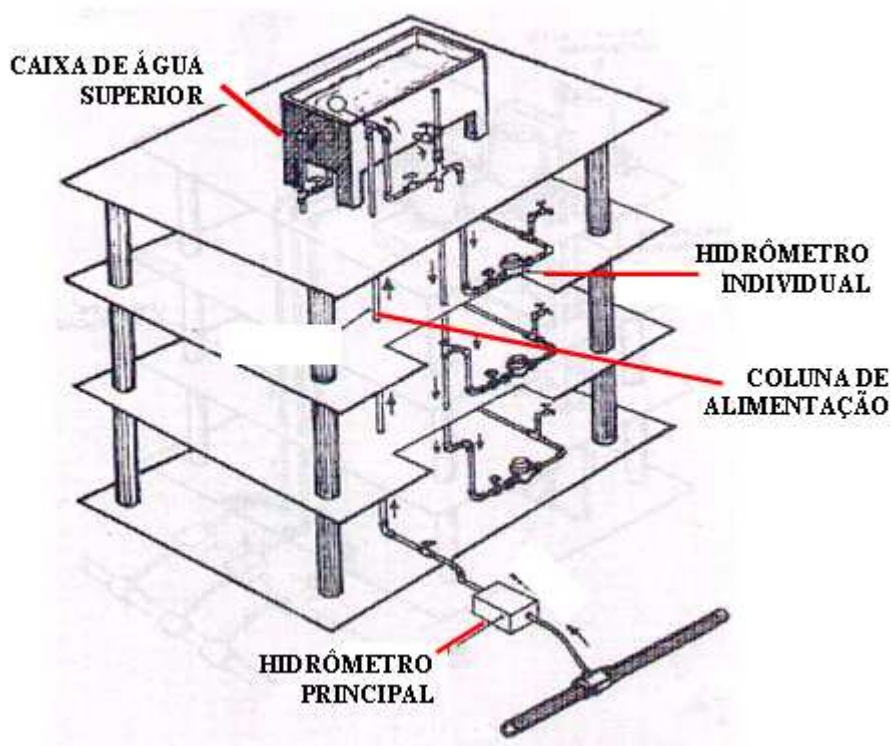


Figura 8 – Esquema de medição individualizada baseada na alimentação feita diretamente à caixa elevada com distribuição feita por único reservatório (Coelho & Maynard, 1999).

Este modelo deve ser utilizado quando existir pressão suficiente para abastecer o reservatório superior. Dentre as vantagens deste modelo destacam-se a não utilização de reservatório inferior, necessidade de um único ramal predial até a caixa superior e de apenas uma coluna de distribuição e, por fim, economia de energia elétrica, uma vez que não é feito o uso de bombeamento para elevar a água. Como desvantagens pode-se citar as interferências de consumo pelo abastecimento de uma só coluna de distribuição.

2.2.1.4 Captação de água de chuva

A utilização de fontes alternativas de abastecimento tem por objetivo a redução do consumo de água potável do sistema público de abastecimento, através da utilização de água não potável para usos que não requerem água com tal qualidade. O uso de fontes alternativas para o abastecimento de água depende da qualidade requerida para o uso final, ou seja, é possível utilizar água com qualidade diferente dependendo do emprego que se dará a esta água (Hespanhol, 2002).

Na Alemanha e no Japão, por exemplo, o processo de captação da água de chuva começou visando à retenção das águas pluviais como medida preventiva no combate a enchentes urbanas. Porém no decorrer do tempo o aproveitamento da água ganhou espaço em função do risco de escassez e, também, com o objetivo de promover a recarga dos solos, principal fonte de abastecimento de água nestes países (GROUP RAINDROPS, 2002).

A Figura 9 ilustra um esquema básico de aproveitamento de água de chuva em uma residência. Seu funcionamento prevê a captação da água aproveitando o telhado da casa, escoando através de calhas até um reservatório onde a água é bombeada para outro reservatório superior e, em seguida, é distribuída. Na Tabela 3 são apresentadas algumas variações da qualidade da água de chuva em função do sistema de coleta.

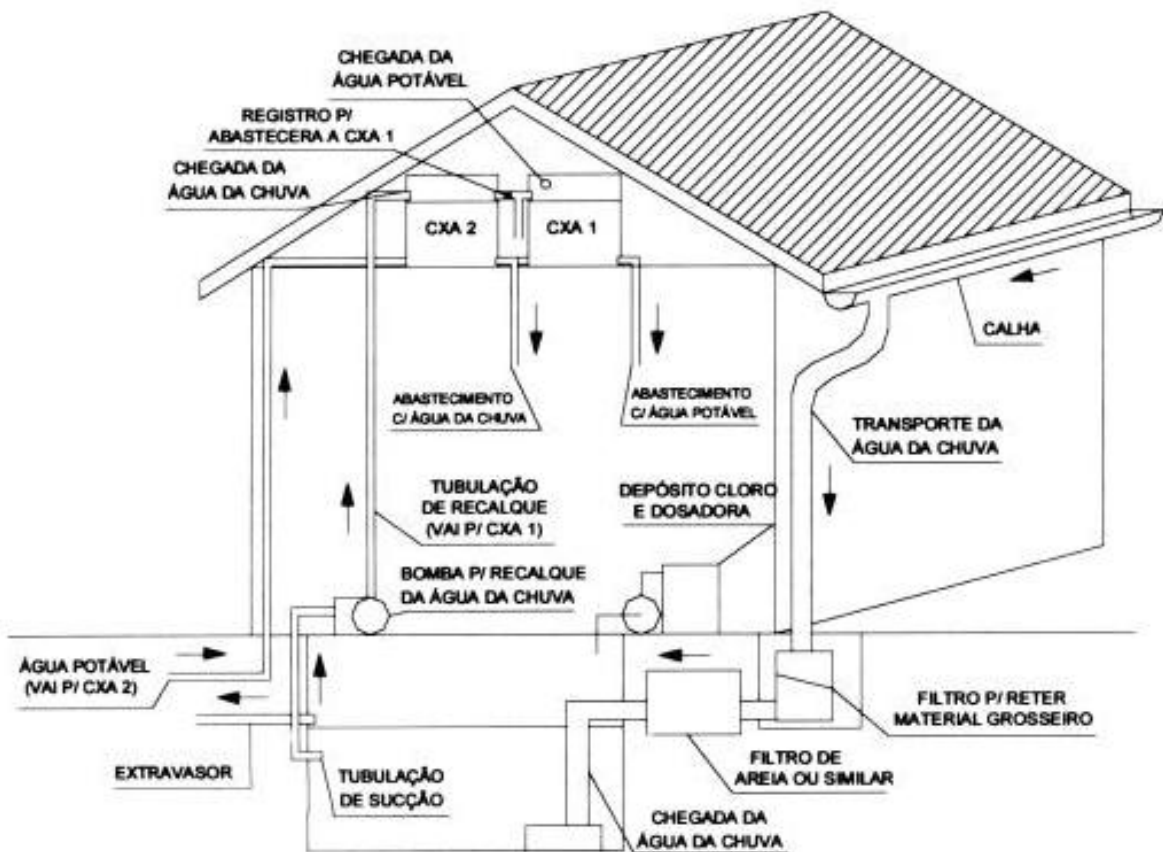


Figura 9 – Esquema básico de aproveitamento de água de chuva em uma residência.

Tabela 3 – Variações da qualidade da água de chuva devido ao sistema de coleta (GROUP RAINDROPS, 2002).

| GRAU DE PURIFICAÇÃO | ÁREA DE COLETA DE CHUVA | OBSERVAÇÕES |
|----------------------------|--|--|
| A | Telhados (lugares não freqüentados por pessoas ou animais) | Se a água for purificada, é potável |
| B | Telhados (lugares freqüentados por pessoas ou animais) | Apenas usos não potáveis |
| C | Pisos e estacionamentos | Necessita de tratamento mesmo para usos não potáveis |
| D | Estradas | Necessita de tratamento mesmo para usos não potáveis |

A implantação de um sistema de aproveitamento de água de chuva pode proporcionar diversos benefícios no âmbito ambiental. Com o aumento da demanda, o poder público tende a iniciar a construção de barragens para abastecer os grandes centros. No entanto, a construção dessas barragens pode causar um enorme impacto ambiental, inundando grandes áreas, o que poderá trazer prejuízos à fauna e à flora. Não obstante, a construção de cisternas simula a construção de “pequenas barragens individuais”, o que evita esse dano ambiental (Campos, 2004).

Nas regiões do semi-árido brasileiro, caracterizadas pelas crises históricas no abastecimento de água, o uso da água de chuva tem sido intenso. O armazenamento da água da chuva em cisternas nessas regiões tem por objetivo minimizar o problema do baixo índice pluviométrico aliado às altas taxas de evaporação.

No Brasil, entidades como a Cáritas Brasileira e o PEASE (Programa de Estudos e Ações para o Semi-Árido), em parceria com a UFPB, têm alertado para a necessidade do uso de cisternas. Tais entidades têm construído cisternas de placas de concreto de 15 m³, com diâmetro de 3,50 m e altura de 1,50 m, a um custo de R\$ 360,00 (dados de julho de 2002) e com a participação da comunidade beneficiada (Campos, 2004).

O aproveitamento da água de chuva tem sido praticado em diversas atividades que consomem um volume elevado de água para fins não potáveis, tais como: indústrias, escolas, postos de gasolina; pois representa uma economia no consumo de água tratada e conseqüentemente redução de despesas. Na Tabela 4 são apresentadas algumas vantagens e desvantagens de um sistema de aproveitamento de água de chuva.

Tabela 4 – Vantagens e desvantagens de um sistema de aproveitamento de água de chuva
(Gould & Nissen-Petersen, 1999).

| VANTAGENS | DESVANTAGENS |
|--|---|
| Conveniência (o suprimento ocorre no ponto de consumo). | Alto custo (principalmente quando comparada com outras fontes). |
| Fácil manutenção. | Suprimento é limitado (depende da quantidade de precipitação e da área do telhado). |
| Baixos custos de operação e manutenção | Custo inicial alto. |
| Qualidade relativamente boa (principalmente quando a captação é feita em telhado). | Não atrativo a políticas públicas. |
| Baixo impacto ambiental. | Qualidade de água vulnerável. |
| As tecnologias disponíveis são flexíveis. | Possível de rejeição cultural. |
| Construção simples. | - |
| Serve além de fonte alternativa de água como uma medida não-estrutural para drenagem urbana. | - |

2.2.1.5 Aparelhos hidrossanitários economizadores de água

Neste item serão apresentados alguns tipos de aparelhos hidrossanitários poupadores, tais como: bacia sanitária de caixa acoplada e válvula de acionamento seletivo para a bacia, torneiras com fechamento automático e com sensor de presença, entre outros.

Bacia sanitária

A bacia sanitária é um aparelho ligado à instalação predial e destinado ao uso de água para fins higiênicos ou receber os dejetos e águas servidas (Creder, 1996). Estão presentes em quase todos os ambientes sanitários e caracterizam-se pelo uso de um volume significativo de água em um curto intervalo de tempo (Schmidt, 2004). São classificadas como bacia sanitária para válvula de descarga e bacia sanitária com caixa acoplada (Figura 10).

De acordo com estudos realizados pela USP, a bacia sanitária foi apontada como uma “vilã” no consumo de água residencial, representando 29% do consumo total de água em um domicílio. Desta maneira, fica notório que a bacia é o aparelho sanitário de maior prioridade de substituição por modelos economizadores de água.



Figura 10 – Modelos de bacias sanitárias.

Historicamente as bacias sanitárias providas de válvula de descarga sempre foram consideradas grandes consumidoras de água, no entanto, diversos equipamentos têm sido desenvolvidos com a finalidade de alcançar o uso racional da água.

Em 1998, o Programa Setorial da Qualidade de Louças Sanitárias para Sistemas Prediais, vinculado ao Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade da Área Habitacional (PBQP-H), fixou objetivos de qualidade evolutiva relativos ao desempenho das louças sanitárias, no atendimento às diretrizes institucionais para o uso racional da água e à garantia de atendimento às normas técnicas. Como submeta do programa destaca-se “Produção de bacias sanitárias, caixa de descarga e comandos hidráulicos de volumes reduzidos: qualidade evolutiva destes componentes, de tal forma que, até o ano 2000, o volume de descarga seria limitado a 9 litros e, até o ano 2002, fosse atingida a meta de volume máximo de descarga no entorno de 6 litros ou valor que implique no menor consumo de água”.

No mercado já são encontradas válvulas de descarga que utilizam 6 litros/acionamento, efetuando a descarga de forma eficiente. É conhecida como VDR (Volume de Descarga Reduzido) a bacia que efetua eficientemente o arraste de dejetos e a limpeza interna da bacia com apenas 6 litros por acionamento.

As bacias sanitárias com caixa acoplada também apresentam descarga de 6 litros/acionamento, são de fácil manipulação, não necessitando de grandes obras civis para sua instalação. Estas bacias geralmente são de fixação no piso e apresentam funcionamento sifônico (Schmidt, 2004).

No entanto, apesar de todo o esforço na inovação tecnológica das bacias sanitárias, o que se percebe é que ainda existem milhares de bacias sanitárias comercializadas e instaladas

anteriormente às datas estabelecidas pelo PBQP-H, e que continuam a consumir volumes maiores de água, até que sejam substituídas pelos modelos atuais disponíveis no mercado.

As substituições podem ser motivadas por quebras, reformas nos banheiros ou atitudes de conservação espontânea por parte dos usuários ou por programas governamentais de incentivo (Hamzo, 2005).

Dispositivo de acionamento seletivo para a bacia sanitária (dual-flush)

O dispositivo de acionamento seletivo para a bacia sanitária com caixa acoplada, conhecido como *dual-flush* (Figura 11), contém dois botões, possibilitando dois tipos de acionamento (Schmidt, 2004):

- **Arraste de dejetos sólidos** → quando acionado, resulta em uma descarga completa da ordem de 6 litros;
- **Arraste de dejetos líquidos** → quando acionado, resulta em uma meia descarga, geralmente de 3 litros, para limpeza apenas de urina na bacia.

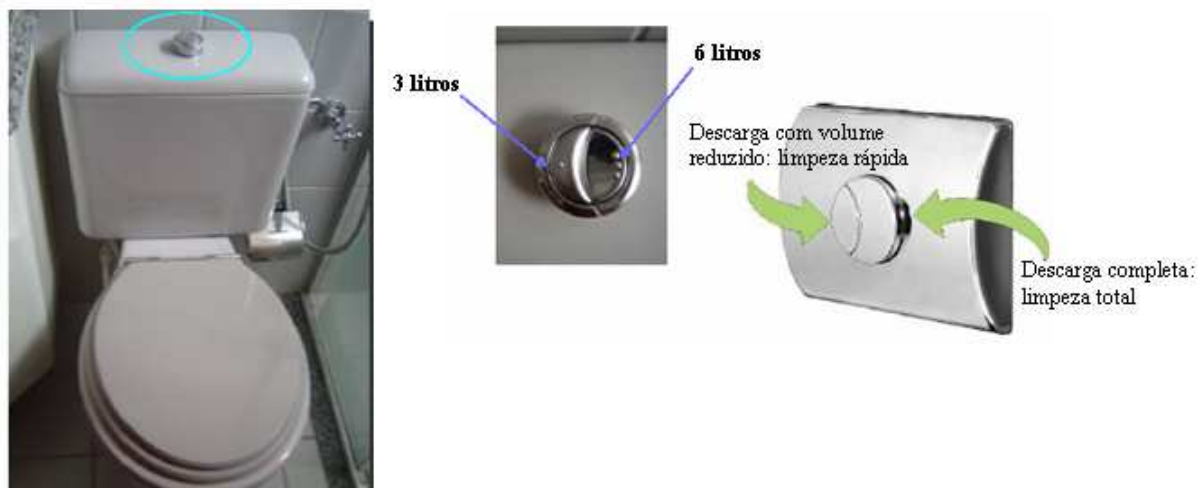


Figura 11 – Dispositivo de acionamento seletivo para a bacia sanitária de caixa acoplada.

Torneira

As torneiras são dispositivos de controle do fluxo que, quando acionadas, liberam uma determinada vazão, que pode ser controlada para um determinado fim (Schmidt, 2004).

Geralmente as torneiras comuns não possuem o controle automático de fechamento, deixando a cargo do usuário o tempo de uso, fazendo, em muitos casos, com que o usuário utilize a água de forma perdulária.

Dentro deste enfoque, as indústrias brasileiras vêm desenvolvendo produtos e dispositivos que reduzam o consumo de água independentemente da ação do usuário. As torneiras disponíveis no mercado, com o intuito de reduzir o consumo de água, baseiam-se no funcionamento hidromecânico (fechamento automático), por sensor de presença (eletrônico), por válvula de pé, por pedal, hidromecânico adequado a deficientes físicos, entre outras. Existem também dispositivos que são acoplados às torneiras, os chamados arejadores, com função economizadora. Nesta dissertação, será dado enfoque às torneiras de fechamento automático, com sensor de presença e aos arejadores.

As **torneiras com fechamento automático** (Figura 12) têm a vantagem de cessar o fluxo de água em certo tempo pré-programado, evitando assim desperdício por parte do usuário decorrente do mau fechamento ou até mesmo, em caso de vandalismo, do não fechamento.

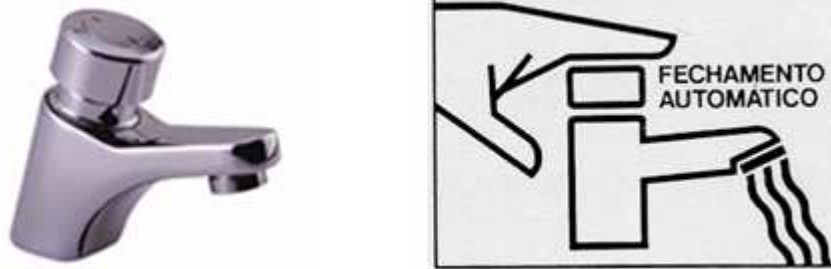


Figura 12 – Ilustração de uma torneira com fechamento automático.

Existem dois aspectos a serem considerados nas torneiras de fechamento automático (Schmidt, 2004):

- **Controle da vazão** → obtido pela incorporação de um redutor de vazão no equipamento ou pela instalação de um redutor de vazão que pode acompanhar o equipamento ou ser adquirido separadamente, dependendo do fabricante. Desta forma, os usuários não interferem na vazão, uma vez que o equipamento só permite o grau de liberdade de abertura do fluxo de água;
- **Tempo de acionamento** → é determinante na redução de água neste equipamento. Sendo assim, este tempo não deve ser curto, o que faria com que o usuário acionasse o

dispositivo várias vezes, e nem deve ser muito longo, evitando a situação em que o usuário terminaria a atividade e o fluxo ainda estaria acontecendo.

Dentre as torneiras de fechamento automático, existem aquelas que permitem a variação do tempo de abertura na própria peça, através de uma chave restrita, e os que apresentam tempo de abertura pré-determinados. Alguns modelos apresentam características antivandalismo e outros realizam a mistura de água quente e fria na própria peça, garantindo assim a menor perda até que a água atinja a temperatura adequada ao uso.

As **torneiras com funcionamento por sensor de presença** (Figura 13) baseiam-se na ação de sensores que captam a presença das mãos do usuário perto da torneira e liberam o fluxo de água, cessando-o no momento que o usuário afasta as mãos do sensor. A alimentação do sistema pode ser realizada pelo uso de baterias alcalinas ou pela rede de distribuição elétrica do local. A desvantagem deste último é que na falta de energia, as torneiras não funcionarão. Em relação ao sistema alimentado por baterias, o uso das torneiras se dará mesmo na falta de energia. No entanto, este tipo de equipamento requer uma manutenção eficiente, garantindo a existência de baterias em estoque e a rapidez da troca (Schmidt, 2004).

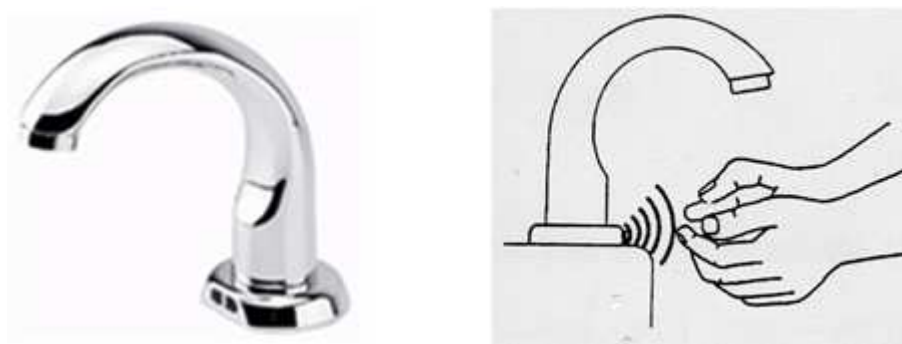


Figura 13 – Ilustração de uma torneira com funcionamento por sensor de presença.

Os **arejadores** (Figura 14) são dispositivos fixados na saída da torneira, que reduzem a seção da passagem da água (por meio de peças ou telas finas) e que possui orifícios na superfície lateral para entrada de ar durante o escoamento de água. Estes dispositivos reduzem em cerca de 50% a vazão de água (Coelho, 2001).

A instalação do arejador nas torneiras da cozinha atua de duas formas: melhora o desempenho da atividade sem respingar água no usuário e reduz a vazão e, portanto, o consumo de água. Quando a cozinha é de grande porte e dispõe de cubas específicas para a lavagem de verduras, principalmente folhas, recomenda-se a instalação de arejadores tipo

chuveirinho, os quais facilitarão ainda mais a realização das atividades nesta área (Gonçalves *et al.*, 1999b).



Figura 14 – Modelos de arejadores adaptáveis às torneiras.

Muitas das torneiras disponíveis no mercado apresentam o arejador instalado na peça. Entretanto, existem outras que não apresentam roscas para o acoplamento do arejador. Desta maneira, faz-se necessário, ao adquirir a torneira, verificar a existência ou não do arejador.

Chuveiro

Quando se trata de redução de consumo de água, o chuveiro é o aparelho sanitário mais difícil de atender a esse objetivo, uma vez que é o aparelho ao qual o usuário apresenta maior sensibilidade quanto às alterações de vazão. Sendo assim, um dos requisitos para o desempenho do chuveiro é o grau de satisfação do usuário, que está associado ao volume de água que um chuveiro pode propiciar no decorrer de um banho (Schmidt, 2004).

Existem dois componentes que constituem este sistema e que são de adequação para a redução do consumo de água, são eles: o chuveiro ou ducha (bica por onde a água sai) e o sistema de comando do fluxo da água. Os dispositivos de acionamento do fluxo da água que apresentam características economizadoras são do tipo temporizado, por funcionamento hidromecânico.

Os sistemas de funcionamento hidromecânico (fechamento automático) para comando de duchas para mistura de água fecham-se automaticamente após um tempo determinado, geralmente em torno de trinta segundos. Estima-se que o sistema seja acionado cinco vezes por banho: uma para molhar, duas para ensaboar e duas para enxaguar. Além disso, apresenta um misturador incorporado, que regula a mistura de água fria e quente. Esse equipamento

deve apresentar um mecanismo de segurança, que fixa a temperatura máxima, para que o usuário seja protegido no caso de faltar água fria e só liberar água quente (Vimieiro, 2005).

2.2.2 Ações educacionais

A Lei nº. 9.795/99 dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Em seu artigo 1º, a educação ambiental é definida como *“processos pelo meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade”*.

A educação ambiental trata-se de um componente imprescindível e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal e deve envolver as diversas esferas da sociedade (Poder Público, instituições educativas, órgãos integrantes do Sistema Nacional de Meio Ambiente – SISNAMA, meios de comunicação em massa, empresas, entidades de classe, instituições públicas e privadas e sociedade como um todo).

Os fundamentos da educação ambiental podem ser desenvolvidos em nível formal e não-formal. A educação ambiental no ensino formal é aquela desenvolvida no âmbito dos currículos das instituições de ensino públicas e privadas. Não obstante, a educação ambiental não-formal são as ações e práticas educativas direcionadas à sensibilização da coletividade sobre as questões ambientais e à sua organização e participação na defesa da qualidade do meio ambiente.

2.2.2.1 Evolução das campanhas educacionais nos programas de conservação da água

O texto apresentado neste item é baseado no Documento Técnico de Apoio – DTA B2 (Campanhas de educação pública voltadas à economia de água), que integra o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água – PNCDA, escrito por Cardia & Alucci (1998).

As primeiras campanhas de informação e educação surgiram na década de 70, com a crise do petróleo. Nesta mesma época ocorreram sérios problemas de abastecimento de água em alguns estados norte-americanos, derivados das secas, aliadas ao aumento do consumo. As empresas de serviços públicos e o governo começaram a investir em campanhas publicitárias

e educacionais, em programas de auditoria energética e da água, e em programas de incentivos financeiros para a troca de equipamentos.

Não obstante, ao se realizar avaliações sobre o sucesso dessas intervenções, o resultado foi o inesperado: as campanhas publicitárias e educacionais, por mais que informassem o público, não tinham sucesso em mudar o comportamento dos consumidores. As campanhas de energia, no começo dos anos 80, por exemplo, resultaram em mais recursos financeiros do que seria necessário para reforçar o isolamento térmico das casas de baixa rede em sua jurisdição.

Diante desta realidade, os pesquisadores na área de psicologia social começaram a contribuir para os programas de conservação com informações sobre aspectos psicológicos e sociais do comportamento frente à conservação. Algumas perguntas precisavam ser respondidas: i) por que as informações sobre a conservação não bastavam para mudar o comportamento das pessoas? ii) por que, apesar de preocupadas com a preservação do meio ambiente, as pessoas nada faziam para preservá-lo? iii) por que o comportamento delas era tão irracional? iv) por que comportamentos são tão difíceis de mudar? v) por que as pessoas resistem adotar inovações?

Com as experiências vivenciadas nas décadas de 70 e 80, ficou nítido que os programas de conservação baseados exclusivamente em pressupostos de racionalidade econômica do consumidor, apoiados em incentivos e desincentivos econômicos (subsídios para a aquisição de equipamentos de menor consumo, redução de impostos, tarifas progressivas, multas, etc.), tenderam ao fracasso. De outro lado, a noção de que bastaria informar aos consumidores sobre os problemas econômicos e sócio-ambientais relacionadas à escassez dos recursos naturais, para motivá-lo a adotar as mudanças de comportamento almejadas (como combater vazamentos, evitar desperdícios e/ou adquirir equipamentos hidráulicos mais eficientes), também resultou em mais um fracasso. As pesquisas constataram que o comportamento de tomada de decisão não é racional e é influenciado por aspectos como a busca de maximização do status, renda, desemprego, segurança e conforto.

Nesse momento, verificou-se a necessidade da sinergia entre, de um lado, as medidas de incentivo/desincentivo econômicos e sociais e, de outro, as campanhas publicitárias baseadas na informação/educação dos consumidores. A combinação ideal seria aquela que contivesse motivação, informação e *feedback*. Os incentivos poderiam ser pensados não apenas na ótica financeira, mas sob a ótica social, uma vez que o reconhecimento social é algo importante na sociedade.

Nesta época, as campanhas publicitárias e educacionais conseguiam promover uma ética de conservação por meio de atitudes pró-conservação, mas estas não se revertiam, necessariamente, em comportamentos de conservação. A conservação, na medida em que requer uma diminuição do consumo, segue em contrário aos valores atuais da sociedade, que consistem no individualismo, na satisfação imediata. Desta maneira, o indivíduo valoriza mais o seu prazer e suas necessidades do que pensar em assuntos relacionados à coletividade.

Até a década de 80, as empresas de serviços e os pesquisadores almejavam ações voltadas ao indivíduo, mas nos anos 90 esta realidade mudou. Constatou-se a importância de toda a coletividade, vizinhos, amigos, grupos de referências e a imagem das empresas de serviços nos programas de conservação da água. Também na década de 90, com a ajuda da psicologia social, foi dada uma maior ênfase à adoção de equipamentos poupadores ao invés da mudança de hábitos de uso.

As mudanças de hábito são de auto-restrição e os indivíduos, por si só, não adotam este tipo de medida, pois afetam seu conforto, por exemplo. Um aspecto positivo é que estas medidas não exigem investimentos econômicos, mas são difíceis de serem adotadas e, principalmente, de serem mantidas. Já para a adoção de equipamentos poupadores, faz-se necessário um investimento inicial muitas vezes elevado, mas cujo comportamento não é repetitivo.

Ao longo dos anos 80, os especialistas subestimaram a importância de alternativas tecnológicas de consumo eficiente e se detiveram ao potencial de mudanças de hábitos individuais e de respostas embasadas no fornecimento de informações sobre o consumo.

Enfim, os consensos a partir dos anos 90 apontam para a necessidade de incentivar a adoção de equipamentos poupadores de água, uma vez que a adoção desses aparelhos requer a consciência da seriedade do problema e um mínimo de cooperação coletiva.

2.2.3 Ações econômicas

As ações econômicas estão relacionadas aos incentivos e desincentivos econômicos para que se possa atingir a racionalidade no uso da água. Algumas dessas ações são citadas a seguir (Ribeiro & Braga, 2008):

- Estímulos fiscais para a redução do consumo de água;
- Bônus na conta de água por meta de racionalização do uso da água cumprida;
- Subsídios para a aquisição de sistemas e componentes economizadores;

- Multa resultante de ações antieconômicas;
- Tarifação que estimule o uso eficiente da água sem penalizar os usuários mais frágeis economicamente;
- Penalização que induza o aumento da eficiência da concessionária de água;
- Cobrança pelo uso da água bruta.

2.2.4 Ações regulatórias/institucionais

Dentre as ações regulatórias/institucionais citadas no item 2.2, será dado destaque, neste item, às legislações que induzam o uso racional da água.

No âmbito nacional foram identificados alguns projetos de leis, alguns se encontram em fase de tramitação no congresso e outros estão arquivados (Tabela 5). Na Tabela 6 é apresentado um aparato de legislações de uso racional da água para as cidades brasileiras. Verifica-se que muitas das leis estão relacionadas à obrigatoriedade da medição individualizada em edifícios novos, criação de programas de uso racional da água, uso de cisternas, dentre outras.

Tabela 5 – Projetos de Leis sobre uso racional da água no território brasileiro.

| PROJETOS DE LEI | ASSUNTO | AUTORIA |
|------------------------|---|-------------------------|
| PL nº. 2.565/07 | Dispõe sobre a instalação de dispositivos para captação de águas de chuvas em imóveis residenciais e comerciais. | Jurandy Loureiro |
| PL nº. 7.074/06 | Institui medidas para o uso racional de águas para o consumo humano nas condições que estabelece. | Antônio Carlos M. Thame |
| PL nº. 4.114/04 | Dispõe sobre a instalação de hidrômetros individuais em unidades de condomínio e dá outras providências. | Carlos Nader |
| PL nº. 3.322/04 | Dispõe sobre a obrigatoriedade de reservatórios ou cisternas para o acúmulo de água de chuva no território brasileiro. | Jurandir Bóia |
| PL nº. 1.755/03 | Dispõe sobre a obrigatoriedade de medição individual do consumo de água em unidades residenciais localizadas em edifícios ou outras edificações coletivas e dá outras providências. | Sebastião Madeira |
| PL nº. 787/03 | Institui diretrizes nacionais para a cobrança de tarifas para a prestação dos serviços de abastecimento de água dá outras providências. | Júlio Lopes |
| PL nº. 2.750/03 | Estabelece o uso eficiente das águas e dá outras providências. | Salvador Zimbaldi |

Tabela 6 – Legislação sobre uso racional em algumas cidades brasileiras.

| LEGISLAÇÃO | MUNICÍPIO E/OU ESTADO | ASSUNTO |
|-----------------------|--------------------------------------|---|
| Lei nº. 2.340/06 | Niterói/RJ | Estabelece, para projetos de edificações coletivas, a exigência de localização de hidrômetro para medição do consumo de água de cada unidade autônoma. |
| Lei nº. 238/06 | Natal/RN | Dispõe sobre a obrigatoriedade da implantação da medição individual de água por unidade autônoma dos edifícios e condomínios localizados no Município de Natal, cujos projetos de construção não tenham sido protocolados no órgão competente de cada município do Estado onde se encontra, até a data de vigência desta Lei, e dá outras providências. |
| Lei nº. 12.474/06 | Campinas/SP | Cria o programa municipal de conservação, uso racional e reutilização de água em edificações e dá outras providências. |
| Lei nº. 3.557/05 | DF | Dispõe sobre a individualização de instalação de hidrômetro nas edificações verticais residenciais e nas de uso misto e nos condomínios residenciais do Distrito Federal, e dá outras providências. |
| Lei nº.4.209/05 | Americana/SP | Dispõe sobre a obrigatoriedade de instalação de hidrômetros em cada uma das unidades autônomas dos condomínios edificadas. |
| Lei nº. 14.018/05 | São Paulo/SP | Institui o programa municipal de conservação e uso racional da água em edificações e dá outras providências. |
| Lei nº. 12.609/04 | PE | Institui a obrigatoriedade da instalação de hidrômetros individuais nos edifícios no Estado de Pernambuco, cujos projetos de construção não tenham sido protocolados no órgão competente de cada município do Estado onde se encontra, até a data de vigência desta Lei. |
| Decreto nº. 48.138/03 | SP | Institui medidas de redução de consumo e racionalização do uso de água no âmbito do estado de São Paulo. |
| Lei nº. 110/03 | Passo Fundo/RS | Regulamenta a medição individual nas instalações hidráulicas das edificações residenciais multifamiliares e comerciais. |
| Lei nº. 10.785/03 | Curitiba/PR | Cria o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações – PURAE. |
| Lei nº. 6.345/03 | Maringá/PR | Institui o programa de reaproveitamento de águas de Maringá. |
| Lei nº. 6.339/03 | Maringá/PR | Dispõe sobre a instalação de dispositivos hidráulicos destinados ao controle e à redução do consumo de água em todos os empreendimentos imobiliários, públicos e privados, não residenciais, que venham a ser executados a partir desta Lei e dá outras providências. |
| Lei nº. 6.076/03 | Maringá/PR | Dispõe sobre o reúso de água não potável e dá outras providências. |
| Decreto nº. 44.128/03 | São Paulo/SP | Regulamenta a utilização, pela prefeitura do município de São Paulo, de água de reúso, não potável, a que se refere a Lei nº. 13.309/02. |

| LEGISLAÇÃO | MUNICÍPIO E/OU ESTADO | ASSUNTO |
|-----------------------|--------------------------------------|---|
| Lei nº. 5.935/02 | Blumenal/SC | Dispõe sobre o consumo de água em novos prédios públicos e privados. |
| Lei nº. 13.309/02 | São Paulo/SP | Dispõe sobre o reúso de água não potável e dá outras providências. |
| Lei nº. 13.276/02 | São Paulo/SP | Torna obrigatória a execução de reservatório para as águas coletadas por cobertura e pavimentos nos lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500 m ² . |
| Lei nº. 1.085/02 | Palmas/TO | Institui a cartilha da economia de água e da energia elétrica na rede municipal de ensino. |
| Decreto nº. 41.814/02 | São Paulo/SP | Regulamenta a Lei nº. 13.276/02, que torna obrigatória a execução de reservatório para as águas coletadas por cobertura e pavimentos nos lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500 m ² . |
| Lei nº. 16.759/02 | Recife/PE | Institui a obrigatoriedade da instalação de hidrômetros individuais nos edifícios, cujos projetos de construção não tenham ido protocolado no órgão competente do município até a data de vigência desta Lei. |
| Lei nº. 3.915/02 | RJ | Obriga as concessionárias de serviços públicos a instalarem na forma que menciona a Lei. |
| Lei nº. 14.401/01 | Viçosa/MG | Dispõe sobre normas de controle de excesso de consumo de água distribuída para consumo humano. |
| Lei nº. 11.575/01 | RS | Institui a “Semana Estadual da Água” no estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências. |
| Decreto nº. 45.805/01 | SP | Institui o programa estadual de uso racional da água potável e dá providências correlatas. |
| Lei nº. 2.616/00 | DF | Dispõe sobre a utilização de equipamentos economizadores de água nas instalações hidráulicas e sanitárias dos edifícios públicos e privados destinados a uso não residencial no âmbito do Distrito Federal. |
| Lei nº. 2.879/00 | Aracaju/SE | Dispõe sobre instalação obrigatória de hidrômetros individuais nos edifícios e condomínios do município de Aracaju. |
| Lei nº. 3.429/99 | Itajaí/SC | Institui a Semana da Água e dá outras providências. |
| Lei nº. 10.414/99 | Vitória/ES | Dispõe sobre instalação de hidrômetros individuais em condomínios habitacionais. |

Fonte: ARCE (2004) e AESA (2007).

2.3 Programas de conservação do uso da água em nível internacional e nacional

O texto apresentado a seguir é baseado no Capítulo 8 (Obstáculos para la difusión de los programas de gestión de la demanda de agua en España) escrito por Estevan (1999) em *Gestión de la demanda de agua y su impacto económico*.

Um Programa de Gestão da Demanda de Água (PGDA) é um exercício de planeamento estratégico cujo objetivo genérico é assegurar, a médio e longo prazos, o abastecimento urbano de água atendendo os seguintes propósitos (Estevan, 1999):

- Minimizar a extração de água para os usos urbanos;
- Satisfazer as diversas necessidades dos serviços hidráulicos urbanos;
- Ajustar a qualidade da água de acordo com as exigências para cada uso;
- Elevar os níveis de garantia do suprimento através do aumento da eficiência na distribuição e utilização da água;
- Manter o equilíbrio econômico e financeiro das entidades abastecedoras.

Todos os aspectos de um Programa de Gestão da Demanda de Água devem estar referidos a horizontes temporais claramente estabelecidos, que normalmente serão de médio e longo prazo (normalmente um mínimo de 5 e um máximo de 20 anos). Um PGDA de carácter urbano pode ser articulado de acordo com o esquema da Figura 15.

A primeira fase de um PGDA é composta pela formalização dos objetivos gerais, que devem inspirar todo o desenvolvimento posterior dos programas setoriais e das ações concretas. Estes objetivos em nível inicial (essencialmente político) são de ordem mais genérica, podendo citar o estabelecimento de cotas de máximas de consumo global em diferentes horizontes, níveis mínimos de qualidade, entre outros.

Na segunda fase devem ser estabelecidos os desígnios estratégicos do PGDA, onde devem ser definidas com clareza as diretrizes básicas de atuação, acompanhadas de metas estratégicas, tais como: quantidade e qualidade de água por usos, rendimentos na distribuição e faturamento, objetivos da economia voluntária de água, índices de eficiência nos pontos de uso, percentagens de reutilização.

Na terceira fase devem ser definidos os programas de intervenção, os quais são classificados em horizontais e setoriais. Os programas horizontais afetam todo o sistema e são

de responsabilidade das entidades responsáveis pelo abastecimento. Já os programas setoriais requerem a colaboração direta dos usuários.



Figura 15 – Esquema geral de um programa de gestão da demanda de água.

Definidas as ações de intervenção, devem ser levantados seus custos e uma cuidadosa análise econômico-financeira. O programa econômico-financeiro se desenvolve de modo interativo com os programas horizontais e setoriais, sendo recebidos de ambos informações de custos e benefícios.

Por fim, os PGDA's devem ser dotados de ferramentas de informação e regulação normativa que permitam disponibilizar os dados necessários para o seguimento dos

resultados, e que facilitem a conversão das reduções de consumo conseguidas em economia de água.

2.3.1 Ações de conservação do uso da água

2.3.1.1 *Nível nacional*

Algumas iniciativas em relação à gestão de recursos hídricos têm sido realizadas no âmbito do Brasil. Com a instituição da Lei nº. 9.433/97, a gestão de recursos hídricos ganhou um maior impulso no nível nacional e proporcionou o começo da mudança do paradigma de que a água se tratava de um recurso natural inesgotável.

A Lei estabelece que as águas no Brasil são de domínio público, que a gestão deve ser descentralizada e contar com a participação do poder público, usuários de água e sociedade civil organizada e que novos instrumentos devem ser utilizados para gerenciar os recursos hídricos no país, entre os quais, a outorga dos direitos de uso da água, a cobrança pelo seu uso e os planos de recursos hídricos.

A estrutura programática do Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) é composta por 13 programas e estes, por sua vez, são divididos em subprogramas. O programa VI do PNRH é intitulado “Usos múltiplos e gestão integrada de recursos hídricos” e contempla o subprograma “Gestão de demandas, resolução de conflitos, uso múltiplo e integrado de recursos hídricos” (PNRH, 2006).

Na década de 90, programas de conservação do uso da água começaram a ser criados. Um programa que merece destaque é o **Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA)**, instituído em 1997 pelo Governo Federal (atualmente desenvolvido pelo Ministério das Cidades), com o objetivo de promover o uso racional da água para abastecimento público nas cidades brasileiras, em benefício da saúde pública, do saneamento ambiental e da eficiência dos serviços e identificar e implantar um conjunto de medidas que revertam o atual quadro de desperdício de água.

No âmbito do PNCDA foi celebrado um convênio com a Fundação para Pesquisa Ambiental (FUPAM), vinculada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. O convênio teve como objetivo a realização de estudos especializados e a criação de um conjunto de Documentos Técnicos de Apoio (DTA) às atividades do programa, desenvolvidos em três grandes temáticas, a saber: planejamento, gestão e gerenciamento da demanda; conservação nos sistemas públicos e conservação nos sistemas prediais.

A necessidade de ações estruturantes resultou na criação do **Programa de Uso Racional da Água (PURA)**, da Sabesp, e do Pura/USP, em 1998, no contexto de um dos macroprojetos do Pura/Sabesp. Para a implementação do Pura-USP foi estabelecido um convênio entre a USP e a Sabesp, no qual a universidade se comprometia a implementar o programa em contrapartida à concessão de um desconto de 25% no valor das tarifas de água e esgoto. Em nove anos de ações efetivas, o comprometimento com o programa levou à redução do consumo de 4,3 milhões de metros cúbicos de água, o que permitiria abastecer 210 mil residências durante um mês (Gonçalves, 2007).

Outro marco para o gerenciamento da demanda de água no Brasil refere-se à NBR 6452 de 1997. De acordo com esta norma, todas as caixas de descarga produzidas no Brasil, a partir de 2002, terão capacidade máxima de 6 litros/acionamento, o que pode representar, em alguns casos, uma economia igual ou até mesmo superior a 50%.

Em 1994 teve início o **Programa de Medição Individualizada na Região Metropolitana do Recife** que começou de maneira bem tímida. No modelo de medição de consumo individualizado, desenvolvido e implantado pela Gerência de Micromedição da COMPESA (Companhia Pernambucana de Saneamento), o hidrômetro deixa de ser um simples medidor divisório para ser um medidor de consumo real.

No decorrer de quinze anos do programa citado, os resultados são bastante satisfatórios: redução do consumo de água nos edifícios, diminuição do desperdício, da inadimplência e aumento da satisfação dos clientes, com a instalação de mais de 62.207 (sessenta e dois mil e duzentos e sete) hidrômetros em aproximadamente 1.238 edifícios (COMPESA, 2008).

Vale lembrar, ainda no nível nacional, as diversas leis indutoras do uso racional da água apresentadas no item 2.2.4.

2.3.1.2 Nível internacional

Dentre as iniciativas em GDA verificadas em diversas partes do mundo merecem destaque:

- **Waterloo (Canadá)** → o programa de substituição dos sanitários residenciais em Ontário (*Toilet Replacement Program*), implementado em 1994, tem como objetivo incentivar a substituição das bacias sanitárias cujo consumo varia entre 18 e 30 litros de água por acionamento. Este programa foi motivado quando constatado que cerca de

30% da água consumida nas residências eram provenientes das bacias sanitárias. Para incentivar a substituição das bacias, o município oferece um cheque de \$ 40,00 por sanitário trocado. Tal medida proporcionou uma redução de 10% no consumo per capita nos últimos anos, retardando, assim, a necessidade de expansão da oferta (Regional Municipality of Waterloo, 2006);

- **Cidade do México (México)** → devido aos problemas de qualidade de água e limitações da oferta hídrica, a Cidade do México desenvolveu um programa de troca de bacias sanitárias convencionais por modelos que consomem 6 litros por descarga em lugares públicos, edifícios comerciais e residências. Desde 1991, já foram trocados 350.000 sanitários, o que proporcionou uma redução em torno de 28 milhões de metros cúbicos de água por ano, suficiente para abastecer 250.000 residências (National Research Council, 1995);
- **Seattle (Estados Unidos)** → criou o Programa 1% Water Conservation objetiva que cada morador reduza o uso de água em 1% por ano durante 10 anos. Compõe-se de programas educacionais, incentivos financeiros, promoções especiais que ajudem a atingir a redução de 1% (City of Seattle, 2001).

Alguns estudos de caso em conservação de água apresentados pela Environmental Protection Agency (EPA), dos Estados Unidos, são apresentados a seguir (EPA, 2004):

- **Cidade de Nova York** → ações de GDA, incluindo educação ambiental, detecção de vazamentos, programas de substituição em massa de bacias sanitárias, etc., resultaram na redução do consumo *per capita* de 195 galões/dia em 1991 para 167 galões/dia em 1998, o que proporcionou uma economia de 20 a 40% nas contas de água e esgoto;
- **Ashland/Oregon** → a adoção de medidas de GDA, tais como detecção e conserto de vazamentos, tarifa de água incentivando a conservação, programa de substituição de chuveiros convencionais por economizadores e instalação de bacias economizadoras resultou em uma economia de cerca de 395.000 galões/dia, redução de 16% do uso da água no inverno e redução do esgoto gerado em 58 milhões de galões em 2001;

- **Goleta/Califórnia** → a substituição dos equipamentos convencionais, incluindo a instalação de bacias sanitárias de volume reduzido e restritores de vazão em chuveiros, aumento da tarifa, entre outras, resultou em 50% de redução no consumo de água do setor residencial, 30% de redução de consumo no distrito e postergação da ampliação da estação de tratamento;
- **Gallitzin/Pensilvânia** → devido às grandes perdas de água no sistema, com vazamentos constantes e altos custos envolvidos nos reparos, foram adotadas medidas de gestão de perdas, tais como: implementação de sistema de medição, mapeamento do sistema, programa de detecção e conserto de vazamentos. Tais medidas resultaram na redução em 59% na produção de água entre os anos de 1994 e 1998, diminuição da parcela de água não contabilizada de 70% da produção para 9% em 1994 (economia de 87%).

3 CASO DE ESTUDO

3.1 Caracterização do núcleo urbano caso de estudo

No Nordeste brasileiro, as secas sucessivas, aliadas à falta de gestão de recursos hídricos, são fatores determinantes no surgimento de sérios problemas de abastecimento tanto em quantidade como qualidade adequados à população.

O estado da Paraíba, situado na região Nordeste do Brasil, apresenta uma área territorial de 56.439,84 km² e é composto por 223 municípios (IBGE, 2007). Cerca de 90% do seu território está situado na região semi-árida do Nordeste, sobre base eminentemente cristalina, com grande variabilidade temporal e espacial das chuvas, variando entre 300 mm anuais na região do Cariri e 1600 mm na região Litorânea do estado.

Campina Grande (Figura 16) – atualmente conhecida por ser a segunda maior cidade do estado da Paraíba no aspecto econômico e a maior cidade do interior do Nordeste – dispõe de uma privilegiada localização, equidistante em relação aos principais centros da região Nordeste. Possui uma população de 371.060 habitantes, área de 621 km², altitude média de 551 metros e dista 120 km da capital João Pessoa (IBGE, 2007). O mapa urbano da cidade de Campina Grande é mostrado em mais detalhes no Anexo 1.

A cidade de Campina Grande está localizada na Bacia Hidrográfica do rio Paraíba (ver Figura 17), mais especificamente na Região do Médio Paraíba, nas proximidades do divisor da bacia, não sendo banhada pelo rio principal nem por nenhum dos seus afluentes maiores. Um dos fatores complicadores do abastecimento da cidade ao longo de sua história é a sua localização geográfica, em zona de transição entre regiões com características físico-climáticas diversas (Rêgo *et al.*, 2001).

No decorrer de sua história, Campina Grande passou por diversas crises no seu sistema de abastecimento de água. O Açude Velho (Figura 18) foi o primeiro açude de Campina Grande, construído devido à grande seca enfrentada pela região Nordeste entre os anos 1824 e 1828. Outros açudes que vieram a ser construídos mais tarde foram o Açude Novo³ (Figura 19) e o Açude de Bodocongó (Figura 20). Atualmente, esses reservatórios perderam sua função abastecedora devido aos elevados índices de poluição pela afluência de esgotos.

³ Hoje o Açude Novo é apenas um parque.

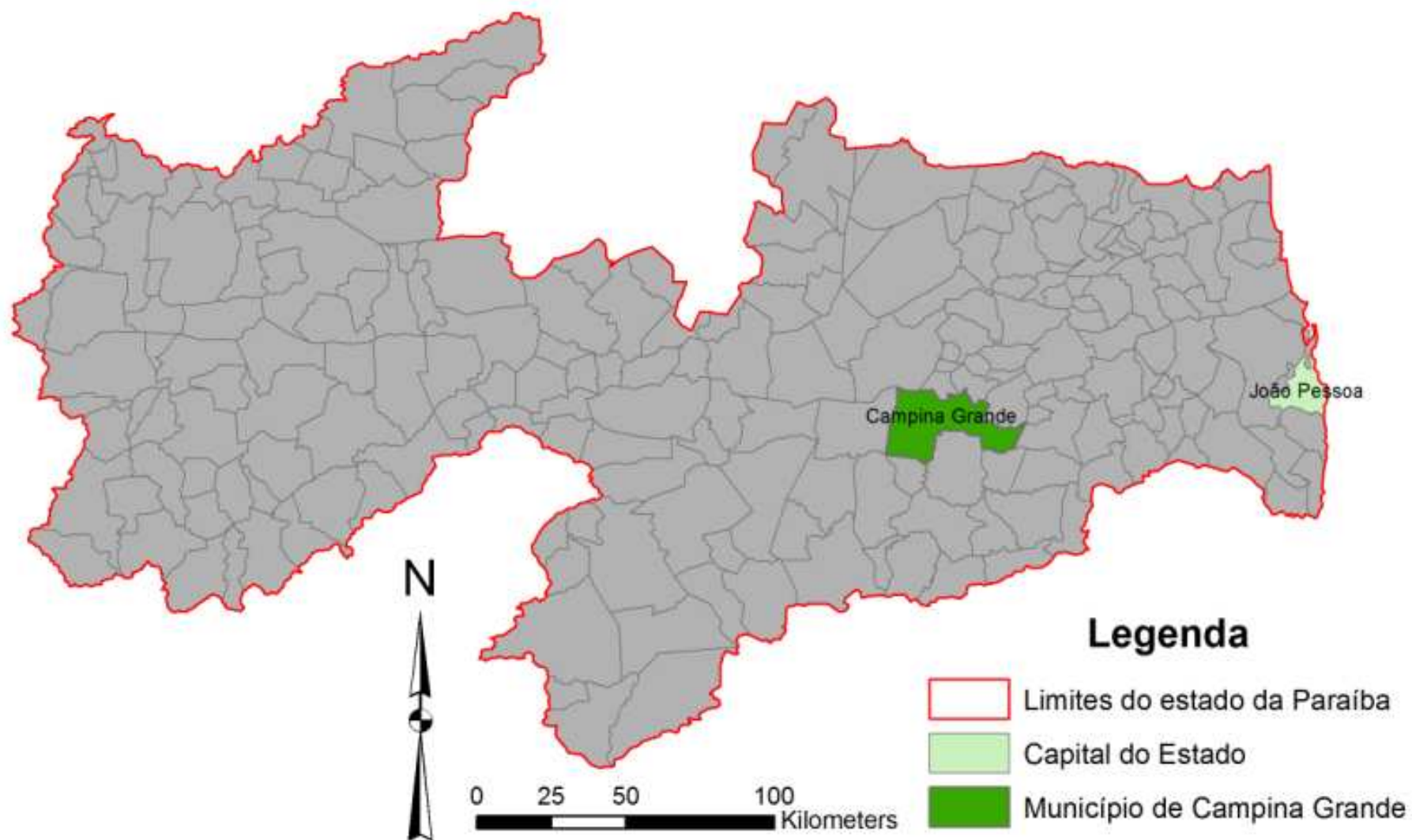


Figura 16 – Localização da cidade de Campina Grande.

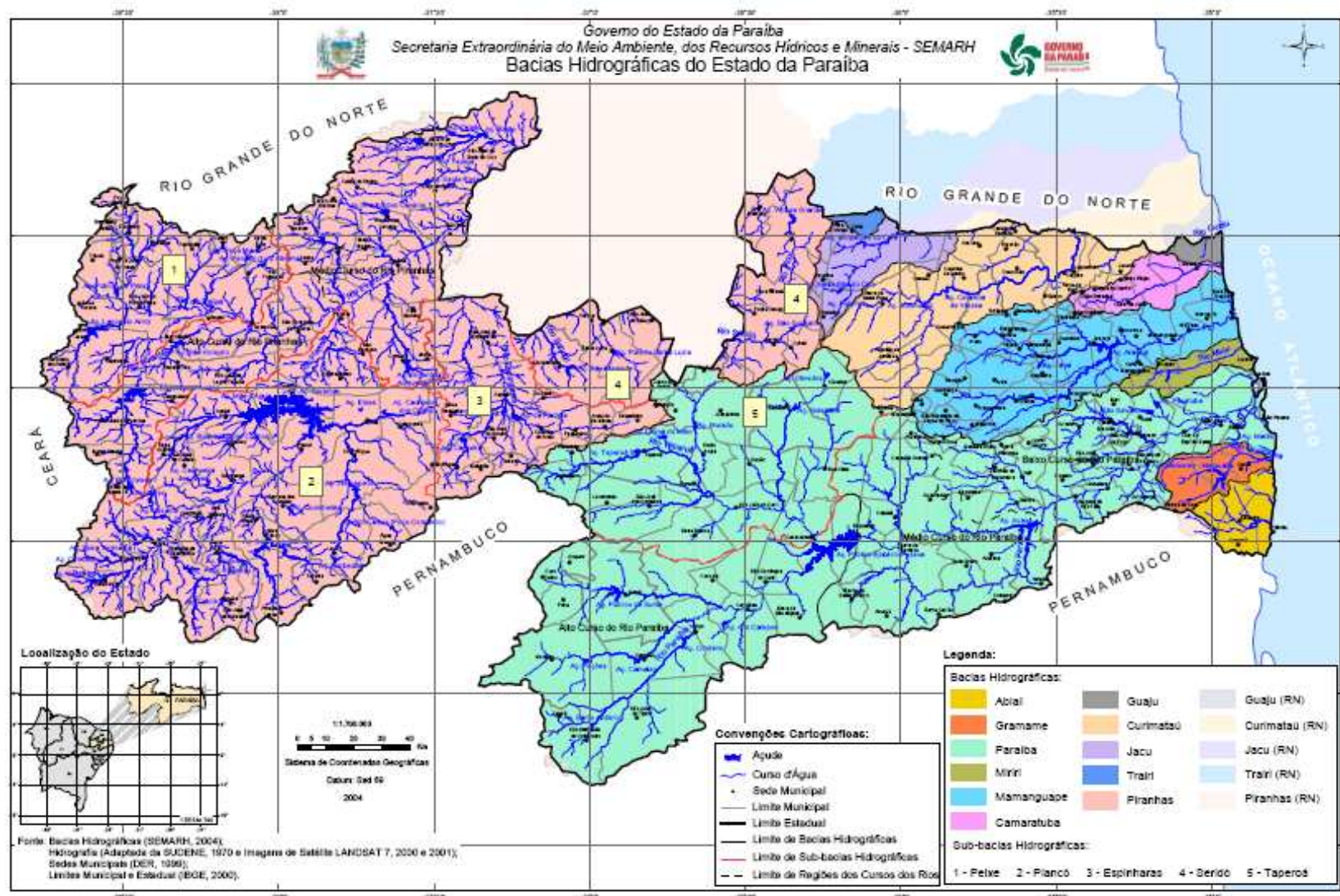


Figura 17 – Bacias hidrográficas do estado da Paraíba.



Figura 18 – Vista aérea do Açude Velho.



Figura 19 – Açude Novo (quando era realmente um açude).



Figura 20 – Açude de Bodocongó.

Depois de inúmeras tentativas para resolver o problema de abastecimento de água de Campina Grande, marcadas por soluções que logo tornavam-se insuficientes, foi inaugurado o Açude Epitácio Pessoa em 1957.

O reservatório foi construído especialmente para suprir o abastecimento de água de Campina Grande, pólo de uma região geográfica denominada de “Compartimento da Borborema”, mas abastece também outras cidades deste Compartimento, como Boqueirão, por exemplo.

Cada vez mais, a adoção de medidas relacionadas com a conservação de água tem se tornado fundamental não apenas para a categoria residencial de consumo, mas também para a categoria pública. Diante deste enfoque, a proposta de alternativas de gerenciamento da demanda de água (na escala de uma cidade) terá como público alvo o **setor residencial e público** de Campina Grande.

3.1.1 Açude Epitácio Pessoa

O Açude Epitácio Pessoa (Figura 21), também conhecido como Açude Boqueirão⁴, localiza-se no município de Boqueirão e está inserido na Bacia Hidrográfica do rio Paraíba. Foi construído pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), entre os anos de 1951 e 1956, e inaugurado pelo então Presidente da República Juscelino Kubtscheck, em janeiro de 1957.

Em seu projeto original, a capacidade máxima de acumulação do reservatório foi estimada em 536.000.000 m³, sendo que, em virtude do acelerado assoreamento, atualmente esta capacidade máxima está reduzida a 411.686.287 m³ (AESAs, 2008).

A construção deste reservatório materializava a política de serviços hídricos adotada pelo Governo Federal, caracterizada pela construção de grandes açudes para a região Nordeste, obras estas que eram apresentadas como a solução definitiva para a deficiência hídrica da região e que pelo tamanho impressionava a população e, por isso mesmo, eram as obras preferidas pelos políticos (Santana, 2001).

São consideradas de domínio da União as águas de açudes federais, mesmo que estes estejam localizados em rios estaduais, como é o caso do Açude Boqueirão. Sendo assim, o DNOCS é o responsável pelos usos a que se destinam suas águas, previstos inicialmente para abastecimento, irrigação, perenização, piscicultura, turismo e geração de energia elétrica;

⁴ O nome Boqueirão vem do fato que o rio Paraíba faz um grande corte na serra do Carnoió, formando um "boqueirão". O nome oficial do Açude, Epitácio Pessoa, é uma homenagem ao único presidente do país nascido na Paraíba.

sendo este último nunca implementado e as atividades de piscicultura e turismo desenvolvidas de maneira muito tímida (Rêgo *et al.*, 2001).



Figura 21 – Vista parcial do Açude Boqueirão em 2005.

3.1.2 Abastecimento de água de Campina Grande

Com relação ao abastecimento das cidades, este serviço é prestado pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA), empresa estatal de economia mista, em todo o estado da Paraíba. A CAGEPA faz a captação da água bruta no reservatório e, através de um sistema de adutoras, transporta a água até a Estação de Tratamento de Gravatá, situada a 30 km do açude, onde a água recebe o tratamento físico-químico para a distribuição às populações consumidoras.

Um esquema do sistema de abastecimento da cidade de Campina Grande, desde a captação da água bruta no Açude Boqueirão até a distribuição de água nos domicílios, é apresentado na Figura 22. A água é captada no reservatório Epitácio Pessoa e recalçada à Estação de Tratamento de Gravatá, em tubulações de 900 e 800 mm de diâmetro. Da estação de tratamento, com capacidade de reservação de 41.420 m³ de água tratada, a água é aduzida à cidade de Campina Grande em tubulações de aço de 500, 700 e 800 mm de diâmetro, 540 km de rede de distribuição, com diâmetros variando de 50 a 1.000 mm (PMCG, 2003). Em Campina Grande, a água é distribuída para 29 reservatórios, de acordo com as zonas de pressão.

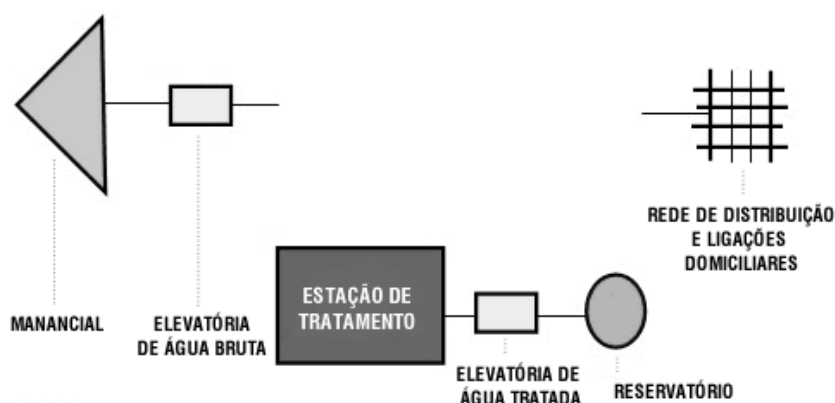


Figura 22 – Esquema de um sistema de abastecimento de água.

3.1.2.1 Estrutura tarifária da água

O valor pago pela água à CAGEPA é resultado do produto entre o consumo mensal (em m³) e o valor da tarifa correspondente ao tipo de consumidor e à faixa de consumo de água (R\$/m³). A tarifa paga pelo esgoto corresponde a um percentual do valor pago pela água, que varia entre 80 e 100%, exceto na tarifa social. Na Tabela 7 pode ser visualizada a estrutura tarifária da CAGEPA.

Tabela 7 – Estrutura tarifária da CAGEPA (2008).

| CATEGORIA/FAIXAS DE CONSUMO MENSAL | TARIFA (R\$) | | | |
|--|--------------|--------|-------|----------|
| | Água | Esgoto | A + E | % Esgoto |
| RESIDENCIAL | | | | |
| TARIFA SOCIAL | | | | |
| Consumo até 10 m ³ | 10,56 | 2,64 | 13,20 | 25% |
| TARIFA NORMAL | | | | |
| TARIFA MÍNIMA (Consumo até 10 m ³) | 17,90 | 14,32 | 32,22 | 80% |
| 11 a 20 m ³ (p/m ³) | 2,31 | 1,85 | | 80% |
| 21 a 30 m ³ (p/m ³) | 3,05 | 2,74 | | 90% |
| Acima de 30 m ³ | 4,14 | 4,14 | | 100% |
| COMERCIAL | | | | |
| MICRO NEGÓCIO (Consumo até 5 m ³) | 20,76 | 18,69 | 39,45 | 90% |
| TARIFA MÍNIMA (Consumo até 5 m ³) | 31,94 | 28,75 | 60,69 | 90% |
| Acima de 10 m ³ (p/m ³) | 5,53 | 5,53 | | 100% |
| INDUSTRIAL | | | | |
| TARIFA MÍNIMA (Consumo até 10 m ³) | 38,69 | 34,83 | 73,52 | 90% |
| Acima de 10 m ³ (p/m ³) | 6,17 | 6,17 | | 100% |
| PÚBLICO | | | | |
| TARIFA MÍNIMA (Consumo até 10 m ³) | 36,28 | 36,28 | 72,56 | 100% |
| Acima de 10 m ³ (p/m ³) | 6,09 | 6,09 | | 100% |

Observando a Tabela 7, verifica-se o pagamento de uma tarifa fixa, correspondente ao consumo mínimo de 10 m³ de água mensais. Sendo assim, é indiferente o valor da conta de água de uma residência cujos moradores consumam 8 m³ mensais de uma cujo consumo seja de 10 m³, por exemplo.

Na Paraíba, a CAGEPA pratica a “tarifa social”, podendo ser beneficiados os usuários de baixa renda (renda mensal de até 01 salário mínimo) cujo consumo não ultrapasse 10 m³ de água mensais.

3.2 Perdas de água

No Brasil, as perdas totais, de médias registradas nas companhias de abastecimento de água, são da ordem de 40% (Figura 23). A Revista Bio (2001) da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental apontou para a Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA) um índice de perda de 40,9%, relativo ao ano de 1999.

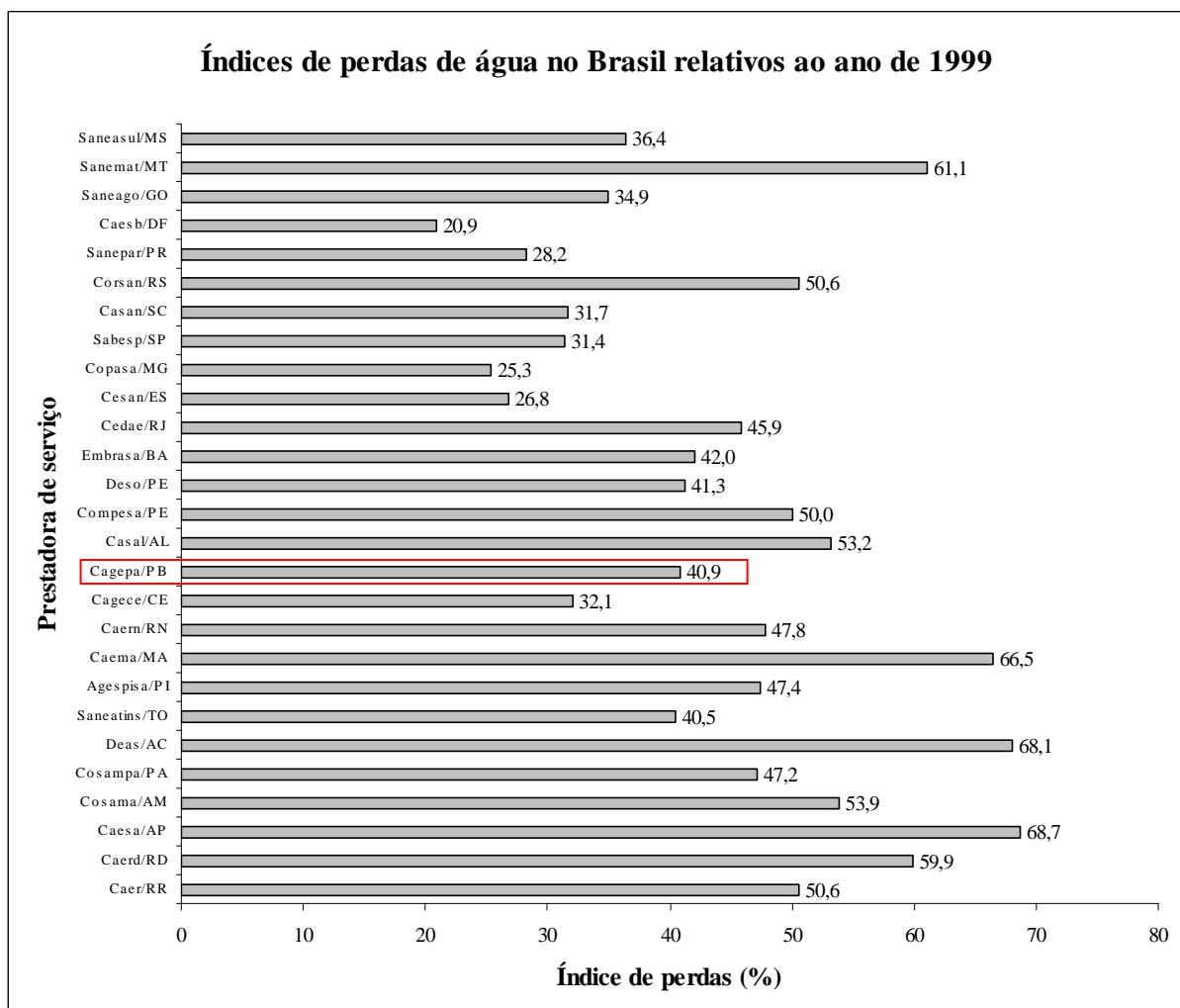


Figura 23 – Índices de perdas no Brasil relativo ao ano de 1999 (Revista Bio, 2001).

3.3 Crise no sistema de abastecimento de água de Campina Grande

O conflito mais tradicional do setor de recursos hídricos ocorre quando a oferta (nos seus aspectos quantitativos e/ou qualitativos) de água é inferior à procura pela mesma. Então, para atender demandas crescentes, portanto, tradicionalmente busca-se ampliar a oferta. Esta foi a solução encontrada para o abastecimento de Campina Grande e ainda de outras cidades do Compartimento da Borborema: a construção do Açude Epitácio Pessoa pelo governo federal, acreditando-se ser esta a solução definitiva para a deficiência hídrica da região.

No entanto, uma seqüência sucessiva de fatores, tais como ocorrência de anos de baixíssima pluviosidade, ausência de gestão, crescente demanda, irrigação descontrolada com elevados índices de perdas, construção de diversos reservatórios a montante do açude, entre outros, culminaram em uma grande crise, entre os anos de 1997 e 2000. Nesse período, o Açude Boqueirão atingiu níveis baixíssimos de armazenamento de água. A situação mais crítica ocorreu no ano de 1999, quando o açude possuía apenas 15% de sua capacidade máxima.

3.3.1 Aspectos anteriores à crise de 1997 a 2000

3.3.1.1 Perenização do rio Paraíba

Além do significativo uso para abastecimento de Campina Grande e de outras cidades do Compartimento da Borborema (Boqueirão, Queimadas, Caturité, Pocinhos, etc.), a construção do Açude Boqueirão tinha por finalidade liberar parte das águas acumuladas, através de descarga de fundo, para perenização do rio Paraíba, maior rio do estado, que durante os meses de estiagem ficava com o seu leito completamente seco.

Nesse sentido, a concretização da obra do manancial veio solucionar o problema, permitindo que a população localizada a jusante do açude tivesse acesso à água do rio durante todo o ano.

A perenização do rio Paraíba, possibilitada pela liberação das águas através da descarga de fundo, permitiu que 14 municípios, situados ao longo do percurso do rio até o mar, utilizassem as águas para abastecimento urbano, rural e também para um pequeno número de produtores, situados no município de Boqueirão, utilizassem as águas para a irrigação (Santana, 2001).

A partir do ano seco de 1997, até sua completa eliminação, em meados de 1998, a vazão liberada foi reduzida a níveis em torno de 0,15 m³/s, tendo, porém, atingido valores muito superiores nos anos anteriores (Rêgo *et al.*, 2000).

3.3.1.2 Irrigação

Outra demanda identificada no Açude Boqueirão era a irrigação realizada por particulares em terras localizadas a montante e a jusante, margeando a bacia hidráulica, para a produção de frutas e hortaliças. Porém, não se tinha uma medição da vazão consumida para este fim, uma vez que não havia controle rigoroso dos sistemas de bombeamento espalhados na bacia hidráulica, dela retirando diretamente a água utilizada (Rêgo *et al.*, 2000).

Ainda segundo estes autores, seria impraticável a medição do consumo de água para irrigação, pois isto iria requerer a instalação de medidores permanentes ou a medição direta periódica em todas as bombas, com a devida fiscalização e funcionamento. Entretanto foi possível fazer estimativas razoáveis através do balanço hídrico do reservatório. As vazões estimadas em alguns meses se igualaram aos altos valores do consumo para abastecimento, em torno de 1,0 m³/s.

3.4 Gestão dos recursos hídricos antes, durante e pós crise

Nesta seção, será feito um levantamento do que foi feito em termos de gestão de recursos hídricos, desde a construção do Açude Boqueirão até os dias atuais. Para tanto, o texto foi estruturado em itens que apresentam um diagnóstico que compreende a situação dos recursos hídricos antes, durante e pós-crise de 1997 a 2000. Essa crise acarretou em um quase total colapso do sistema de abastecimento de água da cidade de Campina (e de outras cidades do compartimento da Borborema), suspensão da irrigação a montante do açude e fechamento da comporta que proporcionava a perenização do rio Paraíba.

3.4.1 Diagnóstico da situação antes da crise

A alternativa encontrada para solucionar, ou pelo menos minimizar, a questão da escassez hídrica em Campina Grande foi a expansão da oferta, com a construção do Açude Epitácio Pessoa (Açude Boqueirão).

Aliada à tradicional expansão da oferta, não houve, neste período anterior à crise, atitudes relevantes de preocupação com relação à crescente demanda de água e, principalmente, nenhuma modesta atitude foi tomada em relação ao usuário final (como este estaria utilizando a água?).

A preocupação com o usuário final não foi vista em nenhuma de suas esferas (seja o usuário urbano, os irrigantes, o industrial, etc.). Dentre os usos aos quais se destinavam as águas do açude, atenção especial deveria ter sido dada à irrigação, por se constituir em uma atividade econômica importante para a região. Além disso, sabe-se que esta prática exige volumes significativos de água e que o tipo de irrigação praticada pelos irrigantes da região (por inundação) é extremamente danoso por causar erosão no solo.

Além do tipo de irrigação praticada às margens do reservatório, Santana (2001) ressalta que a destruição da mata ciliar acelerou o assoreamento do Açude Boqueirão, contribuindo também para a diminuição da capacidade de armazenamento do manancial. Dentro desta ótica, percebe-se a falta de fiscalização com o uso dos recursos naturais.

O DNOCS, órgão federal que construiu e a quem foi entregue a gestão do manancial, esteve ausente em algumas questões administrativas dos recursos hídricos. Apesar de ter consciência da situação, muitas vezes silenciou diante dos diversos problemas que atingiam a bacia hidráulica do Açude Epitácio Pessoa (como a construção de vários açudes a montante do Açude Boqueirão e a destruição das matas ciliares que resultaram no enorme assoreamento da bacia, por exemplo) (Santana, 2001).

Em síntese, esse período foi destacado por uma deficiência na gestão tanto em nível do reservatório quanto em nível do usuário final, aliado à falta de fiscalização dos órgãos responsáveis pelos recursos naturais.

3.4.2 Diagnóstico da situação durante a crise (1997 a 2000)

Com as duas grandes estiagens ocorridas entre 1992 e 1993 e 1997 e 1999, o Açude Boqueirão não recuperava a sua capacidade máxima de acumulação.

Em 1998, passado o período que deveria ser chuvoso para a região, verificou-se que o reservatório abastecedor da cidade de Campina Grande não havia recebido nenhuma vazão afluente e que o volume acumulado restante diminuía rapidamente (Rêgo *et al.*, 2000). Nesse mesmo período houve a constituição de uma comissão de peritos “Grupo Permanente de Assessoramento Técnico do 2º Centro de Apoio Operacional – 2º CAOP” (Ministério Público/Curadoria do Meio Ambiente). Em seu primeiro Laudo Técnico, em junho de 1998,

foram recomendadas as seguintes providências (MP/PB, 1998a):

1. Destinar a reserva disponível no Açude Boqueirão para o exclusivo atendimento das necessidades de consumo humano e animal;
2. Utilizar a reserva disponível de água do manancial, que é de controle do DNOCS, somente através da CAGEPA;
3. Evitar qualquer tipo de perda;
4. Fechar, imediatamente, a comporta (descarga de fundo) de alimentação da calha do rio Paraíba no período em que perdurar a crise;
5. Intensificar a medição do volume distribuído pela CAGEPA;
6. Assegurar uma quota de saúde pública;
7. Determinar as oportunas transferências, das acumulações hídricas em barragens construídas a montante de Boqueirão, para o atendimento da demanda deste manancial, com respaldo e na forma da legislação vigente;
8. Fiscalizar pelo DNOCS, com apoio, se preciso, dos órgãos de segurança estaduais e/ou federais, visando coibir a captação de água clandestina, a utilização de agrotóxicos e de adubação química, bem como a prática de irrigação.

De acordo com o 2º CAOP, dentre os fatores que contribuíram para a crise destacam-se (MP/PB, 1998b):

1. Ausência de gestão das águas do açude, que permitisse controlar as retiradas de água para os variados fins, em proporção compatível com as entradas anuais;
2. Ausência de gerenciamento da bacia como um todo, o que permitiu a construção desenfreada de inúmeras pequenas e médias barragens a montante do Açude Boqueirão, com conseqüências bastante negativas para a sua disponibilidade hídrica;
3. Ocorrência de anos de baixíssima pluviosidade.

Neste Laudo Técnico (MP/PB, 1998b), foram realizadas estimativas de tempo, através de simulações do comportamento do Açude Boqueirão, sob diferentes condições de uso, até que o nível de água atingisse a cota de vórtice, isto é, até que o sistema de abastecimento entrasse em colapso. Considerou-se um cenário onde não ocorreria aporte de água no açude nem a eutrofização da reserva disponível. Concluiu-se, portanto, que ocorreria um colapso no

sistema, no ano de 1999. Então foram recomendadas as seguintes medidas em caráter de urgência:

1. Suspensão imediata e definitiva da irrigação praticada a montante;
2. Implantação imediata de racionamento do abastecimento de água;
3. Realização imediata de estudos técnicos para a definição e efetivação de soluções alternativas, aplicáveis emergencialmente, ante o iminente colapso;
4. Elaboração do Plano Diretor dos Recursos Hídricos da bacia do rio Paraíba, segundo a Lei nº. 9.433/97;
5. Implantação, no nível estadual, dos demais organismos que compõem o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Comitês de Bacias, Agência de Águas e Conselho de Recursos Hídricos);
6. Implantação imediata, e em caráter definitivo, de esquema de segurança para defesa e proteção dos equipamentos e instalações de captação, adução, recalque e tratamento da água distribuída pelo sistema integrado da CAGEPA, nucleado no manancial de Boqueirão.

As recomendações descritas abrangem não apenas a questão específica do Açude Boqueirão, mas constituem-se em medidas necessárias para as demais regiões do estado. Para a postergação do colapso, ressaltou-se a implantação imediata dos itens 1 e 2.

3.4.2.1 Ações adotadas no período da crise

Na Tabela 8 é apresentado um resumo dos acontecimentos durante a crise no sistema de abastecimento de água da cidade de Campina Grande.

Racionamento

Objetivando evitar um colapso de água no sistema de abastecimento público da cidade de Campina Grande, a alternativa emergencial adotada pela CAGEPA foi a implementação de um regime de racionamento da distribuição de água. Com esta atitude, a CAGEPA almejava alcançar uma economia de água em torno de 30%.

Tabela 8 – Principais acontecimentos durante a crise no sistema de abastecimento de água da cidade de Campina Grande (Rêgo *et al.*, 2001).

| EVENTO | DATA |
|--|----------------------------------|
| Instauração do Inquérito Civil Público (Ministério Público/Curadoria do Meio Ambiente). | 01/06/1998 |
| Constituição de comissão de peritos “Grupo Permanente de Assessoramento Técnico do 2º Centro de Apoio Operacional – 2º CAOP” (Ministério Público/Curadoria do Meio Ambiente). | 25/06/1998 |
| Suspensão da descarga de perenização (DNOCS). | agosto 1998 |
| Racionamento do abastecimento público (CAGEPA). | 13/10/1998 (2 dias/semana) |
| Criação da Associação dos Irrigantes do Açude Epitácio Pessoa. | 02/11/1998 |
| Decreto da suspensão administrativa, a partir de 01/12/1998, da utilização das águas do Açude Boqueirão para irrigação (IBAMA, DNOCS, SEMARH, Procuradoria de Justiça do Estado). | 17/11/1998 |
| Rompimento do acordo sobre a suspensão administrativa da irrigação em função de desentendimentos entre Secretaria Estadual da Infra-Estrutura e IBAMA. | 03/12/1998 |
| Ingresso na Justiça Federal de Campina Grande por parte do Ministério Público da Paraíba da medida judicial “Ação Cautelar Inominada contra o DNOCS”. | 19/02/1999 |
| Concessão de liminar dos pedidos da “Ação Cautelar contra o DNOCS” de suspensão da irrigação a montante da bacia hidráulica do Açude Boqueirão (a partir de 03/03/1999) e de manutenção do fechamento da comporta de perenização do rio Paraíba, pelo Juiz Federal da 4ª Vara da Seção Judiciária da Paraíba, em Campina Grande. | 25/02/1999 |
| Suspensão judicial da irrigação (Ministério Público e Justiça Federal). | 03/03/1999 |
| Proposição de “Ação Civil Pública contra o DNOCS” pelo Ministério Público. | 05/04/1999 |
| Racionamento do abastecimento público intensificado (CAGEPA). | setembro 1999 (4 dias/semana) |
| Proposta de suspensão do racionamento do abastecimento público (Governo do Estado/CAGEPA). Reação contrária da população. | 25/01/2000 |
| Suspensão do racionamento do abastecimento (Governo do Estado/CAGEPA). | 26/04/2000 |
| Nomeação, por parte do Juiz Federal da 6ª Vara Federal de Campina Grande, de um perito (dentre as indicações da Universidade Federal da Paraíba) para responder a quesitos técnicos do processo. | 22/08/2000 |

O racionamento teve início em outubro de 1998, tendo a cidade sido dividida em duas zonas (Norte e Sul) e cada zona ficaria sem água durante 24 horas. Com essa medida, a CAGEPA atingiu uma redução de consumo em torno de 30,84%. Mesmo alcançada a meta inicial, houve a necessidade de continuidade do racionamento, de maneira gradativa,

conforme a escassez hídrica se prolongava pelo ano de 1999, passando a atingir uma interrupção do fornecimento de água, em setembro de 1999, por 48 horas para cada zona.

Esta alternativa emergencial adotada penalizou a população de baixa renda, que não tinha condições financeiras de viabilizar as reservas de água, sendo forçada a armazenar água em bacias, panelas, garrafas de plástico, etc., aumentando ainda mais o risco de disseminação de doenças (Albuquerque, 2004).

Amenizada a situação da crise de água, o Governo do Estado propôs a suspensão do racionamento, em janeiro de 2000, uma vez que este ano foi atípico em termos de chuvas, pois choveu acima da média histórica na bacia do rio Paraíba. Não obstante, a população, temente à falta de água generalizada, se manifestou contra essa atitude. A manutenção do racionamento tinha também um aspecto educativo de conscientização da população sobre a necessidade de utilizar a água com ponderação.

Com o manifesto da população, o governo recuou e o racionamento se manteve até o mês de abril de 2000.

Suspensão da irrigação

A crise no abastecimento de água teve conseqüências catastróficas para os irrigantes, fixados às margens do açude, que tiveram sua atividade econômica completamente extinta, proporcionando reflexos negativos para a região, em especial para a cidade de Boqueirão.

Depois das primeiras medidas administrativas para a suspensão da irrigação, os irrigantes se organizaram e criaram a “Associação dos Irrigantes do Açude Epitácio Pessoa”, em novembro de 1998. Ainda assim, segundo Santana (2001), a adesão dos irrigantes não chegou nem a 50% do total.

Ainda segundo o autor, de um modo geral, os irrigantes reconheciam que a situação do açude era crítica, que naquele estágio a prioridade para utilização deveria ser dada ao consumo humano e animal, mas faziam reivindicações que baseavam-se principalmente na indenização das perdas das lavouras e alternativas de emprego e renda para que continuassem na região.

Em fevereiro de 1999, o Ministério Público da Paraíba ingressou na Justiça Federal de Campina Grande com a medida judicial “Ação Cautelar Inominada contra o DNOCS”. Esta ação requeria ao DNOCS, entre outras medidas, a suspensão da irrigação a montante da bacia hidráulica do Açude Boqueirão.

O Juiz Federal da 4ª Vara Federal de Campina Grande concedeu, ainda no mesmo mês, liminar dos pedidos da ação de suspensão da irrigação, a contar do dia 03 de março de 1999, e da manutenção do fechamento da comporta de perenização do rio Paraíba, responsabilizando o IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) pela fiscalização necessária.

Assim, a CAGEPA e a SEMARH (Secretaria Extraordinária do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e Minerais do Estado da Paraíba) disponibilizando recursos financeiros e fornecendo combustíveis e lubrificantes para os veículos do IBAMA e DNOCS (estes colocados à disposição do IBAMA), foi iniciada uma verdadeira “operação de guerra” (foram apreendidos motobombas e houve enfrentamentos entre irrigantes e fiscais do IBAMA), e a irrigação foi suspensa (Justiça Federal, 1999 apud Vieira, 2008).

A parceria entre os órgãos estaduais permaneceu em todo o ano de 1999 e, em 2000, novos convênios foram firmados entre a CAGEPA e IBAMA, mas sem a participação da SEMARH. Em 2001, o IBAMA não conseguiu firmar novo convênio com a CAGEPA nem SEMARH, alegando não dispor de recursos financeiros. Instada pela Justiça Federal a prestar esclarecimentos quanto à não renovação do convênio com o IBAMA, a SEMARH alegou que havia celebrado convênio com a CPFlo (Companhia de Policiamento Florestal) da Polícia Militar do Estado da Paraíba (Justiça Federal, 1999 apud Vieira, 2008).

A redução no rigor das fiscalizações permitiu, em 2001, o retorno dos irrigantes à atividade de forma ilegal.

Setor industrial

A atividade industrial em Campina Grande obteve um grande crescimento depois do abastecimento da cidade pelo Açude Boqueirão, o que gerou uma maior oportunidade de emprego para a população da região. Com essa garantia de água, a cidade é a segunda maior cidade do estado da Paraíba no aspecto econômico e a maior cidade do interior do Nordeste.

Quando eclodiu a crise, no entanto, foi observado que em nenhum instante este tipo de consumidor foi pressionado a reduzir ou até mesmo suspender o consumo, como ocorreu com os irrigantes (Santana, 2001). Este fato confirma ainda mais a hipótese feita anteriormente: falta de preocupação de como o usuário final estaria utilizando a água.

Um dos fundamentos da Lei nº. 9.433/97, que instituiu a Política Nacional de Recursos hídricos, é que, em período de escassez hídrica, a água deve ser utilizada, prioritariamente, para o consumo humano e a dessedentação dos animais. Não obstante, em

referência à crise que atingiu o Açude de Boqueirão, com conseqüente comprometimento do abastecimento de Campina Grande e demais cidades do Compartimento da Borborema, a água continuou a ser fornecida normalmente ao Parque Industrial de Campina Grande.

Construção da barragem de Acauã

Decorrida toda a crise – que proporcionou conseqüências negativas aos diversos usuários de água do Compartimento da Borborema – e todos os debates e discussões que envolveram as esferas política, técnica e o público, foi observado que nenhuma das propostas deu ênfase a ações de gestão da demanda.

A insistência pela expansão da oferta foi o que caracterizou este período, pelo menos por parte do governo do estado. Uma nova barragem foi projetada (Açude Argemiro Figueiredo, mais conhecido como Acauã) a jusante do Açude Boqueirão, no mesmo rio e apontada pelo governo estadual como a solução definitiva para o problema.

O Açude de Acauã localiza-se no município de Natuba, no limite entre as regiões do Médio e Baixo Curso do rio Paraíba, tendo sido construído em março de 2002. Apresenta capacidade máxima de armazenamento de 253 milhões de metros cúbicos, sendo o segundo maior da Bacia do rio Paraíba e o terceiro maior do estado da Paraíba. O Açude de Acauã tem vazão regularizável de 1.969,21 l/s, área alagada de 1.724 ha. O abastecimento público de municípios da região do Baixo Curso do rio Paraíba é a sua principal função (ANA, 2006).

O abastecimento público deverá ser atendido pela Adutora de Acauã cujo projeto compreende dois trechos (ANA, 2006):

- **Tronco Oeste** → em execução, para o abastecimento dos municípios de Itatuba, Ingá e Juarez Távora;
- **Tronco Leste** → ainda a ser iniciado (incluído no PAC – Programa de Aceleração do Crescimento), para abastecimento dos municípios de Itabaiana, Juripiranga, Mogeiro, Pilar, Salgado de São Félix e São Miguel de Taipu.

Nesse mesmo documento, ressalta-se a ampliação da adutora para, em conjunto com o açude São Salvador na Região do Baixo Curso do rio Paraíba, atender a outros sete municípios. Nenhuma menção é feita em relação ao abastecimento da cidade de Campina

Grande, nem são considerados os municípios de Aroeiras e Fagundes, como divulgado outrora pela SEMARH (2002).

A execução da Barragem de Acauã, que afetou áreas nos municípios de Natuba, Itatuba e Aroeiras, resultou em uma série de conflitos. A construção do reservatório implicou na retirada de 4.500 pessoas atingidas pelas águas (em sua maioria proprietários rurais e trabalhadores agrícolas) e na sua realocação em cinco assentamentos, a saber: Cajá, Melancia, Costa, Pedro Velho e Riachão. Desde do início, as indenizações e os assentamentos foram alvo de contestação dos assentados, os quais perduram até os dias atuais (CDDPH, 2007).

O CDDPH (Conselho de Defesa dos Direitos da Pessoa Humana), atendendo a denúncias do MAB (Movimento dos Atingidos por Barragens), visitou alguns assentamentos e elaborou um relatório emergencial, resumido por Vieira (2008) na Tabela 9.

Em relação às indenizações, ficou acertado que cada família receberia uma casa, em local de sua escolha, e uma quantia em dinheiro para cobrir a perda das terras, casas e outros bens. Não obstante, todos foram surpreendidos com a casa recebida em uma agrovila e com o montante em dinheiro, em torno de R\$ 4.000,00. Nenhum dos assentados recebeu qualquer assistência jurídica, sendo que a maioria desconhece esse direito (CDDPH, 2007).

Um outro problema enfrentado pelo Açude Acauã está relacionado com a qualidade de suas águas. Em 2004, foram realizadas campanhas de coleta pela CAGEPA em uma situação de reservatório cheio. A análise dos parâmetros avaliados, com base na Resolução CONAMA 357/05, indica que (MI, 2006):

- as águas do açude apresentam elevada turbidez, embora dentro do limite admissível;
- a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e a concentração de ferro apresentam valores acima dos admissíveis para águas doces de classe II, que podem ser destinadas ao abastecimento humano, após tratamento simplificado;
- ressalta-se que os parâmetros importantes como coliformes termotolerantes e densidade de cianobactérias não foram analisados.

Com base em estudos limnológicos realizados em Acauã, Lins (2006) conclui que o reservatório está *hipereutrofizado*, devido às altas cargas de nutrientes provenientes de sua bacia de drenagem, resultando na ocorrência de cianobactérias. Vieira (2008) aponta que tais aspectos evidenciam o surgimento de conflitos devido à disponibilidade qualitativa, uma vez que existem incertezas que acometem a população quanto à adequação da água do reservatório ao consumo humano.

Tabela 9 – Modificações nas condições de vida dos atingidos pela barragem de Acauã (Vieira, 2008) com base em CDDPH (2007).

| SITUAÇÃO | ANTERIOR À BARRAGEM | APÓS A BARRAGEM |
|----------------------------|---|---|
| Moradia | Propriedades rurais: casas de alvenaria, adequadas ao tamanho das famílias; pequenas plantações, árvores frutíferas e criações de animais. | Agrovilas: casas quase geminadas, de placas de concreto (44 m ²), com cômodos pequenos (sala, quarto, cozinha, banheiro) e um quintal (tamanho e solo inadequados ao cultivo). |
| Imóvel | A maioria possuía título de propriedade. | Nenhuma família recebeu título de propriedade da casa. |
| Acesso à água | Captação no rio Paraíba, ou em açudes e cisternas existentes em algumas propriedades. | Fornecimento por carros-pipa, em quantidade e periodicidade insuficientes para atender a todos. Melancia (às margens da barragem) tem água bruta encanada, mas usada apenas para lavar roupas e a casa, e para higiene pessoal, em função da péssima qualidade. |
| Saneamento | Uma fossa em cada propriedade para coleta dos esgotos domésticos. | Uma fossa coletiva em cada agrovila; esgoto a céu aberto (em alguns casos, atinge o reservatório de Acauã). |
| Infra-estrutura | Estradas de acesso, comércio, postos de saúde, telefone público, segurança pública, igrejas, cemitérios, linhas de transporte público, etc. | Não há comércio, igrejas, cemitérios ou quaisquer serviço público; o acesso é difícil, com estradas em estado de grande precariedade. |
| Educação | Escolas, em construção adequadas, professores, material e merenda. | Em cada agrovila, uma casa é utilizada para tal fim, sem banheiro nem água. Um único professor. Faltam material e merenda escolar. |
| Saúde | Postos de saúde, médicos e enfermeiras; farmácias. | Não há postos de saúde, médicos (exceto em Pedro Velho, onde um médico atende 3 dias por semana) nem enfermeiras; não há farmácias. Altos índices de doenças de veiculação hídrica (diarréias, doenças de pele, verminoses); aumento do alcoolismo. |
| Alimentação | Adequada, com muitos dos alimentos produzidos nas propriedades. | Insuficiente. Muitas famílias dependem dos programas de assistência do governo, mas nem todas são beneficiadas. Há fome. |
| Atividade econômica | Agropecuária, comércio e pesca. | Cultivo de terras de terceiros, trabalhos temporários, pesca no reservatório. |
| Renda | Renda familiar mínima de um salário. A renda média superava esse valor. | Renda familiar de um salário mínimo, quando há aposentado na família; para os demais, a renda familiar é inferior a um salário mínimo. |

Cenário nacional em plena modificação com a Lei nº. 9.433/97

Ao mesmo tempo em que crescia a crise de escassez hídrica no abastecimento de água dos diversos usuários do Compartimento da Borborema, no cenário nacional instituía-se a Lei nº. 9.433/97.

Nesse sentido, a inexistência do respectivo Comitê de Bacia (componente do novo Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, previsto na Lei nº. 9.433/97) dificultou um melhor equacionamento do problema, uma vez que o mesmo é composto por representantes do Poder Público, dos Usuários de Água e da Sociedade Civil, o que permitiria elencar soluções conjuntamente.

3.4.3 Diagnóstico da situação após a crise

Algumas das iniciativas em relação à gestão de recursos hídricos no estado da Paraíba (sejam elas regulatórias e/ou institucionais, educacionais, econômicas ou tecnológicas) são descritas nos itens seguintes. Sabe-se que ainda há muito o que fazer, mas o avanço obtido nos últimos anos merece destaque.

3.4.3.1 Arcabouço legal

É notório o avanço do estado da Paraíba em relação aos aspectos legais e institucionais, podendo-se destacar:

1. **Lei nº. 6.308, de 02 de julho de 1996** → Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, suas diretrizes e dá outras providências;
2. **Decreto nº.18.824, de 02 de abril de 1997** → Aprova o Regimento Interno do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH;
3. **Decreto nº. 25.764, de 30 de março de 2005** → Dispõe sobre a criação de Câmaras Técnicas no âmbito do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH e dá outras providências;
4. **Lei nº. 7.779, de 07 de julho de 2005** → Cria a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA e dá outras providências;

5. **Lei nº. 8.446, de 28 de dezembro de 2007** → Dá nova redação e acrescenta dispositivos à Lei nº 6.308, de 02 de julho de 1996, que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, e determina outras providências.

3.4.3.2 Criação do órgão gestor do estado

O órgão gestor dos recursos hídricos do estado é a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA), criada pela Lei nº. 7.779/05, sob a forma jurídica de uma autarquia, vinculada à Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente (SECTMA). A AESA substituiu a então AAGISA (Agência de Águas, Irrigação e Saneamento) e a SECTMA a então SEMARH (Secretaria Extraordinária do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e Minerais do Estado da Paraíba).

O art. 3º da citada lei discorre como objetivos da AESA “*o gerenciamento dos recursos hídricos subterrâneos e superficiais de domínio do estado da Paraíba, de águas originárias de bacias hidrográficas localizadas em outros estados que lhe sejam transferidas através de obras implantadas pelo Governo Federal e, por delegação, na forma da Lei, de águas de domínio da União que ocorrem em território do Estado da Paraíba*”.

3.4.3.3 Elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH-PB

O PERH é um documento estratégico e gerencial, com diretrizes gerais sobre tendências sócio-econômicas do processo de desenvolvimento, demandas, disponibilidades e qualidade dos recursos hídricos, gestão dos sistemas, formas de financiamento, identificação e resolução de conflitos e prioridades de investimentos. O PERH-PB é constituído por três etapas fundamentais, a saber:

1. Consolidação das informações e a regionalização;
2. Cenários, definição de objetivos e identificação de programas;
3. Programas e sistemas de gestão do PERH.

A elaboração do PERH-PB caracteriza-se como um grande avanço. Nele foram formuladas estratégias que compreendem um arcabouço de cenários e definições de programas de ação para o desenvolvimento sustentável dos recursos hídricos no estado.

Apesar de algumas controvérsias sobre a consistência dos dados contidos no PERH-PB, ele é o documento oficial mais atualizado que o estado dispõe sobre a questão dos recursos hídricos.

3.4.3.4 Formação do comitê de bacia

Um dos grandes avanços em termos da gestão dos recursos hídricos foi a criação do Comitê da Bacia Hidrografia do rio Paraíba (CBH-PB), o qual é um órgão colegiado, de caráter consultivo, deliberativo e normativo, que compõe o Sistema Integrado de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos, com área de atuação em toda a extensão da bacia do rio Paraíba. Este comitê, dentre outras coisas, é um espaço de discussões e decisões no âmbito da bacia.

3.4.3.5 Outorga dos direitos de uso da água

A outorga de direito do uso da água é um instrumento que assegura ao interessado o direito de utilizar a água de uma determinada fonte hídrica, com uma vazão e finalidade determinadas e por um período definido.

É um dos mais eficazes instrumentos de gestão de recursos hídricos, porque desta forma o estado passa a ter um efetivo controle sobre o uso deste bem por entidades públicas ou por particulares (Santana, 2001).

O órgão gestor da Paraíba, a AESA, já iniciou o sistema de outorgas. Em seu site, a AESA disponibiliza várias informações a respeito deste instrumento, inclusive a documentação necessária para abertura do processo. Espera-se, que em um período não muito longo, o estado contemple todo esse aparato de informações para que seja possível um controle mais efetivo dos seus recursos hídricos.

3.4.3.6 Deliberação nº. 01/08 do CBH-PB

Embora a cobrança pelo uso da água bruta não tenha sido implementada efetivamente em nenhuma bacia do estado, já existe uma deliberação que aprova a implantação da cobrança pela AESA (em caráter provisório, por um período de três anos, a partir de 2008), determina valores da cobrança pelo uso dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Paraíba e dá outras providências. Nela são mencionados os usuários que estão sujeitos à cobrança e

também são propostos valores para os diversos usuários.

Os usuários sujeitos à cobrança pelo uso da água bruta serão (art. 2º):

- as derivações ou captações de água por concessionária encarregada pela prestação de serviço público de abastecimento de água e esgotamento sanitário e por outras entidades responsáveis pela administração de sistemas de abastecimento de água, cujo somatório das demandas, em manancial único ou separado, registradas nas respectivas outorgas, seja igual ou superior a 200.000 m³/ano;
- as derivações ou captações de água por indústria, para utilização como insumo de processo produtivo, cujo somatório das demandas em manancial único ou separado, registradas nas respectivas outorgas, seja igual ou superior a 200.000 m³/ano;
- as derivações ou captações de água para uso agropecuário, por empresa ou produtor rural, cujo somatório das demandas, em manancial único ou separado, registradas nas respectivas outorgas fosse superior a 350.000 m³/ano;
- o lançamento em corpo de água de esgotos e demais efluentes, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final;
- outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água.

Os valores a serem cobrados pelo uso da água são apresentados na Tabela 10 (art. 4º):

Tabela 10 – Valores a serem cobrados por volume de água bruta efetivamente outorgado.

| SETOR USUÁRIO | R\$/1.000 m³ | |
|--|--------------------------------|------|
| Irrigação e outros usos agropecuários | 1º ano da cobrança | 3,00 |
| | 2º ano da cobrança | 4,00 |
| | 3º ano da cobrança | 5,00 |
| Piscicultura intensiva e carcinicultura | 5,00 | |
| Abastecimento público | 12,00 | |
| Comércio | 12,00 | |
| Lançamento de esgotos e demais efluentes | 12,00 | |
| Indústria | 15,00 | |

Com a implantação desse instrumento econômico de gestão, almeja-se à racionalização do uso da água e à obtenção de recursos financeiros (ou, pelo menos, uma parcela desses recursos) necessários ao financiamento de programas e de intervenções contempladas nos planos de recursos hídricos a serem aplicados prioritariamente na bacia em que forem gerados (PNRH, 2006).

Segundo o artigo 5º da Deliberação nº. 01/08 do CBH-PB os valores arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos serão aplicados, impreterivelmente:

- no financiamento de ações que objetivem a otimização do uso da água;
- no pagamento das despesas de manutenção e custeio administrativo dos comitês das bacias hidrográficas de rios de domínio do estado;
- no financiamento de ações, para a bacia do rio Paraíba, dos seguintes programas previstos no PERH-PB:
 - a. elaboração e atualização do plano diretor da bacia;
 - b. estudos e propostas para implantação do sistema de cobrança pelo uso dos recursos hídricos;
 - c. mobilização social para divulgação da política de cobrança pelo uso de recursos hídricos;
 - d. sistema de fiscalização do uso da água;
 - e. implantação e manutenção de cadastro de usuários de água;
 - f. monitoramento hidrometeorológico;
 - g. monitoramento da qualidade da água;
 - h. educação ambiental para proteção dos recursos hídricos;
 - i. capacitação em recursos hídricos;
 - j. macromedição de água bruta.

3.4.3.7 Programa CAGEPA na Escola

O programa CAGEPA na Escola visa a formação do cidadão, mostrando a importância da preservação do meio ambiente. Além disso, estimula os estudantes a se tornarem parceiros e multiplicadores do conhecimento, para que possam dar dicas em casa de como economizar água e utilizar adequadamente o esgotamento sanitário. A equipe também convida os alunos das escolas para conhecerem como a empresa trabalha, o processo de tratamento, tanto de água, como de esgoto (CAGEPA, 2008).

3.4.3.8 Transposição do rio São Francisco

Após o agravamento da crise do abastecimento hídrico do Nordeste entre os anos de 1997 e 2000, a discussão a respeito da transposição do rio São Francisco passou a ser mais intensa e entendida por muitos como a única alternativa para o problema de escassez hídrica do semi-árido nordestino. Porém, muitos especialistas têm desenvolvido estudos e apontado preocupações como as conseqüências impostas ao ambiente ao se adotar essa alternativa (Suassuna, 2005). Além disso, chamam a atenção para outras ações que se fazem necessárias como a adoção de um efetivo modelo de gestão de recursos hídricos.

4 METODOLOGIA

A metodologia desenvolvida nesta dissertação compreende as seguintes etapas:

- Análise das ações de gestão de recursos hídricos adotadas antes, durante e pós-crise em Campina Grande nos sistemas: bacia hidrográfica, abastecimento público e edificações;
- Caracterização do padrão de consumo de água no sistema de abastecimento da cidade caso de estudo;
- Caracterização das ações de conservação do uso da água a serem estudadas, ressaltando os custos e benefícios alcançados;
- Levantamento de pontos relevantes a constarem em uma possível legislação de GDA na cidade de Campina Grande;
- Simulação de cenários de gestão.

A etapa “Análise das ações de gestão de recursos hídricos” foi descrita no capítulo intitulado “Caso de Estudo”. As demais etapas são descritas neste capítulo de Metodologia.

4.1 Caracterização do padrão do consumo de água em Campina Grande

Os dados de consumo para os setores em estudo são indispensáveis para a gestão, uma vez que permitem o estabelecimento de padrões de consumo para determinadas condições de uso da água nas edificações.

Na cidade de Campina Grande, a água tratada é utilizada para abastecer as diferentes categorias de consumo: residencial, comercial, industrial e público. A caracterização dos padrões de consumo de água para as categorias residencial e público foi realizada com base em uma série de dados mensais de consumo, referentes ao ano de 2007, cedidos pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA).

Através dos dados citados, foram plotados gráficos relativos à produção de água para o abastecimento do município de Campina Grande e ao consumo de água para os setores residencial e público referentes ao ano de 2007.

Em relação à categoria pública de abastecimento, foi selecionada uma tipologia de edificação: o Hospital Universitário Alcides Carneiro (HUAC), uma vez que os hospitais são

considerados grandes consumidores de água.

Os dados necessários para a caracterização do padrão de consumo de água no HUAC, referentes ao ano de 2007, foram obtidos junto à Prefeitura do Campus I da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

4.2 Caracterização das ações de conservação do uso da água a serem estudadas

A caracterização das alternativas de conservação do uso da água foi iniciada no capítulo 2 (Revisão de Literatura) e será caracterizada, também, quanto aos custos e benefícios associados à adoção dessas medidas.

A avaliação dos custos das alternativas tecnológicas foi baseada em pesquisas de campo (para levantamento dos custos dos aparelhos hidrossanitários poupadores de água) e em experiências apresentadas na literatura pesquisada para as demais alternativas (correção de vazamentos na rede de distribuição, medição individualizada e captação de água de chuva). As alternativas do tipo educacionais são variáveis de acordo com o programa adotado. Os custos das alternativas econômicas foram baseados na Deliberação nº. 01 do CBH-PB. Os benefícios alcançados pela adoção das alternativas (isto é, a redução de consumo) foram obtidos por intermédio de fabricantes, pesquisas e experiências apresentadas na literatura.

4.3 Medidas necessárias a constar em uma legislação sobre GDA em Campina Grande

Esta etapa metodológica foi concebida a partir de um levantamento realizado em nível de legislações sobre uso racional da água em algumas cidades brasileiras e, ainda, nos projetos de lei sobre GDA no território brasileiro.

Além dos pontos levantados, as pesquisas desenvolvidas por Braga (2001), Albuquerque (2004) e Guedes (2004) deram subsídios para a concretização desta etapa. Tais pesquisas referem-se à preferência e à aceitabilidade de alternativas de conservação do uso da água avaliadas em trabalhos anteriores dentro do projeto de pesquisa intitulado “Avaliação de alternativas de gerenciamento da demanda urbana de água”, sob coordenação da orientadora Márcia Maria Rios Ribeiro. Nos Anexo 3 e 4 são apresentadas as metodologias utilizadas pelas autoras e alguns dos resultados mais relevantes.

4.4 Simulação de cenários de gerenciamento da demanda de água

Como já discutido, ao longo dos anos e das experiências em programas de conservação do uso da água, foi constatado que as mudanças de comportamento são de auto-restrição. Na maioria dos casos, os usuários preferem adotar medidas que não afetam seu conforto. Dentro deste contexto, ressalta-se a importância da adoção de alternativas tecnológicas para se atingir um uso mais eficiente da água, mesmo o investimento inicial sendo, muitas vezes, elevado, mas cujo comportamento não é repetitivo.

Diante desta realidade, verifica-se a necessidade de incentivar a adoção de equipamentos poupadores de água. Para demonstrar o impacto na redução de consumo de água nas categorias residencial e público (HUAC) de Campina Grande com a implementação de alternativas tecnológicas e o retorno do investimento (tempo necessário para a amortização do investimento inicial com a implementação dos aparelhos hidrossanitários economizadores), foram simulados cenários de gerenciamento da demanda de água que podem compreender tanto a adoção de alternativas tecnológicas de conservação do uso da água isoladamente como um conjunto de determinadas medidas.

Vale ressaltar que o retorno do investimento determinado nesta pesquisa refere-se exclusivamente ao custo referente à aquisição dos aparelhos, ou seja, não foram incluídos outros custos, como mão-de-obra, por exemplo.

Para a **categoria residencial e pública** de Campina Grande foram simulados cenários compostos por equipamentos hidrossanitários poupadores (bacia sanitária de caixa acoplada de 6 litros/acionamento, válvula de acionamento seletivo de 3 ou 6 litros/acionamento, torneira com sensor de presença e de fechamento automático para o banheiro, torneira com arejador para a cozinha, chuveiro com arejador e válvula de fechamento automático para o chuveiro). Os cenários de gestão simulados para os **edifícios residenciais** incluíram, além dos aparelhos hidrossanitários poupadores, a medição individual.

Nas Tabelas 11, 12 e 13 são descritos os cenários de gestão a serem simulados para as residências da cidade, edifícios residenciais e para o Hospital Universitário Alcides Carneiro.

Tabela 11 – Descrição das simulações e especificidades de cada cenário para as residências.

| SIMULAÇÕES | DESCRIÇÃO DOS CENÁRIOS | INVESTIMENTO POR RESIDÊNCIA ⁵ (R\$) | INVESTIMENTO TOTAL (R\$) ⁶ |
|------------|---|--|---------------------------------------|
| 1 | Cada residência adota uma bacia sanitária c/ caixa acoplada de 6 litros/descarga | 170,00 | 16.902.193,33 |
| 2 | Cada residência adota uma bacia sanitária c/ caixa acoplada de 6 litros/descarga + uma válvula de acionamento seletivo (3 ou 6 litros) por descarga | 377,90 | 37.572.581,53 |
| 3 | [50% das residências adota apenas uma bacia VDR de 6 l/ acionamento] e [50% adota uma bacia sanitária c/ caixa acoplada de 6 litros/descarga + uma válvula de acionamento seletivo (3 ou 6 litros) por descarga] | 170,00 377,90 | 27.237.387,43 |
| 4 | Cada residência adota uma torneira c/ fechamento automático p/ o banheiro | 111,00 | 11.036.138,00 |
| 5 | [10% das residências adota uma torneira c/ sensor de presença p/ o banheiro] + [90% adota uma torneira c/ fechamento automático p/ o banheiro] | 540,00 111,00 | 15.301.456,20 |
| 6 | Cada residência adota um chuveiro c/ arejador | 84,00 | 8.351.672,00 |
| 7 | Cada residência adota uma válvula de fechamento automático p/ o chuveiro | 203,70 | 20.252.804,60 |
| 8 | Cada residência adota uma torneira c/ arejador p/ a cozinha | 166,00 | 16.504.494,67 |
| 9 | Cada residência adota uma torneira c/ fechamento automático p/ o banheiro + uma torneira c/ arejador p/ a cozinha | 277,00 | 27.540.632,67 |
| 10 | [10% das residências adota uma torneira c/ sensor de presença p/ o banheiro] + [90% adota uma torneira c/ fechamento automático p/ o banheiro] + [cada residência adota uma torneira c/ arejador p/ a cozinha] | 706,00 277,00 | 31.805.950,87 |
| 11 | Cada residência adota uma bacia sanitária c/ caixa acoplada de 6 litros/descarga + uma torneira c/ fechamento automático p/ o banheiro | 281,00 | 27.938.331,33 |
| 12 | Cada residência adota uma bacia sanitária c/ caixa acoplada de 6 litros/descarga + uma torneira c/ fechamento automático p/ o banheiro + uma torneira c/ arejador p/ a cozinha | 447,00 | 44.442.826,00 |
| 13 | Cada residência adota uma bacia sanitária c/ caixa acoplada de 6 litros/descarga + uma torneira c/ fechamento automático p/ o banheiro + uma torneira c/ arejador p/ a cozinha + um chuveiro c/ arejador + uma válvula de fechamento automático p/ o chuveiro | 734,70 | 73.047.302,60 |
| 14 | [10% das residências adota uma torneira c/ sensor de presença p/ o banheiro + uma bacia sanitária c/ caixa acoplada de 6 litros/descarga + uma válvula de acionamento seletivo (3 ou 6 litros) por descarga] e [90% das residências adota uma torneira c/ fechamento automático p/ o banheiro + uma bacia sanitária c/ caixa acoplada de 6 litros/descarga] | 917,90 281,00 | 34.270.688,35 |
| 15 | [10% das residências adota uma torneira c/ sensor de presença p/ o banheiro + uma bacia sanitária c/ caixa acoplada de 6 litros/descarga + uma válvula de acionamento seletivo (3 ou 6 litros) por descarga + uma torneira c/ arejador p/ a cozinha + um chuveiro c/ arejador + uma válvula de fechamento automático p/ o chuveiro] e [90% das residências adota uma torneira c/ fechamento automático p/ o banheiro + uma bacia sanitária c/ caixa acoplada de 6 litros/descarga + uma torneira c/ arejador p/ a cozinha + um chuveiro c/ arejador + uma válvula de fechamento automático p/ o chuveiro] | 1.371,60 734,70 | 79.379.659,62 |

⁵ Investimentos obtidos através de pesquisas de campo realizadas no comércio da cidade de Campina Grande. Vale ressaltar que os custos apresentados são referentes apenas aos aparelhos hidrossanitários, ou seja, não estão incluídos os custos de instalação destes equipamentos.

⁶ Para o cálculo do investimento total, adotou-se o n°. de hidrômetros em Campina Grande igual ao n°. de residências.

Tabela 12 – Descrição das simulações e especificidades de cada cenário para os edifícios residenciais.

| Simulação | Descrição dos cenários | Investimento (R\$) | Nº de apartamentos |
|------------------|--|---------------------------|---------------------------|
| 1 | Substituição da medição global por individualizada | 600,00/apart. | 13.360 |
| TOTAL | | | 8.016.000,00 |

Tabela 13 – Descrição das simulações e especificidades de cada cenário para o Hospital Alcides Carneiro (HUAC).

| Simulação | Descrição dos cenários | Investimento (R\$) |
|------------------|--|---------------------------|
| 1 | Troca de 87 bacias sanitárias convencionais por modelos c/ caixa acoplada de 6 litros/descarga | 14.790,00 |
| | Troca de 69 chuveiros convencionais por modelos com arejador | 5.796,00 |
| | Troca de 310 torneiras convencionais por torneiras de fechamento automático para o banheiro | 34.410,00 |
| TOTAL | | 54.996,00 |

4.4.1 Metodologia para a determinação do índice de redução de consumo de água e retorno do investimento na categoria residencial

Para a simulação dos cenários de gerenciamento da demanda de água apresentados na Tabela 11, foi considerado o número de residências em Campina Grande igual ao número de hidrômetros⁷, o consumo médio mensal cedido pela CAGEPA para o ano de 2007 e a distribuição média de consumo de água em uma residência (segundo pesquisas realizadas pela USP (Figura 3)). Percebe-se, através deste estudo, que os grandes “vilões” no consumo de água em uma residência são a bacia sanitária (29%) e o chuveiro (28%).

O consumo de água de cada aparelho foi calculado segundo a Equação (05).

$$CAC_i = DCA_i \times CMR \quad (05)$$

Sendo:

CAC_i = consumo médio mensal do aparelho convencional i ($m^3/mês$);

DCA = distribuição de consumo de água por aparelho hidrossanitário i ;

⁷ Ver gráfico da variação do número de hidrômetros em funcionamento referentes aos setores residencial e público no Anexo 5.

CMR = consumo médio mensal do setor residencial de Campina Grande (m³/mês).

Através da Equação (06), determina-se o consumo de água de cada aparelho poupador.

$$CAP_i = (1 - Fr) \times CAC_i \quad (06)$$

Sendo:

CAP_i = consumo mensal com a implementação do aparelho poupador (m³/mês);

Fr = fator de redução de consumo de água por aparelho hidrossanitário i (dado fornecido pelo fabricante, que representa a razão entre a vazão do aparelho poupador e convencional);

CAC_i = consumo médio mensal do aparelho convencional i (m³/mês).

Obtém-se a economia de água através da Equação (07):

$$Economia\ de\ água = CAC_i - CAP_i \quad (07)$$

Sendo:

CAC_i = consumo médio mensal do aparelho convencional i (m³/mês);

CAP_i = consumo mensal com a implementação do aparelho poupador (m³/mês).

O cálculo do período do retorno do investimento (RI) foi calculado na conta de água do usuário. Desta maneira, caso os proprietários de uma residência adotem uma bacia sanitária com caixa acoplada, por exemplo, no final do mês sua conta será reduzida. E essa redução em dinheiro será descontada mês a mês no investimento inicial. Sendo assim, foi determinado o número de meses, a partir da adoção de determinado cenário de GDA até o investimento inicial ser totalmente amortizado.

Assim, no primeiro mês tem-se a expressão apresentada na Equação (08):

$$I_{1^\circ\ mês} = I_0 - (Economia\ de\ água \times tarifa\ da\ concessionária) \quad (08)$$

Sendo:

I_{1º mês} = investimento amortizado no primeiro mês (em R\$);

I_0 = investimento inicial (em R\$).

No segundo mês (Equação (09)):

$$I_{2^\circ \text{ mês}} = RI_{1^\circ \text{ mês}} - (Economia \text{ de } \acute{a}gua \times tarifa \text{ da concessionária}) \quad (09)$$

Sendo:

$I_{1^\circ \text{ mês}}$ = investimento amortizado no primeiro mês (em R\$);

$I_{2^\circ \text{ mês}}$ = investimento amortizado no segundo mês (em R\$).

Os cálculos foram análogos para os demais meses até a situação em que todo o investimento inicial foi amortizado. O número de meses correspondente a essa situação é igual ao período de retorno do investimento (RI).

Através da Equação (10), pode-se calcular o índice de redução de consumo (IR).

$$IR(\%) = \frac{Economia \text{ de } \acute{a}gua}{CAC_i} \times 100 \quad (10)$$

Sendo:

Economia de água = determinado através da Equação 7;

CAC_i = consumo médio mensal do aparelho convencional i ($m^3/mês$).

4.4.2 Metodologia para a determinação do índice de redução de consumo de água e retorno do investimento na categoria edifícios residenciais

Com base em entrevistas realizadas por Albuquerque (2004) e Guedes (2004) nos edifícios residenciais dos bairros Conjunto dos Professores (Universitário) e Santo Antônio, na cidade de Campina Grande, verificou-se que a maior parte da população residente neste tipo de domicílio acredita ser a medição global uma maneira injusta de se pagar pela conta de água (ver Figura 24).

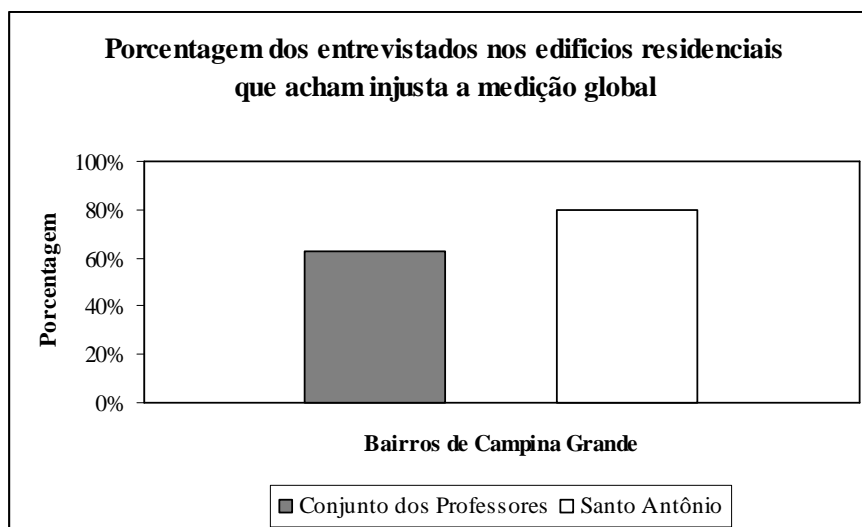


Figura 24 – Opinião da população entrevistada em dois bairros de Campina Grande, residentes em edifícios residenciais, a respeito da medição global.

Diante desta realidade, optou-se por simular a implementação da medição individualizada em todos os edifícios residenciais da cidade caso de estudo. Para tanto, necessitar-se-ia do mapa de uso do solo e do cadastro imobiliário de Campina Grande para se ter conhecimento de todos os edifícios residenciais deste núcleo urbano e, associado a estes domicílios, características tais como: número de apartamentos por edifício, número de pessoas por apartamento, consumo mensal de água, se o prédio é dotado de medição global ou individualizada, etc.

Não obstante, ressalta-se a dificuldade de obter esta informação junto à secretaria da Prefeitura Municipal responsável por alguns dos dados mencionados. Para solucionar o problema, foram utilizados dados do censo demográfico do IBGE (2000), conforme apresentados na Tabela 14. É sabido que, decorridos oito anos dessas informações, diversos prédios residenciais foram construídos em Campina Grande. Entende-se, portanto, que as informações da Tabela 14 estão condicionadas a esta restrição.

Como a medição individualizada ainda não se encontra difundida em Campina Grande (somente alguns dos prédios mais novos, construídos nos últimos quatro ou cinco anos, utilizam desta tecnologia), considerou-se que todos os edifícios residenciais, no ano de 2000, eram dotados de medição global.

Tabela 14 – População residente, por espécie do domicílio e tipo do domicílio particular permanente, segundo os bairros de Campina Grande – PB (IBGE, 2000).

| BAIRRO | TOTAL | ESPÉCIE DO DOMICÍLIO | | | TIPO DO DOMICÍLIO PARTICULAR PERMANENTE | | |
|---------------------|--------|----------------------|-------------|-------------------------|---|--------------|--------|
| | | Permanente | Improvizado | Unid. de hab. em domic. | Casa | Apartamentos | Cômodo |
| Acácio Figueirêdo | 8.187 | 8.187 | * | * | 8.095 | 36 | 56 |
| Alto Branco | 7.749 | 7.722 | 27 | * | 7.366 | 310 | 46 |
| Araxá | 1.309 | 1.309 | * | * | 1.291 | 0 | 18 |
| Bela Vista | 5.553 | 5.534 | 19 | * | 4.901 | 245 | 388 |
| Bodocongó | 13.129 | 13.114 | 15 | * | 12.881 | 135 | 98 |
| Castelo Branco | 2.361 | 2.354 | 7 | * | 2.344 | 0 | 10 |
| Catolé | 17.034 | 16.937 | 10 | 87 | 14.315 | 2.358 | 264 |
| Centenário | 9.084 | 9.080 | * | 4 | 8.888 | 89 | 103 |
| Centro | 7.390 | 7.229 | 55 | 106 | 4.828 | 2.309 | 92 |
| Cidades | 4.885 | 4.883 | 2 | * | 4.814 | 0 | 69 |
| Conceição | 4.135 | 4.132 | 1 | 2 | 4.020 | 62 | 50 |
| Cruzeiro | 10.831 | 10.815 | 16 | * | 10.703 | 46 | 66 |
| Cuités | 1.820 | 1.820 | * | * | 1.795 | 13 | 12 |
| Dinamérica | 3.626 | 3.622 | * | 4 | 2.426 | 1.190 | 6 |
| Distrito Industrial | 1.645 | 1.638 | 7 | * | 1.544 | 16 | 78 |
| Estação Velha | 3.097 | 3.097 | * | * | 2.902 | 49 | 146 |
| Itararé | 2.099 | 2.074 | 8 | 17 | 2.033 | 41 | |
| Jardim Continental | 2.290 | 2.290 | * | * | 2.284 | 6 | |
| Jardim Paulistano | 7.298 | 7.278 | 20 | * | 7.175 | 82 | 21 |
| Jardim Tavares | 2.863 | 2.850 | * | 13 | 2.532 | 283 | 35 |
| Jeremias | 11.468 | 11.464 | 4 | * | 11.286 | 4 | 174 |
| José Pinheiro | 17.048 | 17.023 | 17 | 8 | 16.189 | 235 | 599 |
| Lauritzen | 2.623 | 2.615 | * | 8 | 2.346 | 255 | 14 |
| Liberdade | 16.603 | 16.552 | 14 | 37 | 15.847 | 412 | 293 |
| Louzeiro | 1.086 | 1.086 | * | * | 1.049 | 36 | 1 |

| BAIRRO | TOTAL | ESPÉCIE DO DOMICÍLIO | | | TIPO DO DOMICÍLIO PARTICULAR PERMANENTE | | |
|--------------------------------|----------------|----------------------|-------------|-------------------------|---|---------------|--------------|
| | | Permanente | Improvizado | Unid. de hab. em domic. | Casa | Apartamentos | Cômodo |
| Malvinas | 36.457 | 36.358 | 94 | 5 | 36.188 | 43 | 127 |
| Mirante | 1.056 | 1.056 | * | * | 882 | 174 | |
| Monte Castelo | 11.481 | 11.472 | 9 | * | 11.272 | 93 | 107 |
| Monte Santo | 7.353 | 7.353 | * | * | 7.130 | 79 | 144 |
| Nações | 1.358 | 1.358 | * | * | 1.325 | 33 | |
| Nova Brasília | 4.040 | 4.040 | * | * | 4.008 | 24 | 8 |
| Novo Bodocongó | 1.248 | 1.248 | * | * | 1.237 | 6 | 5 |
| Palmeira | 5.894 | 5.797 | 21 | 76 | 5.551 | 233 | 13 |
| Pedregal | 9.267 | 9.230 | 37 | * | 8.745 | 10 | 475 |
| Prata | 3.884 | 3.826 | 26 | 32 | 3.332 | 461 | 33 |
| Presidente Médice | 4.145 | 4.144 | 1 | * | 4.109 | 6 | 29 |
| Quarenta | 6.381 | 6.380 | * | 1 | 6.246 | 131 | 3 |
| Ramadinha | 2.323 | 2.323 | * | * | 2.252 | 13 | 58 |
| Sandra Cavalcante | 6.116 | 6.105 | 10 | 1 | 5.733 | 313 | 59 |
| Santa Cruz | 7.759 | 7.755 | 4 | * | 5.722 | 2.018 | 15 |
| Santa Rosa | 11.478 | 11.469 | 9 | * | 10.878 | 118 | 473 |
| Santo Antonio | 4.234 | 4.230 | 4 | * | 4.086 | 121 | 23 |
| São José | 4.149 | 4.133 | * | 16 | 4.019 | 100 | 14 |
| Serrotão | 6.384 | 5.676 | 3 | 705 | 5.640 | 0 | 36 |
| Tambor | 7.031 | 7.005 | 26 | * | 6.143 | 803 | 59 |
| Três Irmãs | 9.226 | 9.201 | 25 | * | 9.148 | 42 | 11 |
| Universitário | 3.718 | 3.711 | * | 7 | 3.437 | 262 | 12 |
| Velame | 3.883 | 3.882 | 1 | * | 3.856 | 0 | 26 |
| Vila Cabral | 4.366 | 4.362 | 4 | * | 4.318 | 0 | 44 |
| Sem Especificação ⁸ | 26.887 | 26.820 | 56 | 11 | 26.692 | 65 | 63 |
| TOTAL | 355.331 | 353.639 | 552 | 1.140 | 335.803 | 13.360 | 4.476 |

⁸ São José da Mata, Galante, Catolé de Boa Vista e zona rural do distrito sede.

Inicialmente, determinou-se o número médio de pessoas para a categoria residencial em cada unidade domiciliar através da Equação (11):

$$N^{\circ} \text{ médio de pessoas / residência} = \frac{\text{População de CG}}{N^{\circ} \text{ de hidrômetros}} \quad (11)$$

O número de apartamentos em cada bairro de Campina Grande foi obtido pela Equação (12).

$$N^{\circ} \text{ apart. / bairro} = \frac{N^{\circ} \text{ de pessoas residentes nos apart. / bairro}}{N^{\circ} \text{ médio de pessoas}} \quad (12)$$

O consumo de água por bairro, referente aos edifícios residenciais, foi obtido considerando um consumo *per capita* de 150 l/hab.dia.

Como constatado na literatura, o índice de redução de consumo com a adoção da medição individualizada gira em torno de 20 a 30%. Foi considerada uma redução de 25% do consumo de água a partir da implementação da medição individual para verificar o quanto isto representaria em metros cúbicos no mês.

4.4.3 Metodologia para a determinação do índice de redução de consumo de água e retorno do investimento na categoria pública

O índice de redução de consumo de água e o retorno do investimento foi determinado para uma situação em que são substituídos todos os aparelhos hidrossanitários convencionais do Hospital Universitário Alcides Carneiro (HUAC). Para tanto, foram utilizados os dados de consumo mensal de água do HUAC (cedidos pela Prefeitura do Campus I da UFCG) e a distribuição do consumo de água dos aparelhos hidrossanitários foi determinada através de estimativas de consumo de água no hospital.

Para o cálculo da distribuição de consumo de água dos aparelhos foi considerado que o hospital era dotado de aparelhos convencionais com os seguintes consumos: bacia sanitária de 12 l/acionamento, chuveiro com vazão de 0,19 l/s e torneira de pia com vazão de 0,23 l/s (Fischer, 2001). Foi calculado o consumo de água por cada pessoa no hospital conforme mostrado nos tópicos a seguir:

- **Bacia sanitária:** foi considerado que uma pessoa acionaria a descarga da bacia 4 vezes ao dia, onde cada acionamento requeria 12 litros de água, resultando em um consumo de 48 l/hab.dia;
- **Chuveiro:** foi considerado apenas um banho durante o dia, prática comum nos hospitais, e que o chuveiro permaneceria ligado por 5 minutos durante todo o banho, a uma vazão de 0,19 l/s. Isto resultaria em um consumo de água de 57 l/hab.dia com o chuveiro;
- **Torneira:** foi considerado que cada pessoa utilizaria a pia do banheiro 4 vezes ao dia, com vazão de 0,23 l/s, por um período de 30 segundos em cada ciclo de utilização. Isto resultaria em um consumo de aproximadamente 28 l/hab.dia.

Com as considerações descritas, o consumo de água no hospital seria de 133 l/hab.dia, onde 36% do consumo de água seria resultado da utilização da bacia sanitária, 43% provenientes do chuveiro e 21% da torneira.

As equações utilizadas para a determinação do consumo de água de cada aparelho, da economia de água e do cálculo do retorno do investimento foram as mesmas descritas no item 4.4.1 (caso do setor residencial).

5 RESULTADOS

5.1 Caracterização do padrão de consumo de água

5.1.1 Produção de água para abastecimento do município de Campina Grande

Para abastecer a população residente na cidade de Campina Grande, no ano de 2007, foram produzidos, em média, 2.520.790 m³ de água por mês, ou seja, aproximadamente 1 m³ de água produzido a cada segundo. Este volume corresponde à macromedição da água proveniente da Estação de Tratamento de Gravatá. No gráfico da Figura 25 é apresentado o perfil do volume de água produzido para abastecer Campina Grande no ano de 2007.

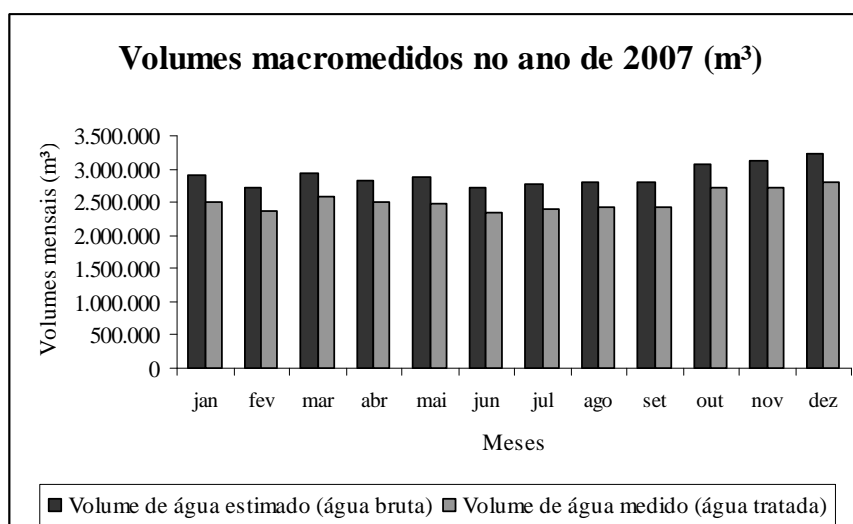


Figura 25 – Volumes mensais macromedidos no ano de 2007, produzidos para abastecer a cidade de Campina Grande (CAGEPA, 2008)⁹.

5.1.2 Padrão de consumo de água para a categoria residencial de Campina Grande

O histórico de consumo de água para a categoria residencial da cidade caso de estudo pode ser visualizado na Figura 26. Esta curva fornece dados relevantes, podendo citar o impacto do período do ano no consumo de água neste núcleo urbano. A economia da cidade de Campina Grande é baseada fortemente pelo turismo de eventos como o carnaval fora de época (Micarande) e o Maior São João do Mundo.

⁹ Os dados referentes ao padrão do consumo de água foram cedidos pela concessionária.

Observando a curva de consumo de água da Figura 26, verificam-se três picos de consumo justamente nas épocas em que a cidade encontra-se em festa. O maior pico de consumo de água foi verificado no mês de junho (1.248.557 m³). Este fato já era esperado justamente pela influência dos trinta dias de festejos juninos, o qual atrai uma grande quantidade de turistas. O segundo maior pico ocorreu no mês de abril (1.114.411 m³), período no qual é realizada a Micarande. Finalmente, o terceiro maior pico de consumo ocorreu entre os meses de novembro e dezembro, muito provavelmente pela influência do verão nesta época do ano.

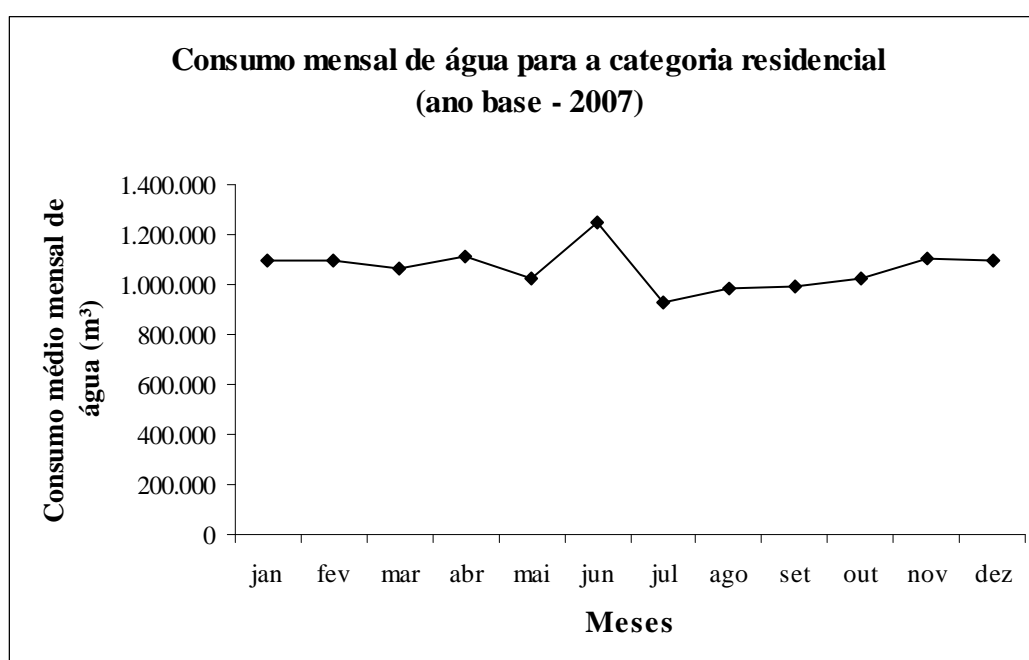


Figura 26 – Consumo mensal na categoria residencial no ano de 2007 (CAGEPA, 2008).

Vale ressaltar que os meses de janeiro e fevereiro (sobretudo janeiro) caracterizam-se por apresentar um menor consumo de água em função das férias, quando uma porcentagem relativa dos moradores se retira da cidade.

Na Figura 27 é apresentado um gráfico do consumo médio mensal de água no setor residencial de Campina Grande, subdividido por faixas de consumo de água (0 a 5 m³, 6 a 10 m³, 11 a 20 m³, etc.). Através deste gráfico, constatou-se que a maior parte das residências, precisamente 36,94%, apresenta um consumo de 11 a 20 m³ de água. Uma parcela significativa de 32,96% da população consome até 10 m³ de água por mês. Apenas 3,65% da população apresenta um consumo igual ou superior a 211 m³ de água.

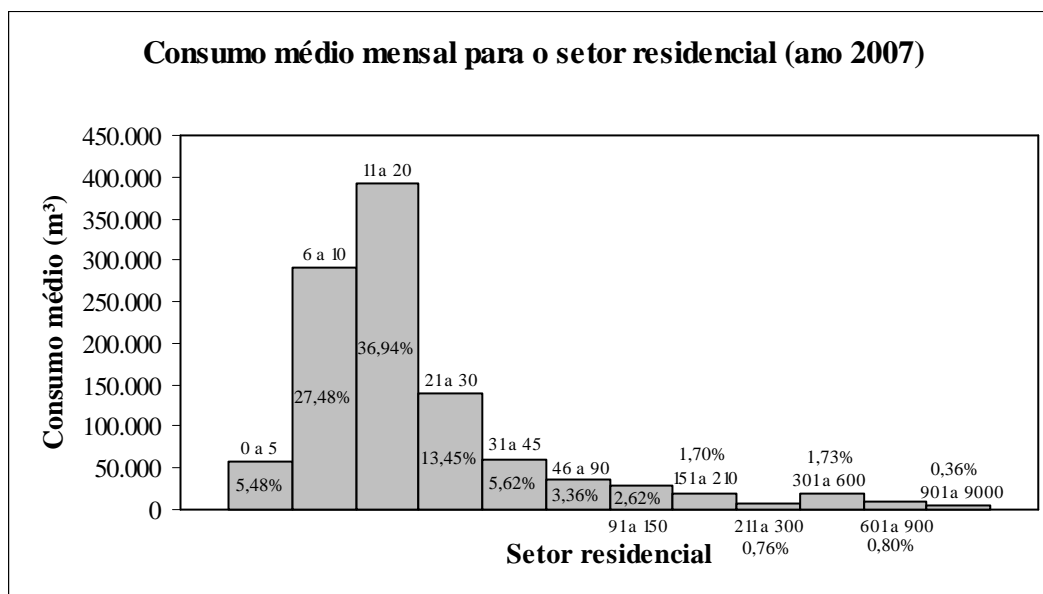


Figura 27 – Consumo médio mensal para o setor residencial de Campina Grande por faixas de consumo de água (CAGEPA, 2008).

5.1.3 Padrão de consumo de água para a categoria de abastecimento público de Campina Grande

O padrão de consumo para a categoria abastecimento público de água é apresentado no gráfico da Figura 28. Pode-se perceber nesta curva que os picos de consumo ocorre também nos meses de abril, junho e no final do ano (entre os meses de novembro e dezembro). Algumas das hipóteses a serem consideradas, por exemplo, para o setor hospitalar, é o aumento na incidência de ocorrência médica nos períodos festivos. Para o setor público como um todo, o pico no consumo de água entre os meses de novembro e dezembro podem ser relacionados com o impacto da sazonalidade, uma vez que estes meses são bastante quentes.

Com relação ao gráfico do consumo médio mensal para o setor público de abastecimento na cidade, apresentado na Figura 29, percebe-se em 32,69% dos casos, que o consumo de água é superior a 900 m³. Ressalta-se que a categoria de abastecimento público é considerada como grande consumidor, uma vez que são formados por hospitais, universidades, entre outros locais de bastante fluxo de pessoas.

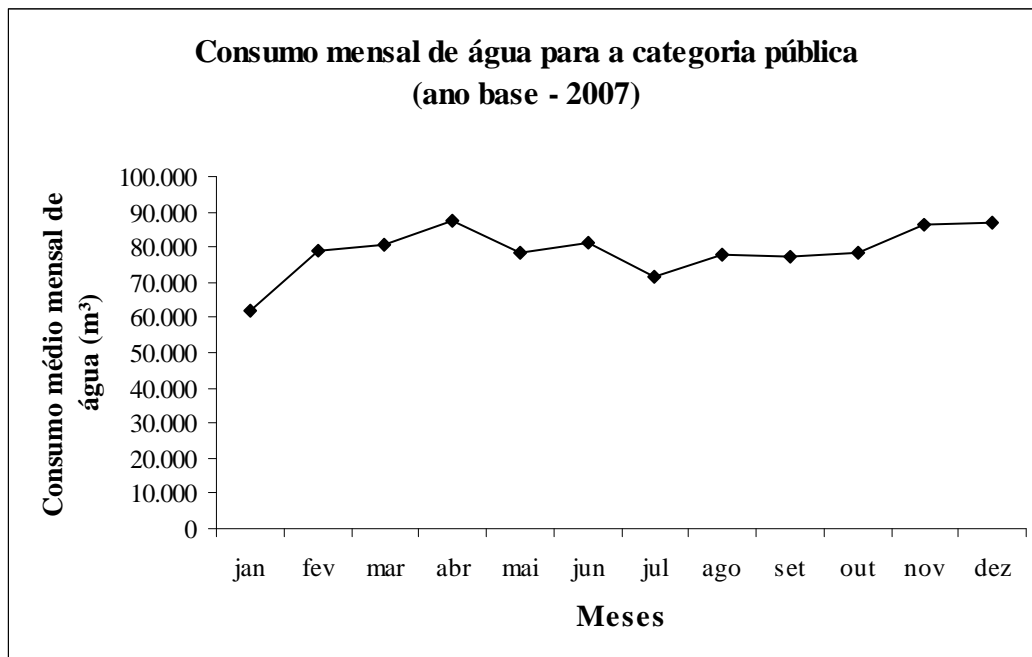


Figura 28 – Consumo mensal na categoria pública no ano de 2007 (CAGEPA, 2008).

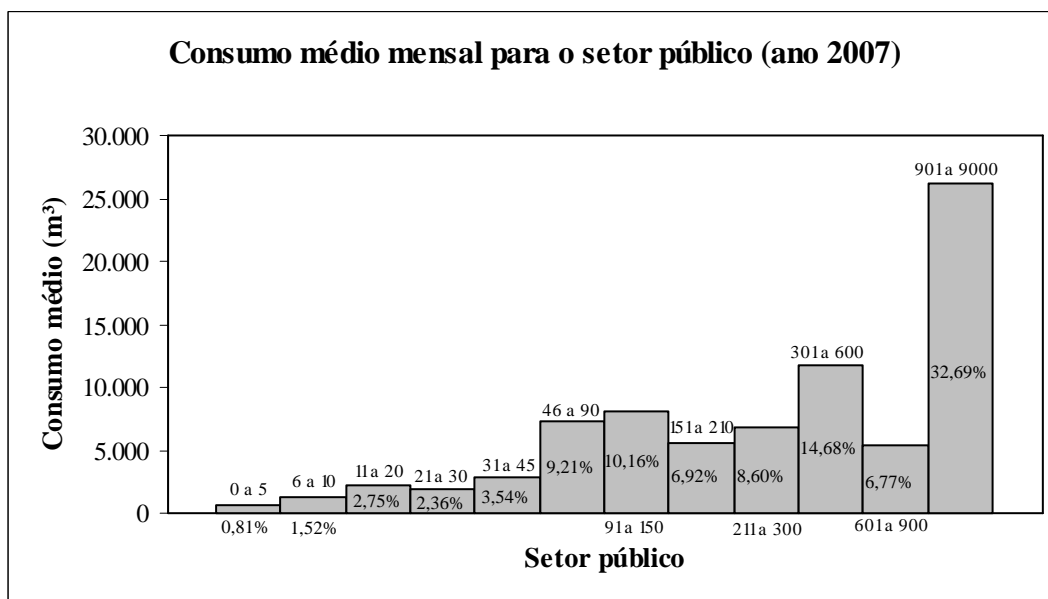


Figura 29 – Consumo médio mensal para a categoria de abastecimento público de Campina Grande (CAGEPA, 2008).

Considerando que os edifícios públicos, em particular os hospitais, são grandes consumidores de água, foi selecionado o Hospital Universitário Alcides Carneiro (HUAC) como caso de estudo desta pesquisa, além do setor residencial.

5.1.3.1 Padrão de consumo de água no Hospital Universitário Alcides Carneiro (HUAC)

O consumo mensal de água do HUAC, como já mencionado, foi obtido junto à prefeitura do Campus I da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e pode ser visualizado no gráfico da Figura 30.

O HUAC insere-se na categoria pública de consumo de água da CAGEPA. A tarifa da concessionária de água tratada para prédio público é de R\$ 36,28 para um consumo até 10 m³ e, acima de 10 m³, este valor passa a custar R\$ 6,09/m³ (acrescidos da tarifa fixa de R\$ 36,28). Mais detalhes da estrutura tarifária da CAGEPA podem ser visualizados no item 3.1.2.1.

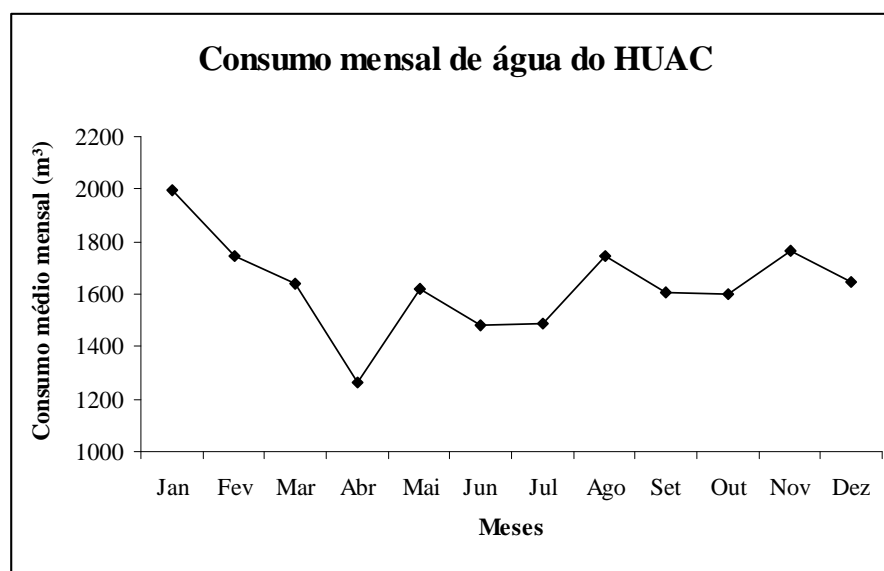


Figura 30 – Padrão do consumo mensal de água no HUAC em 2007.

Através do gráfico da Figura 30, verifica-se que os picos de consumo de água divergiram do comportamento esperado frente à dinâmica de consumo de água na cidade. Ressalta-se, portanto, que grande parte do consumo de água no HUAC é derivado da utilização dos aparelhos hidrossanitários pelos estudantes de medicina da UFCG. Uma hipótese a se considerar é que esta queda de consumo de água em abril tenha coincidido com o período de recesso entre dois períodos de aula.

5.1.3.2 Investigação de campo da estrutura atual do sistema hidrossanitário do Hospital Universitário Alcides Carneiro (HUAC)

Desde meados de 2007, o HUAC vem sofrendo uma reforma em suas dependências com o intuito de melhorar a sua estrutura física, proporcionando, desta maneira, bem-estar, conforto e segurança aos seus usuários. Com o andamento da reforma no prédio do HUAC, 25% do sistema hidrossanitário convencional já foi substituído por aparelhos economizadores de água, o que inclui bacias com caixa acoplada de volume de descarga reduzido de 6 litros por acionamento, torneiras e chuveiros econômicos. Nas Figura 31 e Figura 32 são mostrados alguns exemplos de aparelhos convencionais e economizadores de água instalados no HUAC.



Figura 31 – Aparelhos convencionais instalados no HUAC.



Figura 32 – Aparelhos economizadores de água instalados no HUAC (torneira com alavanca e bacia sanitária com caixa acoplada de 6 litros/acionamento).

Ressalta-se que a reforma que vem sendo feita no HUAC – substituição da estrutura atual do sistema hidrossanitário – não está sendo realizada com vistas à diminuição do consumo de água, mas à modernização e melhor atendimento às necessidades de higiene e cuidados com os pacientes do Hospital. Outro problema identificado é que esta reforma não contemplará todas as dependências do hospital, ou seja, ainda haverá uma elevada porcentagem de aparelhos convencionais – que consomem uma quantidade de água significativamente maior que os aparelhos poupadores de água.

Como o HUAC é um centro de referência do ensino e assistência médica, que concentra uma grande quantidade de alunos do curso de medicina da UFCG e funcionários, enfatiza-se a necessidade da adoção do programa de conservação da água para este edifício público como um todo.

Nas dependências do prédio do HUAC foi realizada a contabilização dos aparelhos hidrossanitários convencionais e poupadores. Na Tabela 15 estão apresentadas as quantidades de cada aparelho hidrossanitário existente no HUAC.

Tabela 15 – Quantidade de aparelhos hidrossanitários do HUAC.

| Aparelho | Aparelhos Convencionais | Aparelhos Poupadores | Total |
|-------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------|
| Bacias sanitárias | 87 | 68 | 155 |
| Chuveiros | 69 | 12 | 81 |
| Torneiras | 310 | 77 | 387 |
| Total | 466 | 157 | 623 |

5.2 Caracterização das ações de conservação do uso da água a serem estudadas

Com base na caracterização das alternativas de GDA apresentadas na Tabela 16 e pela limitação na disponibilidade de dados, optou-se por detalhar as alternativas tecnológicas. Sendo assim, esta pesquisa contempla simulações de cenários para os setores residencial e público (HUAC), os quais incluem a adoção hipotética de aparelhos poupadores de água (bacia sanitária de caixa acoplada de 6 litros/acionamento, válvula de acionamento seletivo de 3 ou 6 litros/acionamento, torneira com sensor de presença e de fechamento automático para o banheiro, torneira com arejador para a cozinha, chuveiro com arejador e válvula de fechamento automático para o chuveiro) e da medição individualizada nos edifícios residenciais da cidade de Campina Grande.

Tabela 16 – Caracterização dos custos e redução de consumo das ações de conservação do uso da água em estudo.

| ALTERNATIVAS | | REDUÇÃO DE CONSUMO (m ³) | CUSTOS (R\$) | FONTE | |
|--|---------------------------------|---|--|---|---|
| Tecnológicas | | | | | |
| Limpeza e revestimento de redes | | Variável (depende do índice de vazamentos) | 126,78/metro | Abranches (2007) | |
| Limpeza, revestimento e substituição de redes (Método não-destrutivo: Pipe Bursting) | | Variável (depende do índice de vazamentos) | 164,50/metro | | |
| Correção de vazamentos na edificação | | Variável (depende do tipo de vazamentos) | - | | |
| Medição individual | Edifícios novos | 15 a 30% | Leitura manual (200,00/unidade) Radiofrequência (420,00/unidade) | Site (Acesso em 2008): www.sindiconete.com.br | |
| | Edifícios antigos ¹⁰ | 15 a 30% | Leitura eletrônica (500,00/unid.) Leitura manual (600,00/unidade) Radiofrequência (750,00/unidade) | | |
| Captação de água de chuva | | Variável (dependerá do tamanho da cisterna, n.º. pessoas na residência e dos usos a que se destinará as águas de chuva) | 844 a 1.200 | Brasil (2007) | |
| Torneira com sensor de presença | | 40% | 540,00 | Pesquisas realizadas no centro comercial de Campina Grande (2008) | |
| Torneira com fechamento automático | | 20% | 111,00 | | |
| Bacia sanitária com caixa acoplada de 6 litros/descarga | | 50% | 170,00 | | |
| Válvula para a bacia sanitária com caixa acoplada (acionamento seletivo: 3 ou 6 litros/descarga) | | 50 a 75% | 207,90 | | |
| Torneira com arejador (vazão constante de 6 l/min.) | | 50% | 166,00 | | |
| Chuveiro com arejador | | 20% | 84,00 | | |
| Válvula de fechamento automático para chuveiro (vazão 8 l/min.) | | 32% (locais de baixa pressão) e 62% (locais de alta pressão) | 203,70 | | |
| Educacionais | | | | | |
| Programas de educação ambiental | | Variável (depende da mudança de hábitos das pessoas) | - | | - |
| Econômicas | | | | | |
| Cobrança pelo uso da água bruta | Residencial | - | 0,012/m ³ | Deliberação n.º. 01 CBH-PB (2008) | |
| | Público | - | | | |
| Regulatórias/institucionais | | | | | |
| Legislação que induza o uso racional | | - | - | - | |

¹⁰ Para o caso de existir apenas uma prumada hidráulica por apartamento.

5.3 Índice de redução de consumo de água e retorno do investimento na categoria residencial através da implementação de aparelhos hidrossanitários poupadores

Baseando-se na metodologia descrita no item 4.4.1, a substituição dos aparelhos hidrossanitários convencionais por modelos economizadores foi simulada analisando-se dois aspectos principais: o econômico (período de retorno de investimento) e o ambiental (índice de redução de consumo). Ressalta-se, mais uma vez, que o retorno do investimento calculado nesta dissertação refere-se apenas ao custo de aquisição dos aparelhos hidrossanitários. Os resultados dessas simulações são apresentados na Tabela 17. No gráfico da Figura 33 pode-se visualizar o comportamento do perfil de consumo de água em Campina Grande com a adoção dos quinze cenários simulados.

Nos quinze cenários simulados, percebe-se que o índice de redução de consumo de água variou de 1,20 a 33,64%. O valor mínimo de redução de consumo ocorreu no cenário 4, onde cada residência adotaria apenas uma torneira com fechamento automático para o banheiro. E, através do perfil de consumo de água considerado, a torneira do banheiro corresponde a apenas 6% do consumo total de água em uma residência, resultando em um baixo índice de redução de consumo de água. Em contrapartida, os cenários 13 e 15 apresentam, respectivamente, índices de redução de consumo de 33,16 e 33,64%. Nestes cenários foram simuladas a implementação de um conjunto de alternativas de GDA em diferentes pontos de água da residência, tais como: bacia sanitária, torneira da cozinha, torneira do banheiro e chuveiro.

Em relação ao período de retorno do investimento, verificou-se que os usuários com consumo igual ou inferior a 10 m³ não teriam seus investimentos amortizados, devido à tarifa fixa cobrada pela concessionária de água ser correspondente a um limite mínimo de 10 m³. O retorno do investimento foi calculado, para cada simulação, para residências cujo consumo de água fosse de 20, 50, 100, 500 ou 1.000 m³. Foi verificado que em algumas situações, o retorno do investimento ocorrerá logo no 1º mês, depois de implementado o aparelho poupador. Não obstante, houve casos que, do ponto de vista econômico, a adoção de determinados cenários seriam impraticáveis, com o retorno do investimento ocorrendo no 488º mês. Vale ressaltar que a necessidade de implementação de medidas de gerenciamento da demanda de água deve ter um caráter de conservação dos recursos hídricos e não um caráter puramente financeiro.

No Anexo 6 são apresentadas as planilhas calculadas para obtenção do índice de redução de consumo e período de retorno do investimento para o cenário 1.

Tabela 17 – Índice de redução de consumo (IR) e retorno do investimento (RI) para os cenários de GDA simulados.

| SIMULAÇÕES | DESCRIÇÃO DOS CENÁRIOS | IR (%) | RI (MESES) | | | | |
|------------|--|--------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|----------------------|
| | | | 20 m ³ | 50 m ³ | 100 m ³ | 500 m ³ | 1.000 m ³ |
| 1 | Cada residência adota uma bacia sanitária c/ caixa acoplada de 6 litros/descarga | 14,50 | 26° | 6° | 3° | 1° | 1° |
| 2 | Cada residência adota uma bacia sanitária c/ caixa acoplada de 6 litros/descarga + uma válvula de acionamento seletivo (3 ou 6 litros) por descarga | 18,13 | 46° | 11° | 6° | 2° | 1° |
| 3 | [50% das residências adota apenas uma bacia VDR de 6 l/ acionamento] e [50% adota uma bacia sanitária c/ caixa acoplada de 6 litros/descarga + uma válvula de acionamento seletivo (3 ou 6 litros) por descarga] | 16,31 | | | Idem cenário 1 | | |
| | | | | | Idem cenário 2 | | |
| 4 | Cada residência adota uma torneira c/ fechamento automático p/ o banheiro | 1,20 | 201° | 45° | 23° | 5° | 3° |
| 5 | [10% das residências adota uma torneira c/ sensor de presença p/ o banheiro] + [90% adota uma torneira c/ fechamento automático p/ o banheiro] | 5,64 | 488° | 109° | 55° | 11° | 6° |
| | | | | | Idem cenário 4 | | |
| 6 | Cada residência adota um chuveiro c/ arejador | 5,60 | 33° | 8° | 4° | 1° | 1° |
| 7 | Cada residência adota uma válvula de fechamento automático p/ o chuveiro | 8,96 | 50° | 11° | 6° | 2° | 1° |
| 8 | Cada residência adota uma torneira c/ arejador p/ a cozinha | 8,50 | 43° | 10° | 5° | 1° | 1° |
| 9 | Cada residência adota uma torneira c/ fechamento automático p/ o banheiro + uma torneira c/ arejador p/ a cozinha | 9,70 | 62° | 14° | 7° | 2° | 1° |
| 10 | [10% das residências adota uma torneira c/ sensor de presença p/ o banheiro] + [90% adota uma torneira c/ fechamento automático p/ o banheiro] + [cada residência adota uma torneira c/ arejador p/ a cozinha] | 9,82 | 141° | 32° | 16° | 4° | 2° |
| | | | | | Idem cenário 9 | | |
| 11 | Cada residência adota uma bacia sanitária c/ caixa acoplada de 6 litros/descarga + uma torneira c/ fechamento automático p/ o banheiro | 15,70 | 39° | 9° | 5° | 1° | 1° |

| SIMULAÇÕES | DESCRIÇÃO DOS CENÁRIOS | IR (%) | RI (MESES) | | | | |
|------------|---|--------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|----------------------|
| | | | 20 m ³ | 50 m ³ | 100 m ³ | 500 m ³ | 1.000 m ³ |
| 12 | Cada residência adota uma bacia sanitária c/ caixa acoplada de 6 litros/descarga + uma torneira c/ fechamento automático p/ o banheiro + uma torneira c/ arejador p/ a cozinha | 24,20 | 40° | 9° | 5° | 1° | 1° |
| 13 | Cada residência adota uma bacia sanitária c/ caixa acoplada de 6 litros/descarga + uma torneira c/ fechamento automático p/ o banheiro + uma torneira c/ arejador p/ a cozinha + um chuveiro c/ arejador + uma válvula de fechamento automático p/ o chuveiro | 33,16 | 48° | 11° | 6° | 2° | 1° |
| 14 | [10% das residências adota uma torneira c/ sensor de presença p/ o banheiro + uma bacia sanitária c/ caixa acoplada de 6 litros/descarga + uma válvula de acionamento seletivo (3 ou 6 litros) por descarga] e [90% das residências adota uma torneira c/ fechamento automático p/ o banheiro + uma bacia sanitária c/ caixa acoplada de 6 litros/descarga] | 16,18 | 97° | 22° | 11° | 3° | 2° |
| | | | | | Idem cenário 11 | | |
| 15 | [10% das residências adota uma torneira c/ sensor de presença p/ o banheiro + uma bacia sanitária c/ caixa acoplada de 6 litros/descarga + uma válvula de acionamento seletivo (3 ou 6 litros) por descarga + uma torneira c/ arejador p/ a cozinha + um chuveiro c/ arejador + uma válvula de fechamento automático p/ o chuveiro] e [90% das residências adota uma torneira c/ fechamento automático p/ o banheiro + uma bacia sanitária c/ caixa acoplada de 6 litros/descarga + uma torneira c/ arejador p/ a cozinha + um chuveiro c/ arejador + uma válvula de fechamento automático p/ o chuveiro] | 33,64 | 79° | 18° | 9° | 2° | 1° |
| | | | 42° | 10° | 5° | 1° | 1° |

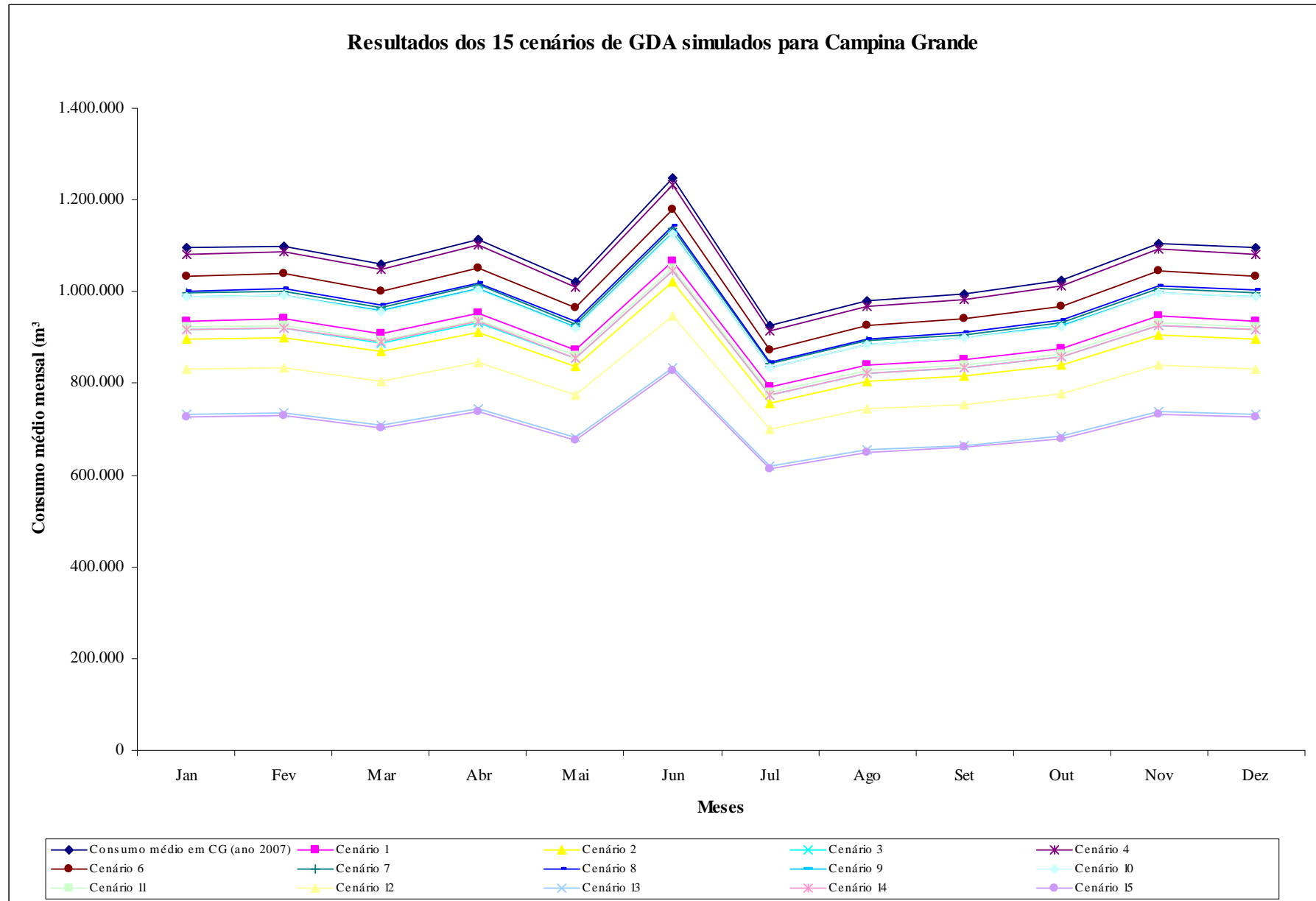


Figura 33 – Redução do padrão de consumo de água nos quinze cenários de GDA simulados.

Vale ressaltar que nas simulações apresentadas na Tabela 17 não foi considerado o aumento progressivo da conta de água (que fica em torno de 10% ao ano), e o retorno do investimento foi calculado apenas na tarifa de água. Portanto, novas simulações foram realizadas, tendo sido considerado que, a cada ano, a tarifa sofreria um aumento de 10% pela concessionária de água e o retorno do investimento foi calculado na conta total (água + esgoto). Os resultados dessas simulações são apresentados na Tabela 18.

Analisando os resultados apresentados na Tabela 18, percebe-se que o número de meses referente ao retorno do investimento reduziu de maneira significativa. Para a simulação 1 (Cada residência adota uma bacia sanitária c/ caixa acoplada de 6 litros/descarga), por exemplo, teríamos a seguinte situação:

- Residências com consumo de 20 m³ → retorno do investimento em 14 meses;
- Residências com consumo de 50 m³ → retorno do investimento em 3 meses;
- Residências com consumo de 100 m³ → retorno do investimento em 2 meses;
- Residências com consumo de 500 m³ → retorno do investimento em 1 mês;
- Residências com consumo de 1.000 m³ → retorno do investimento em 1 mês.

Um outro ponto a ser exposto é que muitas famílias campinenses apresentam renda mensal de um salário mínimo, ou até menos que isso, isto é, quando têm salários. Mas cabe ao governo montar uma estratégia de financiamento desses tipos de programas (que visam a sustentabilidade do uso dos recursos naturais). Nesse sentido, dependendo da faixa salarial da família, o governo poderia proporcionar estes incentivos financeiros que cobrissem completamente o investimento inicial ou apenas uma pequena parcela desse valor.

Tabela 18 – Índice de redução de consumo (IR) e retorno do investimento (RI) para os cenários de GDA simulados (considerando um aumento anual de 10% na estrutura tarifária da concessionária de água e a amortização do investimento na conta total – água + esgoto).

| SIMULAÇÕES | DESCRIÇÃO DOS CENÁRIOS | IR (%) | RI (MESES) | | | | |
|------------|--|--------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|----------------------|
| | | | 20 m ³ | 50 m ³ | 100 m ³ | 500 m ³ | 1.000 m ³ |
| 1 | Cada residência adota uma bacia sanitária c/ caixa acoplada de 6 litros/descarga | 14,50 | 14° | 3° | 2° | 1° | 1° |
| 2 | Cada residência adota uma bacia sanitária c/ caixa acoplada de 6 litros/descarga + uma válvula de acionamento seletivo (3 ou 6 litros) por descarga | 18,13 | 24° | 6° | 3° | 1° | 1° |
| 3 | [50% das residências adota apenas uma bacia VDR de 6 l/ acionamento] e [50% adota uma bacia sanitária c/ caixa acoplada de 6 litros/descarga + uma válvula de acionamento seletivo (3 ou 6 litros) por descarga] | 16,31 | | | Idem cenário 1 | | |
| | | | | | Idem cenário 2 | | |
| 4 | Cada residência adota uma torneira c/ fechamento automático p/ o banheiro | 1,20 | 83° | 22° | 12° | 3° | 2° |
| 5 | [10% das residências adota uma torneira c/ sensor de presença p/ o banheiro] + [90% adota uma torneira c/ fechamento automático p/ o banheiro] | 5,64 | 149° | 47° | 26° | 6° | 3° |
| 6 | Cada residência adota um chuveiro c/ arejador | 5,60 | 18° | 4° | 2° | 1° | 1° |
| 7 | Cada residência adota uma válvula de fechamento automático p/ o chuveiro | 8,96 | 26° | 6° | 3° | 1° | 1° |
| 8 | Cada residência adota uma torneira c/ arejador p/ a cozinha | 8,50 | 23° | 5° | 3° | 1° | 1° |
| 9 | Cada residência adota uma torneira c/ fechamento automático p/ o banheiro + uma torneira c/ arejador p/ a cozinha | 9,70 | 32° | 7° | 4° | 1° | 1° |
| 10 | [10% das residências adota uma torneira c/ sensor de presença p/ o banheiro] + [90% adota uma torneira c/ fechamento automático p/ o banheiro] + [cada residência adota uma torneira c/ arejador p/ a cozinha] | 9,82 | 63° | 16° | 8° | 2° | 1° |
| | | | | | Idem cenário 9 | | |
| 11 | Cada residência adota uma bacia sanitária c/ caixa acoplada de 6 litros/descarga + uma torneira c/ fechamento automático p/ o | 15,70 | 21° | 5° | 3° | 1° | 1° |

| SIMULAÇÕES | DESCRIÇÃO DOS CENÁRIOS | IR (%) | RI (MESES) | | | | | |
|------------|---|--------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|----------------------|-----------------|
| | | | 20 m ³ | 50 m ³ | 100 m ³ | 500 m ³ | 1.000 m ³ | |
| | banheiro | | | | | | | |
| 12 | Cada residência adota uma bacia sanitária c/ caixa acoplada de 6 litros/descarga + uma torneira c/ fechamento automático p/ o banheiro + uma torneira c/ arejador p/ a cozinha | 24,20 | 22° | 5° | 3° | 1° | 1° | |
| 13 | Cada residência adota uma bacia sanitária c/ caixa acoplada de 6 litros/descarga + uma torneira c/ fechamento automático p/ o banheiro + uma torneira c/ arejador p/ a cozinha + um chuveiro c/ arejador + uma válvula de fechamento automático p/ o chuveiro | 33,16 | 26° | 6° | 3° | 1° | 1° | |
| 14 | [10% das residências adota uma torneira c/ sensor de presença p/ o banheiro + uma bacia sanitária c/ caixa acoplada de 6 litros/descarga + uma válvula de acionamento seletivo (3 ou 6 litros) por descarga] e [90% das residências adota uma torneira c/ fechamento automático p/ o banheiro + uma bacia sanitária c/ caixa acoplada de 6 litros/descarga] | 16,18 | 48° | 11° | 6° | 2° | 1° | Idem cenário 11 |
| 15 | [10% das residências adota uma torneira c/ sensor de presença p/ o banheiro + uma bacia sanitária c/ caixa acoplada de 6 litros/descarga + uma válvula de acionamento seletivo (3 ou 6 litros) por descarga + uma torneira c/ arejador p/ a cozinha + um chuveiro c/ arejador + uma válvula de fechamento automático p/ o chuveiro] e [90% das residências adota uma torneira c/ fechamento automático p/ o banheiro + uma bacia sanitária c/ caixa acoplada de 6 litros/descarga + uma torneira c/ arejador p/ a cozinha + um chuveiro c/ arejador + uma válvula de fechamento automático p/ o chuveiro] | 33,64 | 39° | 9° | 5° | 1° | 1° | |
| | | | 23° | 5° | 3° | 1° | 1° | |

5.4 Índice de redução de consumo de água e retorno do investimento na categoria edifícios residenciais através da implementação da medição individualizada

Com base em diversas experiências de implementação da medição individualizada na cidade do Recife-PE, Coelho & Maynard (1999) constataram que os índices de redução de consumo de água, depois de implementada esta tecnologia, ficam em torno de 20 a 30%. Foi considerado que depois de implantada a medição individual nos edifícios residenciais de Campina Grande, a mesma resultaria em uma redução no consumo de água de 25%.

Diante da consideração mencionada e da metodologia descrita no item 4.4.2, o resultado da simulação da implementação da medição individualizada em todos os edifícios residenciais do núcleo urbano em estudo pode ser visualizado na Tabela 19.

Através dos resultados obtidos, constatou-se que caso todos os edifícios residenciais da cidade fossem dotados de medição individualizada, isso resultaria em uma economia mensal de 15.030 m³. Ao longo do ano, esta economia poderia atingir valores na ordem de 180.360 m³, o que equivale ao consumo correspondente a três meses de abastecimento de água para os edifícios residenciais de Campina Grande, na situação de medição global.

O retorno do investimento para substituição da medição global por medição individual foi determinado para edifícios residenciais que consomem mensalmente 20, 30, 40, 50, 100, 150, 200, 300, 400, 500, 1.000 m³, respectivamente.

A situação mais desfavorável em relação à amortização dos custos referentes à individualização do consumo de água na tarifa da concessionária foi verificada para o caso de um apartamento com consumo mensal de água de 20 m³. Nesta situação, e levando em consideração a amortização do investimento apenas na tarifa de água, o retorno do investimento ocorreria no 53º mês (um pouco mais de 4 anos).

Para um apartamento cujo consumo mensal correspondesse a 50 m³ de água, o retorno do investimento cairia para um ano. Os demais períodos de retorno do investimento para a individualização do consumo de água são apresentados na Tabela 20.

Tabela 19 – Consumo de água por bairro, na categoria edifícios residenciais, com medição global e com medição individualizada.

| BAIRRO | População residente | POPULAÇÃO RESIDENTE EM | | | Nº apart. | Consumo de água/apart. (l/dia) | Consumo de água/apart. (m³/mês) (Medição global) | Consumo de água/apart. (m³/mês) (Medição individual) |
|---------------------|---------------------|------------------------|-------------|--------|-----------|--------------------------------|--|--|
| | | Casa | Apartamento | Cômodo | | | | |
| Acácio Figueirêdo | 8.187 | 8.095 | 36 | 56 | 10 | 5.400 | 162 | 122 |
| Alto Branco | 7.749 | 7.366 | 310 | 46 | 83 | 46.500 | 1.395 | 1.046 |
| Araxá | 1.309 | 1.291 | 0 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Bela Vista | 5.553 | 4.901 | 245 | 388 | 66 | 36.750 | 1.103 | 827 |
| Bodocongó | 13.129 | 12.881 | 135 | 98 | 36 | 20.250 | 608 | 456 |
| Castelo Branco | 2.361 | 2.344 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Catolé | 17.034 | 14.315 | 2.358 | 264 | 632 | 353.700 | 10.611 | 7.958 |
| Centenário | 9.084 | 8.888 | 89 | 103 | 24 | 13.350 | 401 | 300 |
| Centro | 7.390 | 4.828 | 2.309 | 92 | 619 | 346.350 | 10.391 | 7.793 |
| Cidades | 4.885 | 4.814 | 0 | 69 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Conceição | 4.135 | 4.020 | 62 | 50 | 17 | 9.300 | 279 | 209 |
| Cruzeiro | 10.831 | 10.703 | 46 | 66 | 12 | 6.900 | 207 | 155 |
| Cuités | 1.820 | 1.795 | 13 | 12 | 3 | 1.950 | 59 | 44 |
| Dinamérica | 3.626 | 2.426 | 1.190 | 6 | 319 | 178.500 | 5.355 | 4.016 |
| Distrito Industrial | 1.645 | 1.544 | 16 | 78 | 4 | 2.400 | 72 | 54 |
| Estação Velha | 3.097 | 2.902 | 49 | 146 | 13 | 7.350 | 221 | 165 |
| Itararé | 2.099 | 2.033 | 41 | | 11 | 6.150 | 185 | 138 |
| Jardim Continental | 2.290 | 2.284 | 6 | | 2 | 900 | 27 | 20 |
| Jardim Paulistano | 7.298 | 7.175 | 82 | 21 | 22 | 12.300 | 369 | 277 |
| Jardim Tavares | 2.863 | 2.532 | 283 | 35 | 76 | 42.450 | 1.274 | 955 |
| Jeremias | 11.468 | 11.286 | 4 | 174 | 1 | 600 | 18 | 14 |
| José Pinheiro | 17.048 | 16.189 | 235 | 599 | 63 | 35.250 | 1.058 | 793 |
| Lauritzen | 2.623 | 2.346 | 255 | 14 | 68 | 38.250 | 1.148 | 861 |
| Liberdade | 16.603 | 15.847 | 412 | 293 | 110 | 61.800 | 1.854 | 1.391 |
| Louzeiro | 1.086 | 1.049 | 36 | 1 | 10 | 5.400 | 162 | 122 |
| Malvinas | 36.457 | 36.188 | 43 | 127 | 12 | 6.450 | 194 | 145 |
| Mirante | 1.056 | 882 | 174 | | 47 | 26.100 | 783 | 587 |
| Monte Castelo | 11.481 | 11.272 | 93 | 107 | 25 | 13.950 | 419 | 314 |

| BAIRRO | População residente | POPULAÇÃO RESIDENTE EM | | | Nº apart. | Consumo de água/apart. (l/dia) | Consumo de água/apart. (m³/mês) (Medição global) | Consumo de água/apart. (m³/mês) (Medição individual) |
|-------------------|---------------------|------------------------|---------------|--------------|--------------|--------------------------------|--|--|
| | | Casa | Apartamento | Cômodo | | | | |
| Monte Santo | 7.353 | 7.130 | 79 | 144 | 21 | 11.850 | 356 | 267 |
| Nações | 1.358 | 1.325 | 33 | | 9 | 4.950 | 149 | 111 |
| Nova Brasília | 4.040 | 4.008 | 24 | 8 | 6 | 3.600 | 108 | 81 |
| Novo Bodocongó | 1.248 | 1.237 | 6 | 5 | 2 | 900 | 27 | 20 |
| Palmeira | 5.894 | 5.551 | 233 | 13 | 62 | 34.950 | 1.049 | 786 |
| Pedregal | 9.267 | 8.745 | 10 | 475 | 3 | 1.500 | 45 | 34 |
| Prata | 3.884 | 3.332 | 461 | 33 | 124 | 69.150 | 2.075 | 1.556 |
| Presidente Médice | 4.145 | 4.109 | 6 | 29 | 2 | 900 | 27 | 20 |
| Quarenta | 6.381 | 6.246 | 131 | 3 | 35 | 19.650 | 590 | 442 |
| Ramadinha | 2.323 | 2.252 | 13 | 58 | 3 | 1.950 | 59 | 44 |
| Sandra Cavalcante | 6.116 | 5.733 | 313 | 59 | 84 | 46.950 | 1.409 | 1.056 |
| Santa Cruz | 7.759 | 5.722 | 2.018 | 15 | 541 | 302.700 | 9.081 | 6.811 |
| Santa Rosa | 11.478 | 10.878 | 118 | 473 | 32 | 17.700 | 531 | 398 |
| Santo Antonio | 4.234 | 4.086 | 121 | 23 | 32 | 18.150 | 545 | 408 |
| São José | 4.149 | 4.019 | 100 | 14 | 27 | 15.000 | 450 | 338 |
| Serrotão | 6.384 | 5.640 | 0 | 36 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tambor | 7.031 | 6.143 | 803 | 59 | 215 | 120.450 | 3.614 | 2.710 |
| Três Irmãs | 9.226 | 9.148 | 42 | 11 | 11 | 6.300 | 189 | 142 |
| Universitário | 3.718 | 3.437 | 262 | 12 | 70 | 39.300 | 1.179 | 884 |
| Velame | 3.883 | 3.856 | 0 | 26 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Vila Cabral | 4.366 | 4.318 | 0 | 44 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sem Especificação | 26.887 | 26.692 | 65 | 63 | 17 | 9.750 | 293 | 219 |
| TOTAL | 355.331 | 335.803 | 13.360 | 4.476 | 3.580 | 2.004.000 | 60.120 | 45.090 |

Tabela 20 – Período de retorno do investimento por apartamento com a implementação da medição individualizada.

| Consumo (m³) | Período de retorno do investimento (em meses) |
|--------------------------------|--|
| 20 | 53 |
| 30 | 27 |
| 40 | 20 |
| 50 | 12 |
| 100 | 6 |
| 150 | 4 |
| 200 | 3 |
| 300 | 2 |
| 400 | 3 |
| 500 | 4 |
| 1000 | 1 |

5.5 Índice de redução de consumo de água e retorno do investimento na categoria pública (Hospital Universitário Alcides Carneiro – HUAC) através da implementação de aparelhos hidrossanitários poupadores

Com relação à avaliação econômica, esta demonstrou que o montante investido com a substituição (R\$ 54.996,00) teria um período de retorno de investimento de apenas 12 meses, ou seja, se a troca dos aparelhos convencionais por poupadores fosse realizada no mês de janeiro, o HUAC reaveria o montante investido no mês de dezembro do mesmo ano. Isto se deve ao fato de que o valor da tarifa de água e esgoto para o setor público é um dos mais altos, perdendo apenas para a tarifa do setor industrial. Este alto valor traduziu-se em diminuição do período de retorno do investimento, visto que, para o setor residencial, onde a tarifa de água é mais barata, Guedes *et al.* (2005) obtiveram períodos de retorno de investimentos da ordem de 2 anos e 7 meses para a substituição de bacias sanitárias convencionais por bacias com caixa acoplada.

No entanto, deve-se destacar que o retorno do investimento determinado nesta pesquisa foi referente apenas ao custo dos aparelhos. Ressalta-se que para o caso do setor público existe todo um procedimento a ser adotado, desde o processo de licitação, onde serão calculadas fichas de composição referentes aos custos diretos e indiretos. Sendo assim, muito provavelmente o período do retorno do investimento seria aumentado consideravelmente.

A análise ambiental mostrou que haveria uma economia significativa de água com a troca dos aparelhos hidrossanitários, pois o HUAC deixaria de utilizar 19.586,00 m³/ano para

utilizar 14.711,83 m³/ano, obtendo assim, uma economia de água de 4.874,17 m³/ano, o que corresponde a um índice de redução de consumo de água em torno de 24,89%. Tal fato pode ser visualizado mensalmente na Figura 34.

Diante destes resultados é perceptível que a substituição dos aparelhos hidrossanitários convencionais por poupadores torna-se viável no contexto do HUAC. Alcançou-se viabilidade econômica na medida em que obteve-se um período de retorno de investimento de apenas 12 meses, e viabilidade ambiental, uma vez que o índice de redução de consumo obteve um valor bastante significativo.

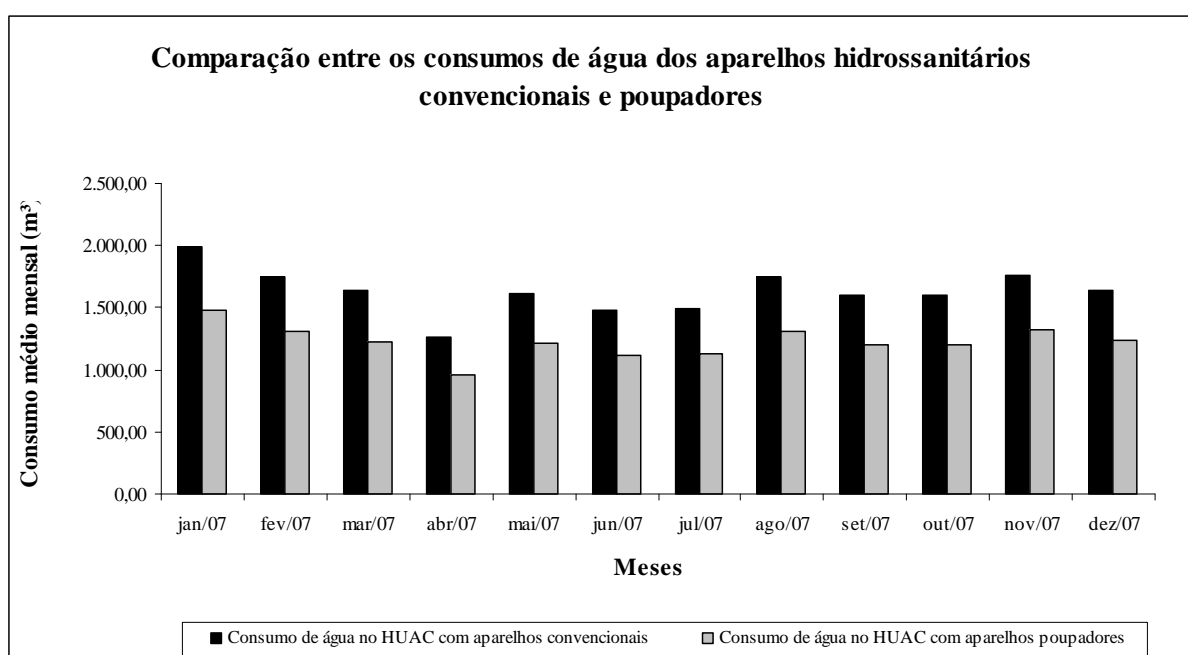


Figura 34 – Gráfico da comparação entre os consumos de água dos aparelhos hidrossanitários convencionais e poupadores.

5.6 Legislação sobre GDA em Campina Grande

Embora a cidade de Campina Grande tenha vivenciado uma grande crise em seu sistema de abastecimento entre os anos de 1997 e 2000, os consumidores finais ainda não possuem a cultura de economizar água, principalmente nos dias atuais, onde o Açude Epitácio Pessoa (que abastece esta cidade) encontra-se com sua capacidade máxima de armazenamento, devido aos elevados índices pluviométricos verificados nos últimos meses.

Através de pesquisas realizadas em dois bairros da cidade de Campina Grande (com realidades econômicas, sociais e culturais diferentes) por Albuquerque (2004) e Guedes

(2004), já mencionadas nesta dissertação, constatou-se que mais de 80% dos entrevistados acredita que há muito desperdício de água nas residências. Diante desta realidade, verifica-se a necessidade de adotar medidas mais rígidas para que se reverta, ou pelo menos se minimize, o atual quadro de desperdício praticado nas residências.

Um estudo realizado pela Agência Reguladora dos Serviços Públicos Delegados do Estado do Ceará (ARCE, 2004) apontou diversas leis em nível municipal que induzem o uso racional da água. Pode-se citar a Lei nº. 10.785/2003, que cria no município de Curitiba, Paraná, o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações (PURA) cujo objetivo é instituir medidas que induzam à conservação, uso racional e utilização de fontes alternativas para captação de água nas novas edificações, bem como a conscientização dos usuários sobre a importância da conservação da água.

Diante do exposto, existe a necessidade da elaboração e aprovação de uma lei em nível municipal para Campina Grande que possa induzir a conservação do uso da água. Alguns pontos a serem abordados por esta norma são:

- proibição de lavar a calçada com mangueira;
- incentivos econômicos para os usuários dispostos a substituírem aparelhos hidrossanitários convencionais por modelos economizadores;
- obrigatoriedade da construção de cisternas para a coleta de água de chuva pela cobertura das edificações a serem construídas com área superior a 500 m²;
- criação de uma cartilha sobre economia de água para as escolas da rede municipal de ensino;
- obrigatoriedade dos prédios novos da prefeitura adotarem sistemas de captação de água de chuva;
- estipulação de metas de redução de perdas pela concessionária;
- metas de redução de consumo para os consumidores, com aplicação de multas pelas metas não cumpridas e bônus pelas metas cumpridas;
- criação de um programa de GDA para o município, visando a adoção de alternativas concretas para a redução do consumo de água e conscientização da população quanto a importância do uso racional dos recursos hídricos.

5.7 Estipulação de metas de redução de consumo e bônus na conta de água

Um aspecto levantado pelas entrevistas realizadas por Albuquerque (2004) e Guedes (2004) foi a cobrança de uma tarifa fixa correspondente a um consumo mínimo de 10 m³ de água pela concessionária. Esta tarifa mínima é garantida pela Lei nº. 11.445/07, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Em seu art. 30, inciso III, a Lei estabelece que a estrutura de remuneração e cobrança dos serviços públicos de saneamento básico poderá levar em consideração o custo mínimo necessário para disponibilidade do serviço em quantidade e qualidade adequadas.

Porém, mesmo embasada em lei, a tarifa fixa correspondente a 10 m³ de água em Campina Grande é motivo de desestímulo na tentativa de redução de consumo por parte dos usuários que se inserem nessa situação, visto que é indiferente o valor da conta de água de uma residência cujo consumo foi de 9 m³ no mês e outra no qual o consumo foi de 5 m³, por exemplo.

Este aspecto deve ser levado em consideração na elaboração do programa de conservação de água para esta cidade, uma vez que 32,96% dos usuários das residências consomem até 10 m³ de água.

Assim, um aspecto a ser evidenciado (e que deve ser levado em consideração pelos gestores) é a necessidade de fornecer estímulos financeiros através de bônus na conta de água para os usuários que consomem até 10 m³, de acordo com o cumprimento de metas de redução de consumo pré-estabelecidas. Os usuários que consomem mais que 10 m³ por mês teriam esse bônus proporcional à redução de consumo, uma vez que, diminuindo o consumo, a conta de água também seria automaticamente reduzida.

Uma segunda alternativa a ser considerada seria a diminuição da tarifa fixa correspondente a um consumo de 10 m³ cobrada pela CAGEPA ou mesmo a sua extinção. Fato similar ocorreu na Copasa/MG, onde a cobrança mínima por unidade autônoma para os edifícios comerciais corresponde a 6 m³.

6 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1 Conclusões

Com base em toda a reflexão realizada nesta dissertação, constatou-se que a cidade de Campina Grande – caso de estudo – é vulnerável em relação ao quesito abastecimento de água devido à deficiência na gestão dos recursos hídricos. Em toda sua história, esta cidade foi marcada pela política da açudagem como “resposta definitiva” para os problemas de escassez hídrica. E, apesar de todas as crises vivenciadas por este núcleo urbano, verifica-se, ainda, a carência de ações voltadas ao uso racional da água visando reverter, ou pelo menos minimizar, este quadro.

Dentro desta perspectiva, conclui-se que muitos paradigmas precisam ser quebrados para que a gestão da demanda seja percebida como uma forma alternativa (e sustentável) de uso racional da água. Sendo assim, faz-se necessário (e com urgência) a elaboração de um programa de uso racional da água pelos gestores da cidade, para que grande parte da demanda futura de água seja atendida pela redução dos desperdícios atuais de água.

Nesse sentido, o propósito precípua desta pesquisa foi fornecer subsídios para uma possível elaboração de um programa de uso racional da água para Campina Grande. Através da revisão do estado da arte, conclui-se que as alternativas tecnológicas de gerenciamento da demanda de água (GDA) são, na maioria dos casos, apontadas como as mais viáveis, principalmente pelo fato de permitir a redução no consumo de água sem que sejam necessárias grandes mudanças nos hábitos dos usuários. Mas isso não descarta a importância das alternativas econômicas, institucionais e educacionais, que devem ser aplicadas concomitantemente com as alternativas tecnológicas para que seja possível uma maior sensibilização e, até mesmo, mudança de hábitos dos usuários.

Através das alternativas tecnológicas selecionadas nesta pesquisa (medição individualizada e aparelhos hidrossanitários economizadores de água¹¹), verificou-se a possibilidade de reduzir significativamente a demanda de água, tanto para o setor residencial quanto para o setor público (Hospital Universitário Alcides Carneiro – HUAC).

Os índices de redução de consumo de água variaram, para as residências, de 1,20 a 33,64% nos cenários simulados, os quais incluíram a adoção de um ou mais aparelhos

¹¹ Bacia sanitária de caixa acoplada de 6 litros/acionamento, válvula de acionamento seletivo de 3 ou 6 litros/acionamento, torneira com sensor de presença e de fechamento automático para o banheiro, torneira com arejador para a cozinha, chuveiro com arejador e válvula de fechamento automático para o chuveiro

hidrossanitários poupadores de água. Alguns aparelhos, como é o caso da bacia sanitária de 6 litros por acionamento, apresentam um maior potencial redutor de água, pois além de proporcionar uma redução de consumo de água de 50% em relação aos aparelhos convencionais (os quais necessitam de 12 litros por acionamento ou mais), são responsáveis por cerca de 29% do consumo total de água em uma residência, de acordo com o perfil de consumo de água considerado na pesquisa.

A substituição de apenas uma bacia sanitária convencional em cada residência de Campina Grande por uma bacia com consumo de 6 litros por acionamento resultaria em uma redução de 14,50% do consumo total de água, o que implicaria em um investimento inicial¹² em torno de R\$ 170,00. O retorno do investimento, ou seja, o tempo necessário para a amortização do investimento na conta de água (incluindo a tarifa do esgoto) corresponderia a 14 meses para uma residência cujo consumo mensal de água fosse equivalente a 20 m³. Para uma residência cujo consumo mensal de água corresponda a 50 m³, o retorno do investimento ocorrerá logo no 3º mês.

Quando considerada a substituição da medição global pela medição individualizada do consumo de água, no caso dos edifícios residenciais, foi constatado que, caso todos os edifícios da cidade adotassem tal alternativa, a redução mensal de consumo corresponderia a 15.030 m³ de água. Sendo assim, em um ano esta redução de consumo equivaleria a 180.360 m³ de água, o que equivale a 3 meses de abastecimento de água para os edifícios residenciais. Para a individualização da medição de água em um apartamento cujo consumo mensal de água correspondesse a 20 m³, por exemplo, o retorno do investimento ocorreria no 53º mês.

No HUAC, a substituição dos aparelhos convencionais por economizadores de água resultaria em um índice de redução de consumo de água em torno de 24,89%, correspondendo a uma economia anual em torno de 4.874,17 m³, e o investimento de R\$ 54.996,00 seria amortizado completamente no 12º mês.

Outras conclusões relevantes são mencionadas nos pontos destacados a seguir:

- Necessidade de fornecer subsídios econômicos para a aquisição de aparelhos economizadores de água pela população campinense;
- Necessidade de rever a tarifa fixa correspondente a um consumo mínimo de 10 m³, que embora embasada na Lei nº. 11.445/07, é motivo de desestímulo na tentativa de

¹² Lembrando que este investimento inicial corresponde ao preço apenas do aparelho hidrossanitário poupador.

reduzir o consumo de água;

- Necessidade de estipulação de metas de redução de consumo de água para os diversos usuários, com estipulação de bônus por meta alcançada;
- Necessidade urgente de minimizar as perdas de água junto à concessionária, que atinge valores na ordem de 50%;
- Necessidade precípua de atitudes concretas em termos de GDA em CG, como a elaboração de leis que possam induzir ao uso racional da água e a efetivação do Programa CAGEPA na escola;
- Necessidade de tornar públicos perante a sociedade civil, usuários de água e poder público todos os estudos de GDA produzidos pela comunidade acadêmica.

6.2 Recomendações

Algumas recomendações para pesquisas futuras na temática de Gerenciamento da Demanda de Água (GDA) em Campina Grande são citadas nos tópicos seguintes:

- Pesquisar outras alternativas de GDA aplicáveis ao caso de estudo;
- Aplicar o plano de intervenção de perdas citado neste trabalho, elencando, desta maneira, áreas prioritárias dentro da rede de abastecimento de água da cidade;
- Verificar a possibilidade de aplicar alguma metodologia de análise multicriterial a partir dos resultados desta pesquisa;
- Elaborar um Programa de Gerenciamento da Demanda de Água para Campina Grande, a partir das reflexões realizadas nesta dissertação.

Por fim, ressalta-se a necessidade de um maior esforço dos órgãos envolvidos com os recursos hídricos e saneamento no sentido de disponibilizar dados e informações atualizadas publicamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRANCHES, R. *Programa de reabilitação de redes – a experiência da unidade de negócios centro da SABESP*. 2007.

ADENE- AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE. *A região semi-árida brasileira*. Disponível em: <www.adene.gov.br>. Acesso em dezembro de 2007.

AESA – AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA. *Curso sobre medição individualizada*. João Pessoa. 2007. (CD-ROM).

_____. 2007. Disponível on-line: <<http://www.aesa.pb.gov.br>>. Acesso em Janeiro de 2008.

ALBUQUERQUE, T. M. A. *Seleção multicriterial de alternativas para o gerenciamento da demanda urbana de água na escala de bairro*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Unidade Acadêmica de Engenharia Civil. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande. 2004.

ALEGRE, H. *Diagnóstico de sistemas de abastecimento de água*. In: VII Encontro Nacional de Saneamento. Coimbra. 1996.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. *Atlas Nordeste – Abastecimento urbano de água: alternativas de oferta de água para as sedes municipais da região Nordeste do Brasil e do norte de Minas Gerais*. Resumo executivo. Brasília: ANA, SPR. Disponível on-line: <www.ana.gov.br>. Acesso em janeiro de 2006.

ARCE – AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS PÚBLICOS DELEGADOS DO ESTADO DO CEARÁ. *Legislação sobre uso racional da água*. 2004.

BACCI, D. de L. C.; PATACA, E. M. *Educação para a água*. Estudos Avançados 22 (63), p. 211-226. 2008.

BAROUDY, E. *Water demand management: the way forward?* In: BAROUDY, E.; LAHLOU, A. A.; ATTIA, B. (Ed) *Managing water demand – policies, practices and lessons from the Middle East and North Africa*. London: IWA Publishing/IDRC. 2005.

BEZERRA, S. de T. M. *Método de otimização para a reabilitação de redes de distribuição de água*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Departamento de Engenharia de Engenharia Civil. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande. 2005.

BIO – Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente. *O saneamento em números*. Ano XI nº. 17. Rio de Janeiro. 2001.

BRAGA, C. F. C. *Avaliação multicriterial e multidecisória no gerenciamento da demanda urbana de água*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal da Paraíba. Campina Grande. 2001.

_____. *Gerenciamento da demanda de água em zonas urbanas*. Gestão de recursos hídricos. Gerenciamento de bacias hidrográficas. UFCG/UNESCO. Campina Grande. 2004.

BRASIL. *Cidades sustentáveis: subsídios à elaboração da Agenda 21 brasileira*. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Consórcio Parceria 21: IBAM/ISER/REDEH. 2000.

_____. *A tecnologia cisternas*. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. Brasília. 2007. Disponível on-line: <www.mds.gov.br>. Acesso em dezembro de 2007.

BROOKS, D. B. *Water demand management: conceptual framework and policy implementation*. Planning workshop: water demand management research networking in Africa and Middle East. Cairo, Egypt. 1997.

CAGEPA – Companhia de Água e Esgotos da Paraíba. Disponível on-line: <<http://www.cagepa.pb.gov.br>>. Acesso em Janeiro de 2008.

CAMPOS, M. A. S. *Aproveitamento de água pluvial em edifícios residenciais multifamiliares na cidade de São Carlos*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos. 2004.

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

CDDPH – CONSELHO DE DEFESA DOS DIREITOS DA PESSOA HUMANA. *Relatório das atividades de visita ao estado da Paraíba e aos assentamento decorrentes da implementação da barragem de Acauã*. Brasília: CDDPH. 2007.

CHAN, W.S. *Demand management*. Water Supply, v. 15, n°.1, p. 35-39. 1997.

CITY OF SEATTLE. *1% water conservation*. Disponível on-line: <<http://www.ci.seattle.wa.us/util/onepercent>>. 2001.

COELHO, A. C. *Manual de economia de água – conservação de água*. Comunigraf Editora. Olinda. 2001.

COELHO, A. C.; MAYNARD, J. C. B. *Medição individualizada de água em apartamentos*. Ed. dos autores. 174 pp. Recife: 1999.

COMPESA – COMPANHIA PERNAMBUCANA DE SANEAMENTO. *Medição individualizada*. Disponível on-line: <www.compesa.com.br>. Acesso em novembro de 2008.

CONEJO, J. G. L.; LOPES, A. R. G.; MARCKA, E. *DTA C3: Medidas de redução de perdas (elementos para planejamento)*. PNCDA – Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Brasília. 1999.

CREDER, H. *Instalações hidráulicas e sanitárias*. Editora Livros Técnicos e Científicos. 5ª edição. Rio de Janeiro. 1996.

DANTAS, C. T.; ILHA, M. S. de O. *Análise dos custos de implementação do sistema de medição individual em edifícios residenciais multifamiliars*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil. Campinas. 2003.

DECA. *Perfil de consumo de água residencial*. Disponível on-line: <<http://www.deca.com.br>>. Acesso em junho 2006.

EPA – ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Desenvolvido por Environmental Protection Agency dos Estados Unidos. Disponível em: <www.epa.gov>. Acesso em dezembro de 2004.

ESTEVAN, A. *Gestión de la demanda de agua y su impacto económico*. Sesión 8: Obstáculos para la difusión de los programas de gestión de la demanda de agua en España. M8 – II Master en gestión y uso eficiente del agua. Universidade Politécnica de Valência. Grupo Mecânica de Fluidos. 1999.

EVINS, C.; STEPHENSON, G.; WARREN, I. C.; WILLIAMS, S. M. *Planning the rehabilitation of water distribution systems*. Wiltshire: WRC. 272 p. 1989.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. (2001). *Water policies and demand management*. Disponível on-line: <www.fao.org>. Acesso em abril de 2002.

FISCHER, N. Desperdício- conheça os componentes que prometem reduzir o consumo de água nas edificações. Guerra ao desperdício. Revista Construção Norte/Nordeste, vol. 337, pg. 14-48. 2001.

GOMES, H. P. *Sistemas de abastecimento de água: dimensionamento econômico e operação de redes e elevatórios*. Editora Universitária UFPB. 2ª Edição. 242 p. João Pessoa. 2004.

GONÇALVES, E.; ALVIM, P. R. A. *DTA G3: Guia prático para pesquisa e combate a vazamentos não visíveis*. PNCDA – Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Brasília. 2005.

GONÇALVES, J. A. da S. *Problemas nos sistemas de abastecimento de água*. Apostila da disciplina: Problemas nos Sistemas de Abastecimento de Água – S.A. A. Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR. 2003.

GONÇALVES, O. M.; IOSHIMOTO, E.; OLIVEIRA, L. H. de. *DTA F1: Tecnologias poupadoras de água nos sistemas prediais*. PNCDA – Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Brasília. 1999.

GONÇALVES, O.M.; OLIVEIRA, L.H. *Metodologia para a detecção e correção de perdas por vazamentos em sistemas hidráulicos prediais*. Laboratório de Sistemas Prediais, EPUSP, Relatório Final de projeto FAPESP. São Paulo. 1998.

GONÇALVES, O. M.; PRADO, R. T.; OLIVEIRA, L. H. de.; PETRUCI, A. L. *DTA B3: Medidas de racionalização do uso da água para grandes consumidores*. PNCDA – Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Brasília. 1999b.

GONÇALVES, O. *Programa de uso racional da água da USP (PURA): implementação e resultados*. Hydro. Conexão. 2007.

GOULD, J.; NISSEN_PETERSEN, E. *Rainwater catchment systems for domestic supply: design, construction and implementation*. Londres: ITDG Publishing. 1999.

GROUP RAINDROPS. *Aproveitamento da água da chuva*. Curitiba: Organic Trading. 2002.

GUEDES, M. J. F. *Avaliação de alternativas de gerenciamento da demanda de água na escala de um bairro*. Relatório final de iniciação científica. PIBIC/CNPq/UFCG. 2004.

GUEDES, M. J. F.; MOTTA, M. L.; CORDÃO, M. J. de S.; OLIVEIRA, B. M. D. de.; RIBEIRO, M. M. R. *Redução de consumo de água nos setores residencial e comercial*. In: XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. ABRH: João Pessoa. 2005. (CD-ROM).

GUIMARÃES, P. B. V.; RIBEIRO, M. M. R. *Uso eficiente da água nas cidades: a regulamentação do saneamento para sustentabilidade hídrica no Brasil*. In: VIII Seminário Ibero-Americano. Lisboa. 2008.

HAMZO, S. T. *Avaliação da economia de água obtida pelo uso de dispositivo seletivo de descarga em bacias sanitárias com caixa acoplada*. Dissertação (Mestrado em Habitação: Planejamento e Tecnologia). Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. São Paulo. 2005.

HESPANHOL, I. *Um novo paradigma para a gestão de recursos hídricos*. Estudos Avançados 22 (63), p. 131-158. 2008.

_____. *Potencial de reúso de água no Brasil – agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos – RBRH, v. 7, nº. 4, p. 75-95. 2002.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo demográfico*. 2000. Disponível on-line: <www.ibge.gov.br>. Acesso em Junho de 2008.

JUSTIÇA FEDERAL – SEÇÃO JUDICIÁRIA. *Processo 00.0017250-2: Ação civil pública abastecimento de água do açude Epitácio Pessoa (Boqueirão)*. Campina Grande: TRF-PB – 5ª Vara. 1999.

LAMBERT, A. Mckenzie R.D. *Practical experience in using the infrastructure leakage index*. IWA Conference ‘Leakage Management. 2002.

LANNA, A. E. *A economia dos recursos hídricos: os desafios da alocação eficiente de um recurso (cada vez mais) escasso*. Estudos Avançados 22 (63), p. 113-130. 2008.

LEITE, M. E.; FRANÇA, I. S. de. *Reflexões sobre a sustentabilidade urbana: novo modelo de gestão ambiental da cidade*. Revista on-line: Caminhos de geografia, v. 8, nº. 22, p. 137-142. 2007.

LINS, R. P. *Limnologia da barragem de Acauã e codeterminantes socioeconômicos do seu entorno: uma nova interação do limnólogo com sua unidade de estudo*. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA. Universidade Federal da Paraíba/Universidade Estadual da Paraíba. João Pessoa. 2006.

MARCKA, E. *DTA A2: Indicadores de perdas nos sistemas de abastecimento de água*. PNCDA – Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Brasília. 2004.

MATOS, J. C. C. T. de; LUZ, L. D.; MORAES, L. R.; REIS, M. da G. *Indicadores de perdas de água para o SAAE de Alagoinhas*. In: 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Campo Grande, MS. (CD-ROM). 2005.

MI – MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. *Monitoramento quantitativo e qualitativo dos açudes Epitácio Pessoa e Cordeiro*. Brasília> MI/UGPO. 2006.

MP/PB – Ministério Público da Paraíba. Grupo Permanente de assessoramento à Coordenação do 2º Centro de Apoio Operacional (2º CAOP). *Relatório técnico: abastecimento d'água com apoio no manancial de Boqueirão, sobre riscos de colapso do sistema, recomendações e sugestões iniciais*. Campina Grande. (1998a).

_____. *Laudo técnico sobre os riscos de colapso dos sistemas de abastecimento d'água supridos pelo Açude Epitácio Pessoa*. Campina Grande. (1998b).

NATIONAL RESEARCH COUNCIL *Mexico city's water supply: improving the outlook for sustainability*. Academia Nacional de la Investigación Científica, Academia Nacional de Ingeniería, Washington, D.C.: National Academy Press. 1995.

OLIVEIRA, L. H. *Metodologia para a implementação de programa de uso racional da água em edifícios*. Tese (Doutor em Engenharia). Departamento de Engenharia de Construção Civil. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 1999.

PMCG – PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINA GRANDE. *Perfil do Município de Campina Grande*. 2003. Disponível em: <www.pmcg.pb.gov.br>. Acesso em março 2004.

PNRH – Plano Nacional de Recursos Hídricos. *Síntese Executiva*. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. Brasília. 2006.

REGIONAL MUNICIPALITY OF WATERLOO. *Regional water services*. Disponível online: <<http://www.region.waterloo.on.ca/water>>. Acesso em novembro de 2006.

RÊGO, J. C.; RIBEIRO, M. M. R.; ALBUQUERQUE, J. P. T. *Participação da sociedade na crise 1998-2000 no abastecimento de água de Campina Grande, Brasil*. In: IV Diálogo Interamericano de Gerenciamento de Águas. ABRH: Foz do Iguaçu. (CR-ROM). 2001.

_____. *Uma análise da crise de 1998-2000 no abastecimento d'água de Campina Grande – PB*. In: V Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. ABRH: Natal. (CR-ROM). 2000.

RIBEIRO, M. M. R.; BRAGA, C. F. C. *Consenso como medida de sustentabilidade no gerenciamento da demanda de água*. In: Waleska Lira; Hélio Lira; Maria José dos Santos; Lincoln Eloy de Araújo. (Org.). *Sustentabilidade: um enfoque sistêmico*. Campina Grande: Editora da Universidade Estadual da Paraíba EDUEP, p. 227-259. 2008.

SANTANA, P. J. *Águas: legislação e políticas para uma utilização racional. O caso dos irrigantes do Açude Epitácio Pessoa – Boqueirão – Paraíba – Brasil*. Dissertação (Mestrado em Ciências da Sociedade). Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande. 2001.

SAVENIJE, H. H. G.; VAN DER ZAAG, P. *Water as an economic good and demand management: paradigms and pitfalls*. *Water International*, v. 27, n°. 1, p. 98-104. 2002.

SCHMIDT, W. *DTA F2: Produtos economizadores de água nos sistemas prediais*. PNCD – Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Brasília. 2004.

SEMARH – SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DO MEIO AMBIENTE, DOS RECURSOS HÍDRICOS E MINERAIS DO ESTADO DA PARAÍBA. *Sistema adutor Acauã: mapa da adutora de Acauã*. Disponível on-line: <www.semarh.pb.gov.br/obras/>. Acesso em setembro de 2002.

SILVA, R. T.; ROCHA, W. dos S. *DTA A3: Caracterização da demanda urbana de água*. PNCD – Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Brasília. 1999.

STUDART, T. M. C.; CAMPOS, N. *Gestão da demanda*. *Gestão das águas: princípios e práticas*. Organizadores: CAMPOS, N.; STUDART, T. M. 2ª edição. ABRH: Fortaleza, 2001.

SUASSUNA, J. *Potencialidades hídricas do Nordeste Brasileiro*. Seminários temáticos para a 3ª Conferência Nacional de C, T & I. Parcerias Estratégicas. Nº. 20. 2005.

TATE, D. *An overview of water demand management and conservation*. Vision 21: water for People. Disponível on-line: <<http://www.wsscc.org/vision21/docs/doc25>>. Acesso em dezembro de 2001.

TOMAZ, P. *Economia de água para empresas e residências – um estudo atualizado sobre o uso racional da água*. Navegar editora: São Paulo, 2001.

UBBELS, A.; VERHALLEN, A. J. M. *Collaborative planning in integrated water resources management: the use of decision support tools*. IAHS, nº. 272 (Proceedings of a symposium held at Davis, California, April 2000). p. 37-43. 2001.

VIEIRA, Z. M. de C. L. *Metodologia de análise de conflitos na implementação de medidas de gestão da demanda de água*. Tese (Doutorado em Recursos Naturais). Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Universidade Federal da Paraíba. Campina Grande. 2008.

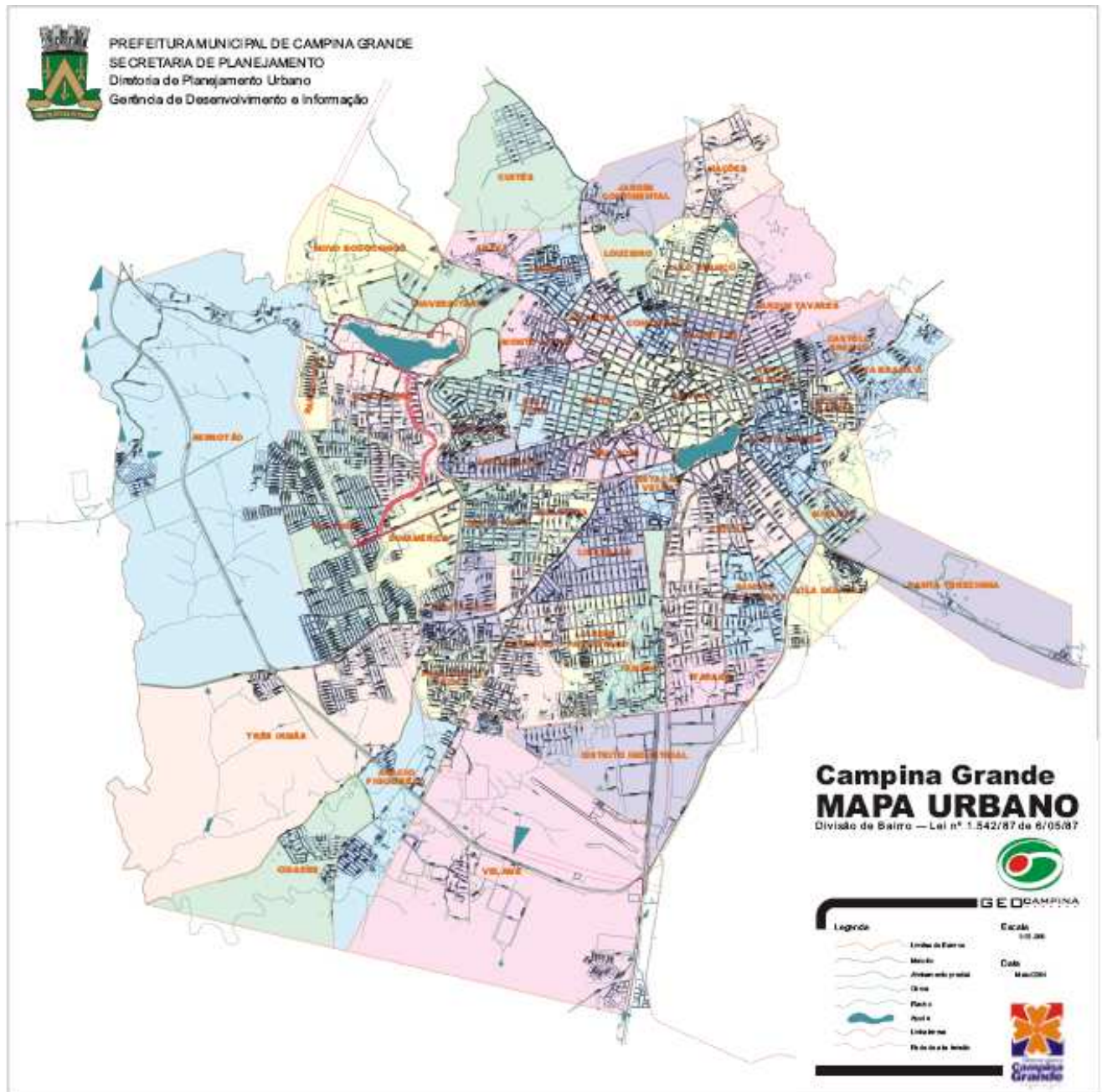
VIMIEIRO, G. V. *Educação ambiental e emprego de equipamentos economizadores na redução do consumo de água em residências de famílias de baixa renda e em uma escola de ensino fundamental*. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Escola de Engenharia da UFMG. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2005.

WINPENNY, J. *Managing water as an economic resource*. London, UK: Routledge. p.133. 1994.

YAMADA, E. S.; PRADO, R. T. A.; IOSHIMOTO, E. *Os impactos do sistema individualizado de medição de água*. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo. 2001.

YOUNG, R. A. *Measuring economic benefits for water investments and policies*. World Bank Technical Paper nº. 338. Washington, D.C.: World Bank, 1996.

Anexo 1 – Mapa urbano da cidade de Campina Grande (PMCG, 2008).



Anexo 2 – Programa de Reabilitação de Redes da Sabesp.

O Programa de Reabilitação de Redes da Sabesp teve seus fundamentos teóricos baseados em um estudo científico realizado por Evins (1989) sendo de responsabilidade do Planejamento Operacional da Unidade de Negócio Centro (MC) da Sabesp, cujo objetivo estratégico é “Buscar a excelência na distribuição de água”. O programa atende uma macroação específica do objetivo que é “Melhorias no sistema de distribuição” sendo desenvolvido por uma equipe multidisciplinar, na qual encontram-se representantes das áreas de engenharia e operacionais, como o Controle Sanitário (MCEC), Divisão de Operação Água Centro (MCEA), Divisão de Perdas (MCEP), Cadastro (MCED.2), Planejamento (MCI) e Pólos de Manutenção (MCC).

Os resultados obtidos com a implantação do Programa de Reabilitação de Redes da Sabesp vêm sendo considerados satisfatórios. Além disso, Abranches (2007) afirma que a metodologia utilizada pela Sabesp pode ser aplicada a outras empresas de saneamento que procuram, em seu planejamento operacional, incorporar planos e ações para melhor identificar, reparar e monitorar os impactos ambientais resultantes da operação do sistema de distribuição e conseqüente envelhecimento, em muitos casos, precoce, das redes do sistema de distribuição de água.

A intenção inicial – cerne desta pesquisa – era modelar uma metodologia de intervenção de perdas para a rede de distribuição de água de Campina Grande, onde seria elaborado um mapa referente aos setores prioritários de intervenção. Ressalta-se, portanto, a dificuldade de obtenção dos dados necessários a realizar esta etapa junto à concessionária de água.

Acredita-se que esta proposta metodológica seja uma referência a ser seguida em relação à gestão de perdas no sistema de distribuição de água do núcleo urbano em estudo. No entanto, ressalta-se que esta é apenas uma **hipótese**, a qual esta dissertação **não comprova**. Não obstante, existem fortes indícios de sua aplicabilidade ao caso de estudo desta pesquisa, pois é um programa básico, que já foi testado com resultados satisfatórios pela Sabesp.

O Programa de Reabilitação de Redes da Sabesp é estruturado em algumas fases, a saber:

- **Diagnóstico:**
 - a. Levantamento da idade das redes (mais de 50 anos, de 30 a 50 anos, inferior a 30 anos);

- b. Levantamento de ocorrência de vazamentos e levantamento das áreas dos setores com alta pressão;
 - c. Levantamento das reclamações de água suja;
 - d. Levantamento de redes incrustadas;
 - e. Levantamento dos trechos já reabilitados (ou trocados), dos trechos com reabilitação em andamento, dos trechos planejados e dos trechos com projetos;
 - f. Mapeamento dos levantamentos efetuados;
 - g. Análise integrada dos levantamentos realizados.
- **Proposições:**
 - a. Consolidação dos critérios para a definição dos trechos a sofrer intervenções;
 - b. Mapeamento dos trechos críticos e suas causas;
 - c. Elaboração de orientador para a definição das técnicas a adotar;
 - d. Indicação preliminar das técnicas a aplicar em cada trecho;
 - e. Levantamento da necessidade de projeto;
 - f. Quantificação: comprimentos e diâmetros.
- **Priorização:**
 - a. Consolidação dos critérios de priorização;
 - b. Priorização das intervenções: curto (1 ano), médio (5 anos) e longo prazo (20 anos);
 - c. Mapeamento das priorizações.
- **Orçamentos:**
 - a. Levantamento de custos unitários;
 - b. Elaboração dos orçamentos: projetos e serviços.
- **Cronogramas:**
 - a. Elaboração do cronograma físico-financeiro em um horizonte de 5 anos;
 - b. Definição de responsabilidades.
- **Atividades complementares:**
 - a. Elaboração dos requisitos para a montagem dos pacotes técnicos para a contratação dos serviços;
 - b. Elaboração de esquema para avaliação de resultados da intervenção.

O fluxograma de implementação do programa pode ser visualizado na Figura 35 e na Figura 36 é apresentado o fluxograma referente à avaliação dos resultados obtidos na etapa 1, que se refere a implementação do programa propriamente dito.

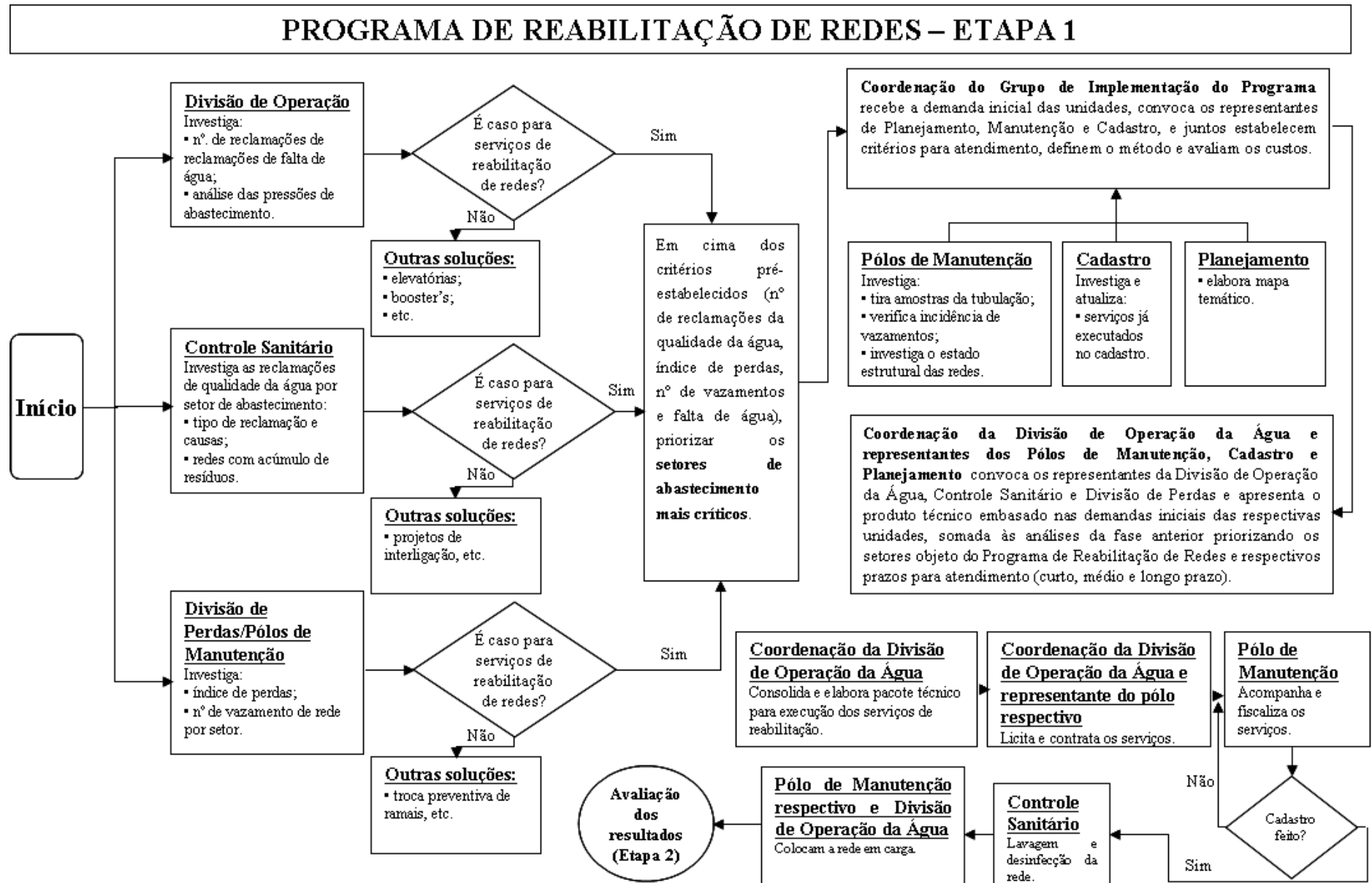


Figura 35 – Fluxograma do Programa de Reabilitação de Redes da Sabesp (Abranches, 2007).

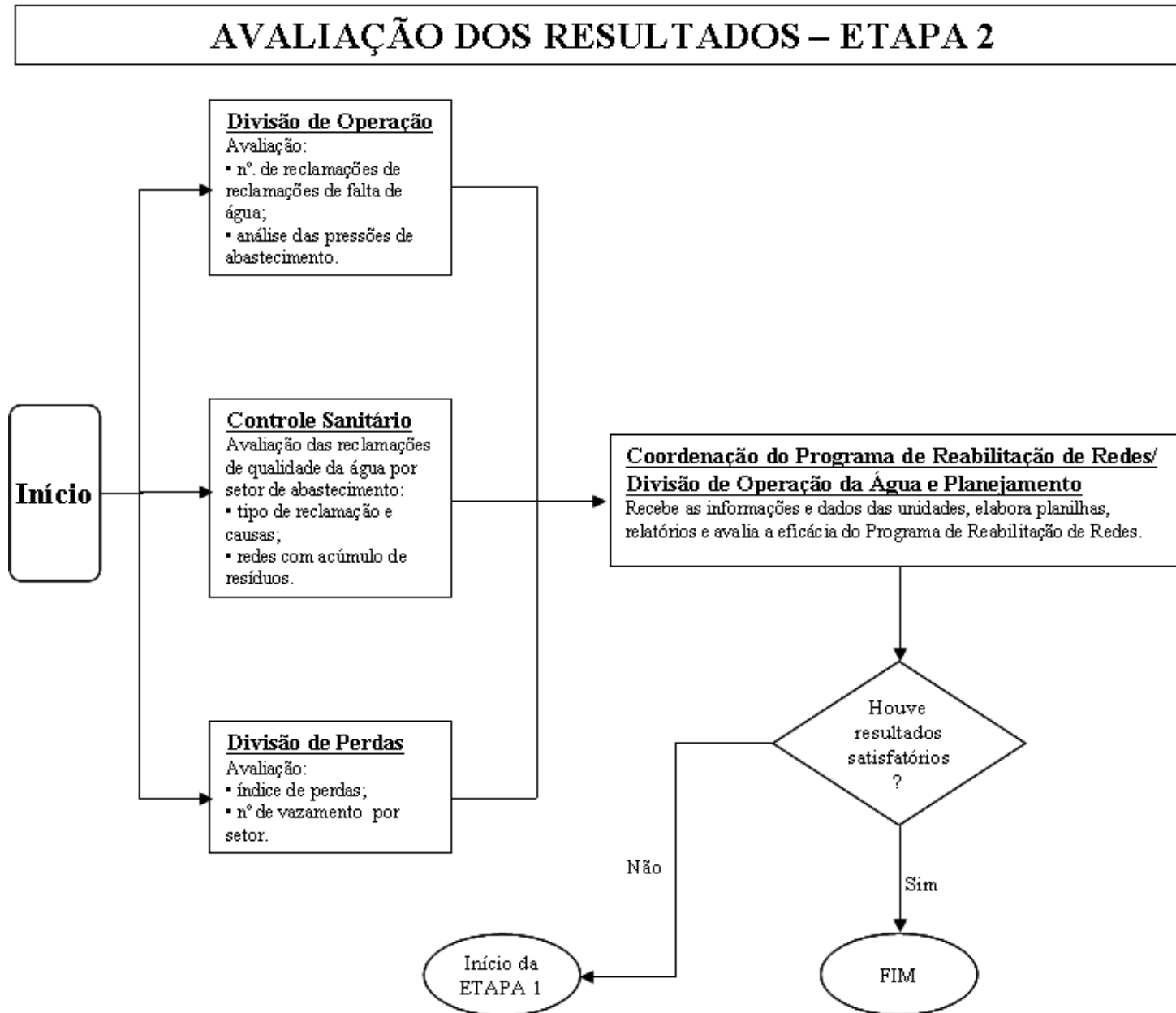


Figura 36 – Fluxograma da etapa de avaliação dos resultados do Programa de Reabilitação de Redes da Sabesp (Abranches, 2007).

Anexo 3 – Preferências e aceitabilidade das ações de conservação do uso da água.

Braga (2001) propôs uma metodologia de avaliação de alternativas de gerenciamento da demanda urbana de água, utilizando múltiplos critérios e múltiplos decisores. À época da pesquisa, o Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba (CBH-PB) ainda não havia sido instalado. Então, para suprir esta deficiência, formou-se um grupo decisor baseado em comitês de bacia instalados no Brasil, com representantes dos seguintes grupos: poder público (21,4%), usuários (7,2%) e sociedade civil (71,4%).

A metodologia de avaliação atendeu aos objetivos econômico, ambiental, social e técnico, expressos pelos critérios apresentados na Tabela 21.

Tabela 21 – Critérios de avaliação das alternativas e categorias (Braga, 2001).

| Objetivos | Critérios | Categorias |
|-------------------------|---------------------------------|--|
| Econômico | Viabilidade econômica | Baixa, média, alta e muito alta |
| Técnico | Viabilidade técnica/operacional | Inviável, pouco viável e viável |
| Social | Redução de consumo | Muito baixa, baixa, média e alta |
| | Viabilidade legal/política | Inviável, pouco viável e viável |
| Ambiental | Aceitabilidade | Inaceitável, baixa, média e alta |
| Avaliação global | | Indesejável, pouco desejável, desejável e extremamente desejável |

As alternativas de conservação do uso da água foram avaliadas por intermédio de entrevistas, onde cada decisor expressou sua avaliação de acordo com os critérios e categorias apresentadas na Tabela 21, ponderando-os ou não. Com base nessa análise, os decisores fizeram uma avaliação final, denominada de avaliação global.

Na avaliação global, o decisor expressou seu grau de vontade ou desejo em relação à implementação de determinada alternativa, enquadrando-a como indesejável, pouco desejável, desejável e extremamente desejável.

A ordem de preferência das treze alternativas avaliadas é apresentada na Tabela 22.

Tabela 22 – Ordenamento das alternativas com o consenso do grupo decisor (Braga, 2001).

| Ordem de preferência | Alternativas |
|-----------------------------|---|
| 1 | Educação ambiental |
| 2 | Controle de vazamentos na rede de abastecimento |
| 3 | Reúso industrial |
| 4 | Controle de vazamentos na edificação |
| 5 | Outorga dos direitos de uso da água |
| 6 | Legislação que induza o uso racional |

| Ordem de preferência | Alternativas |
|----------------------|--|
| 7 | Medição individualizada |
| 8 | Bacia sanitária de descarga reduzida |
| 9 | Cobrança pelo uso da água bruta |
| 10 | Captação de água de chuva |
| 11 | Tarifa que estimule o uso racional |
| 12 | Outorga + cobrança + tarifa com 10% de aumento |
| 13 | Reúso residencial |

Albuquerque (2004) e Guedes (2004) desenvolveram uma metodologia de avaliação de alternativas de gerenciamento da demanda de água (GDA) no setor residencial, incluindo os edifícios residenciais, de dois bairros da cidade de Campina Grande (Conjunto dos Professores, mais conhecido como Bairro Universitário (bairro 1), e Santo Antônio(bairro 2)), caracterizados por apresentarem realidades econômica, social e cultural bastante distintas.

O instrumento de avaliação desta pesquisa foi baseado na aplicação de um questionário a uma amostra representativa da população dos dois bairros mencionados. Nesta avaliação, os entrevistados julgaram as ações de GDA sob três diferentes óticas: aceitabilidade geral (sem levar em consideração os custos e redução de consumo proporcionada pela adoção da alternativa), aceitabilidade econômica (considerando os custos de implementação das alternativas) e aceitabilidade ambiental (alternativa que proporcionaria uma maior redução de consumo de água segundo os entrevistados). A aceitabilidade da população entrevistada dos dois bairros referente às alternativas tecnológicas de GDA são apresentadas nas Figuras 37 e 38.

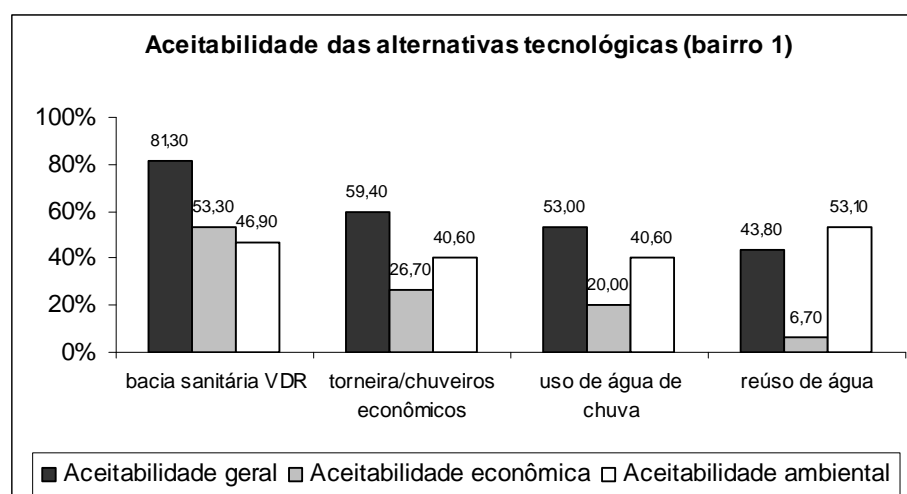


Figura 37 – Aceitabilidade da população entrevistada da cidade de Campina Grande a respeito das alternativas de GDA no bairro 1.

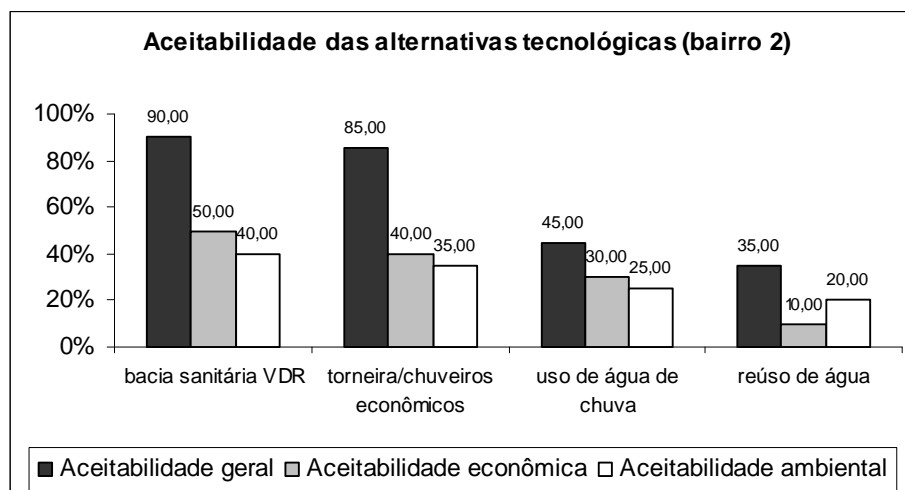


Figura 38 – Aceitabilidade da população entrevistada da cidade de Campina Grande a respeito das alternativas de GDA no bairro 2.

A adoção de bacia sanitária VDR, torneiras e chuveiros econômicos foram as alternativas mais aceitas pelos entrevistados, sob os diferentes critérios considerados.

Albuquerque (2004) e Guedes (2004) realizaram entrevistas nos edifícios residenciais dos dois bairros citados anteriormente. Constatou-se que 62,5% dos entrevistados do bairro 1 e 80% dos entrevistados do bairro 2 acham a medição global bastante injusta.

Nas pesquisas realizadas pelas autoras, foi verificado que embora a cidade de Campina Grande tenha vivenciado uma grande crise em seu sistema de abastecimento entre os anos de 1997 e 2000, os consumidores finais ainda não possuem a cultura de economizar água, principalmente nos dias atuais, pois o Açude Epitácio Pessoa (que abastece esta cidade) encontra-se com sua capacidade máxima de armazenamento, devido aos elevados índices pluviométricos verificados nos últimos meses. Através dos questionários aplicados nos dois bairros de Campina Grande, constatou-se que mais de 80% dos entrevistados acredita que há muito desperdício de água nas residências. Diante desta realidade, verifica-se a necessidade de adotar medidas mais rígidas para que se reverta, ou pelo menos minimize, o atual quadro de desperdício praticado na cidade.

Outros resultados relevantes obtidos por Albuquerque (2004) e Guedes (2004) são apresentados no Anexo 4.

Anexo 4 – Resultados das pesquisas realizadas por Albuquerque (2004) e Guedes (2004).

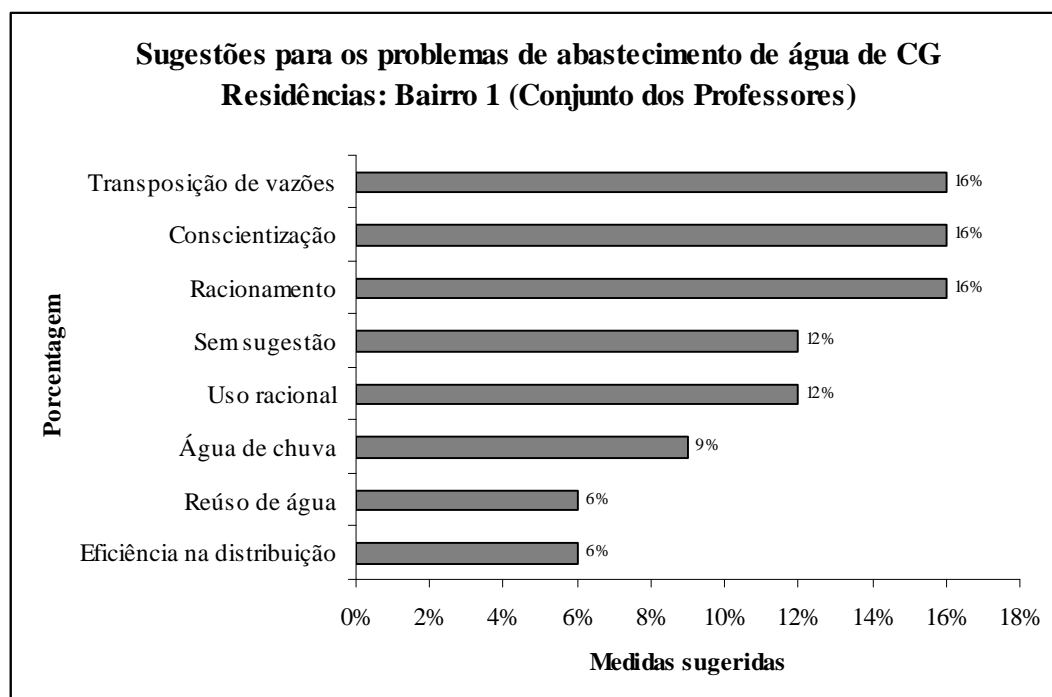


Figura 39 – Medidas sugeridas pelos entrevistados nas residências do bairro Conjunto dos Professores para solucionar o problema de abastecimento de água em CG.

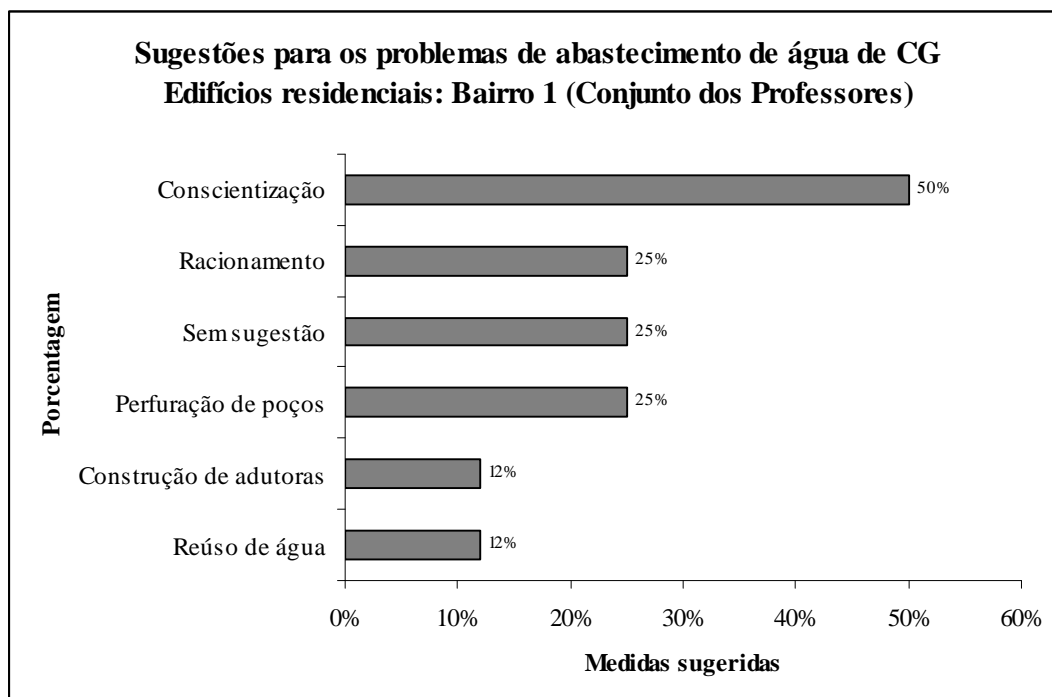


Figura 40 – Medidas sugeridas pelos entrevistados nos edifícios residenciais do bairro Conjunto dos Professores para solucionar o problema de abastecimento de água em CG.

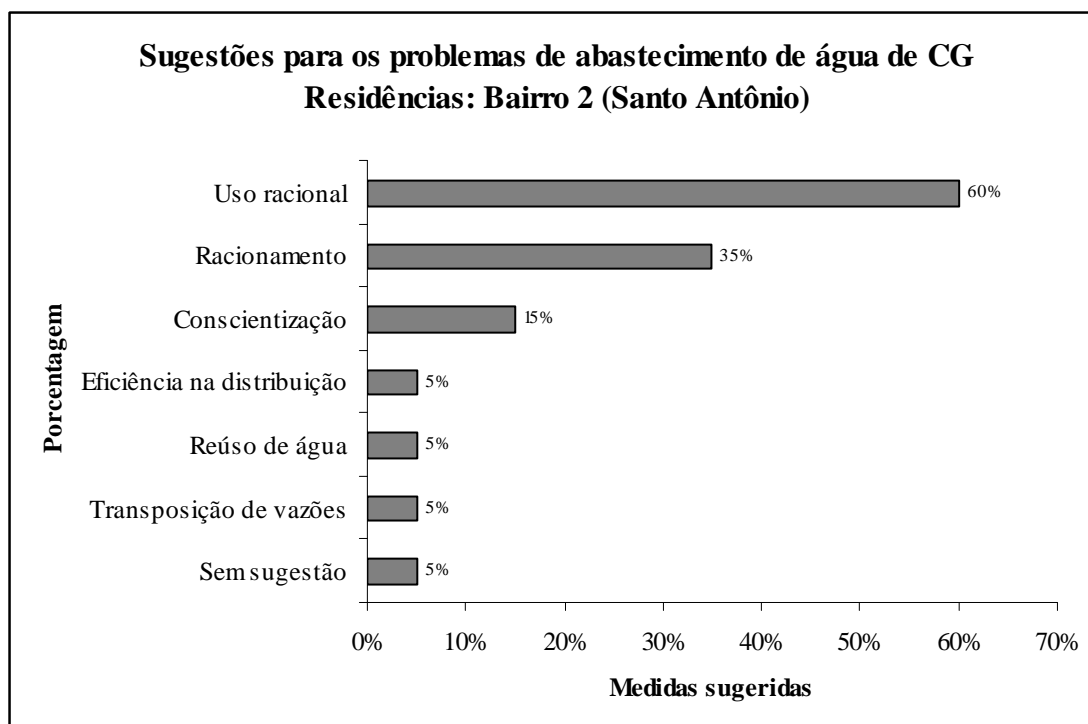


Figura 41 – Medidas sugeridas pelos entrevistados nas residências do bairro Santo Antônio para solucionar o problema de abastecimento de água em CG.

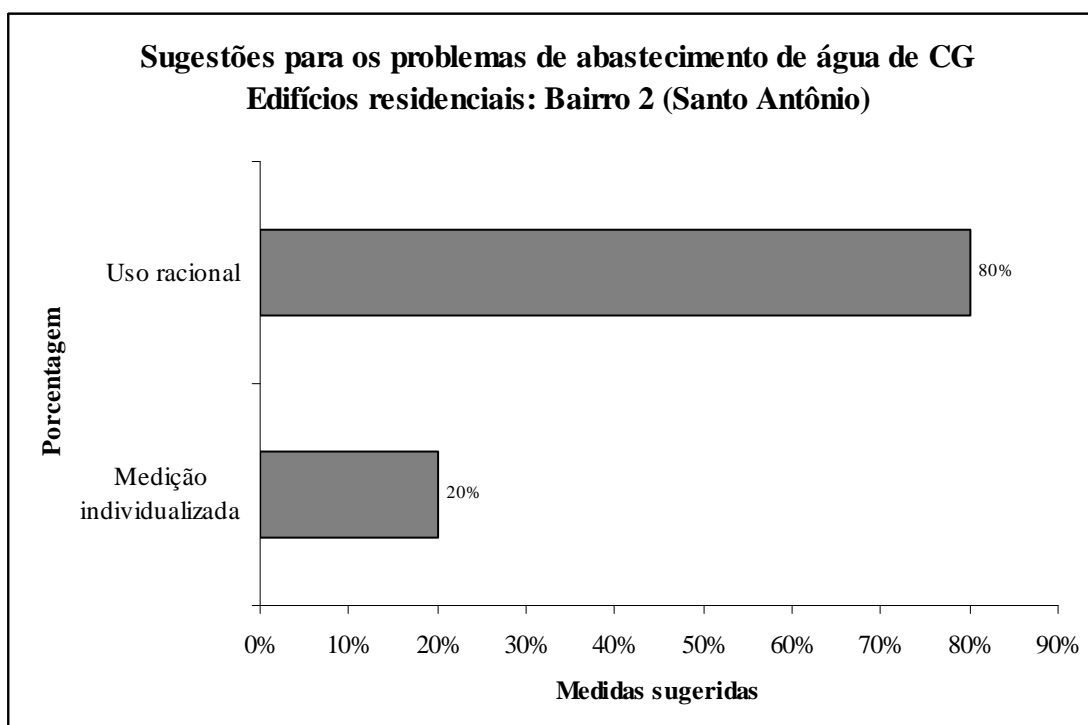


Figura 42 – Medidas sugeridas pelos entrevistados nos edifícios residenciais do bairro Santo Antônio para solucionar o problema de abastecimento de água em CG.

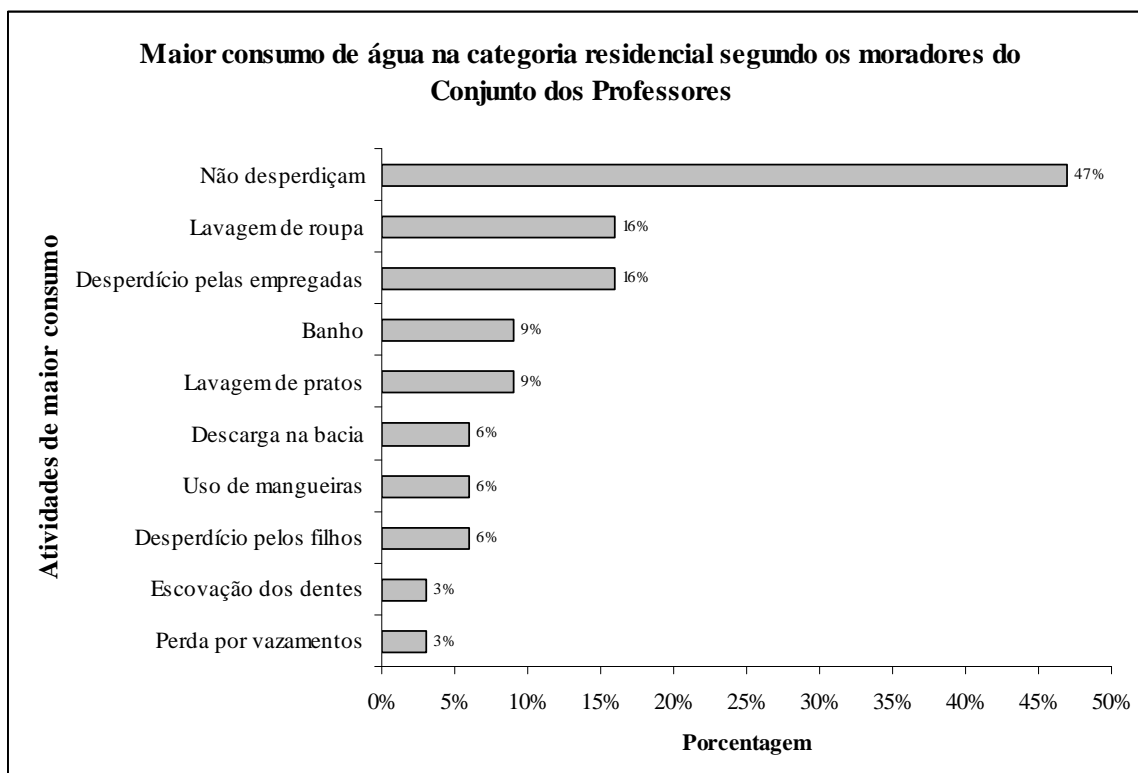


Figura 43 – Atividades de maior consumo de água na categoria residencial segundo os entrevistados do Conjunto dos Professores.

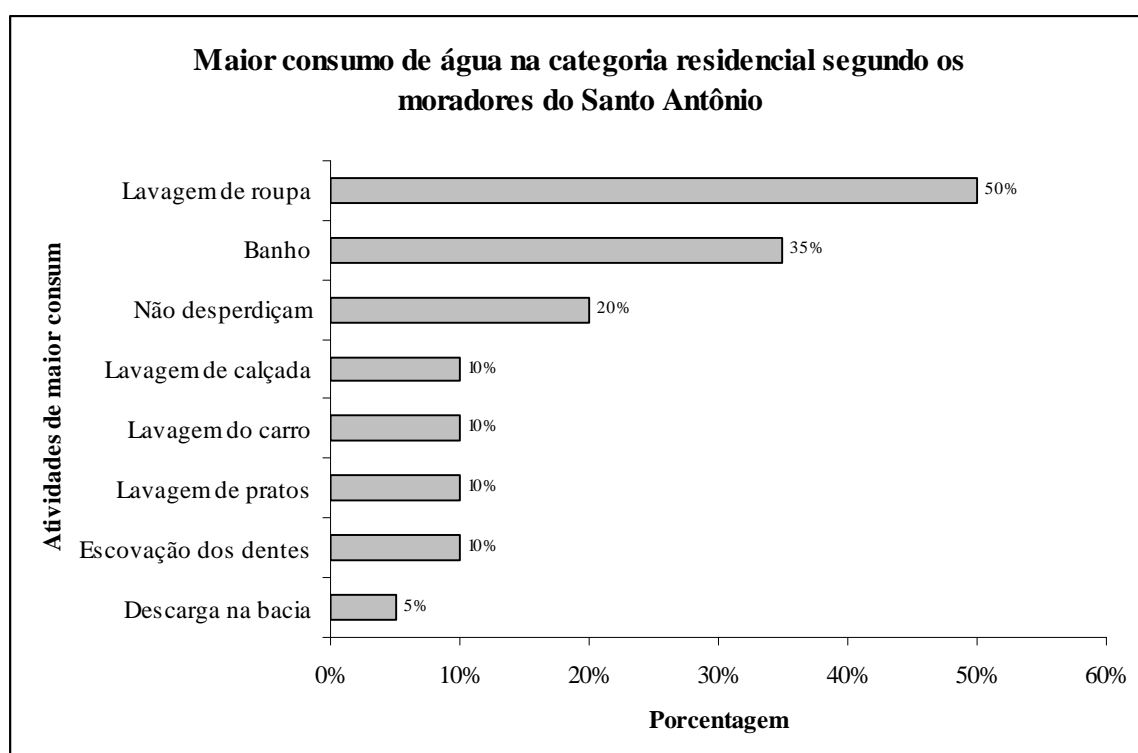


Figura 44 – Atividades de maior consumo de água na categoria residencial segundo os entrevistados do Santo Antônio.

Anexo 5 – Quantidade de hidrômetros para a categoria residencial e abastecimento público.

A quantidade de hidrômetros para as categorias residencial e público, referentes ao ano de 2007, foi cedida pela CAGEPA. Na Figura 45 pode-se visualizar a quantidade de hidrômetros no decorrer do ano de 2007.

Um dado importante utilizado na metodologia adotada para a determinação do índice de redução de consumo de água com a implementação de alternativas tecnológicas de GDA é o número médio de hidrômetros, que foi considerado igual ao número de residências contidas em Campina Grande.

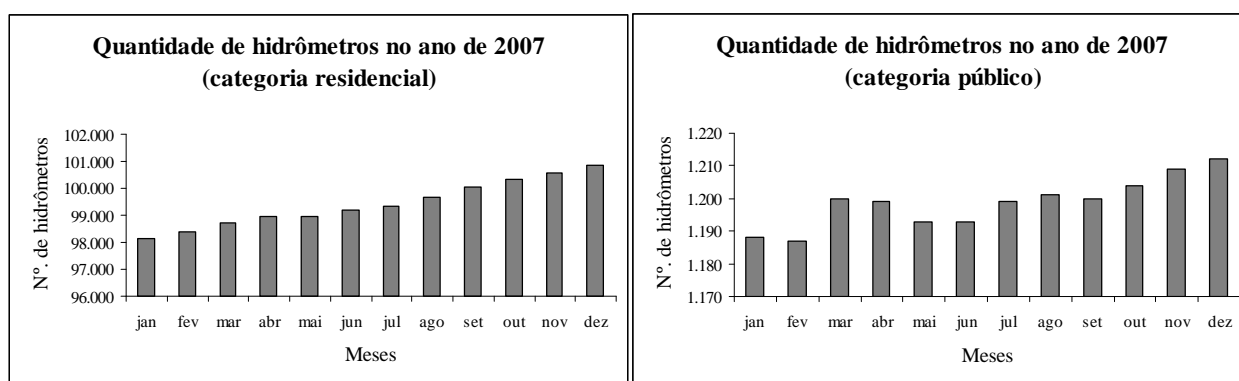


Figura 45 – Quantidade de hidrômetros para a categoria residencial e público (ano 2007).

Anexo 6 – Modelo da planilha utilizada nas simulações dos cenários de GDA.

Cenário 1¹³: Cada residência adota uma bacia sanitária c/ caixa acoplada de 6 l, considerando que cada residência dispõe de uma bacia de 12 l.

| Ano (2007) | CMCG_R (m³) | Hidrômetros* | VC₁ (m³) | VC₂ (m³) | Economia = VC₁- VC₂ | CR = CMCG_R - Econ. | Io (R\$) | IR (%) |
|-------------------|---|---------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--|--|-----------------|---------------|
| Jan | 1.095.236 | 98.143 | 317.618,44 | 158.809,22 | 158.809,22 | 936.426,78 | -16.902.193,33 | 14,5 |
| Fev | 1.099.880 | 98.382 | 318.965,20 | 159.482,60 | 159.482,60 | 940.397,40 | | 14,5 |
| Mar | 1.061.395 | 98.724 | 307.804,55 | 153.902,28 | 153.902,28 | 907.492,73 | | 14,5 |
| Abr | 1.114.411 | 98.945 | 323.179,19 | 161.589,60 | 161.589,60 | 952.821,41 | | 14,5 |
| Mai | 1.021.052 | 98.960 | 296.105,08 | 148.052,54 | 148.052,54 | 872.999,46 | | 14,5 |
| Jun | 1.248.557 | 99.175 | 362.081,53 | 181.040,77 | 181.040,77 | 1.067.516,24 | | 14,5 |
| Jul | 925.256 | 99.318 | 268.324,24 | 134.162,12 | 134.162,12 | 791.093,88 | | 14,5 |
| Ago | 980.737 | 99.668 | 284.413,73 | 142.206,87 | 142.206,87 | 838.530,14 | | 14,5 |
| Set | 995.995 | 100.028 | 288.838,55 | 144.419,28 | 144.419,28 | 851.575,73 | | 14,5 |
| Out | 1.025.259 | 100.341 | 297.325,11 | 148.662,56 | 148.662,56 | 876.596,45 | | 14,5 |
| Nov | 1.106.481 | 100.568 | 320.879,49 | 160.439,75 | 160.439,75 | 946.041,26 | | 14,5 |
| Dez | 1.095.540 | 100.844 | 317.706,60 | 158.853,30 | 158.853,30 | 936.686,70 | | 14,5 |
| | Nº médio residências | 99.425 | | | | | | |

* Considerado igual ao número de residências.

CMCG_R - consumo mensal de CG para o setor residencial

VC₁ - volume do aparelho convencional (bacia de 12 litros)

VC₂ - volume do aparelho poupador (bacia de 6 litros)

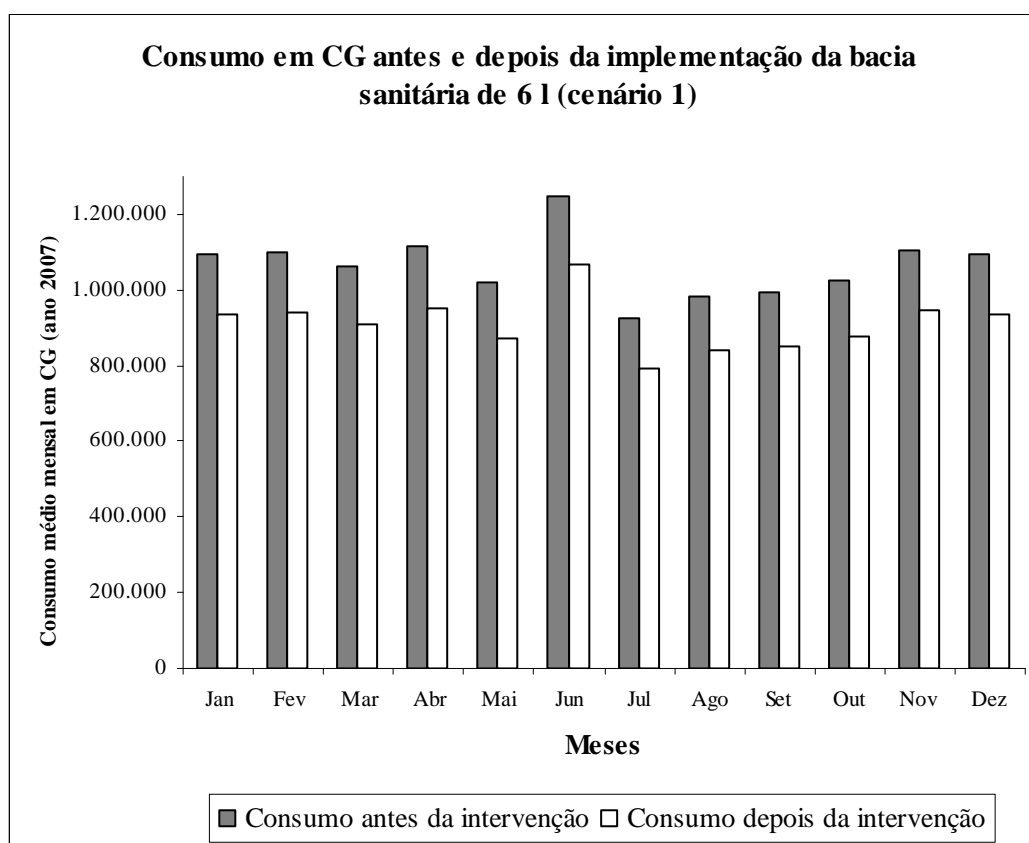
Io - investimento inicial

CR - consumo real, depois de implementada a alternativa

¹³ Custo da intervenção: R\$ 170,00; Consumo médio da bacia sanitária em uma residência: 0,29; Fator de redução de consumo: 50%.

Retorno do Investimento (para 1 residência)

| Consumo por residência (m ³) | Consumo da bacia (m ³) | Consumo bacia 6l (m ³) | Economia (m ³) |
|--|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| 20 | 5,80 | 2,90 | 2,90 |
| 30 | 8,70 | 4,35 | 4,35 |
| 40 | 11,60 | 5,80 | 5,80 |
| 50 | 14,50 | 7,25 | 7,25 |
| 100 | 29,00 | 14,50 | 14,50 |
| 150 | 43,50 | 21,75 | 21,75 |
| 200 | 58,00 | 29,00 | 29,00 |
| 300 | 87,00 | 43,50 | 43,50 |
| 400 | 116,00 | 58,00 | 58,00 |
| 500 | 145,00 | 72,50 | 72,50 |
| 1.000 | 290,00 | 145,00 | 145,00 |



| Meses | Consumo (m³) | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|
| | 0 a 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 100 | 150 | 200 | 300 | 400 | 500 | 1.000 |
| Red. do consumo (m³) | - | 17,10 | 25,65 | 34,20 | 42,75 | 85,50 | 128,25 | 171,00 | 256,50 | 342,00 | 427,50 | 855,00 |
| Io = -170,00 | | | | | | | | | | | | |
| jan/08 | | -163,30 | -156,73 | -145,99 | -139,99 | -109,97 | -79,96 | -49,94 | 10,09 | | | |
| fev/08 | | -156,60 | -143,47 | -121,98 | -109,97 | -49,94 | 10,09 | 70,12 | 190,18 | | | |
| mar/08 | | -149,90 | -130,20 | -97,96 | -79,96 | 10,09 | 100,14 | 190,18 | 370,27 | | | |
| abr/08 | | -143,20 | -116,93 | -73,95 | -49,94 | 70,12 | 190,18 | 310,24 | 550,36 | | | |
| mai/08 | | -136,51 | -103,66 | -49,94 | -19,93 | 130,15 | 280,23 | 430,30 | 730,45 | | | |
| jun/08 | | -129,81 | -90,40 | -25,93 | 10,09 | 190,18 | 370,27 | 550,36 | 910,54 | | | |
| jul/08 | | -123,11 | -77,13 | -1,92 | 40,10 | 250,21 | 460,32 | 670,42 | 1090,63 | | | |
| ago/08 | | -116,41 | -63,86 | 22,10 | 70,12 | 310,24 | 550,36 | 790,48 | 1270,72 | | | |
| set/08 | | -109,71 | -50,59 | 46,11 | 100,14 | 370,27 | 640,41 | 910,54 | 1450,81 | | | |
| out/08 | | -103,01 | -37,33 | 70,12 | 130,15 | 430,30 | 730,45 | 1030,60 | 1630,90 | | | |
| nov/08 | | -96,31 | -24,06 | 94,13 | 160,17 | 490,33 | 820,50 | 1150,66 | 1810,99 | | | |
| dez/08 | | -89,61 | -10,79 | 118,14 | 190,18 | 550,36 | 910,54 | 1270,72 | 1991,08 | | | |
| jan/09 | Não terá redução na conta de água, uma vez que pagasse uma tarifa fixa para consumos de até 10 m³. | -82,91 | 2,48 | 142,16 | 220,20 | 610,39 | 1000,59 | 1390,78 | 2171,17 | | | |
| fev/09 | | -76,21 | 15,74 | 166,17 | 250,21 | 670,42 | 1090,63 | 1510,84 | 2351,26 | | | |
| mar/09 | | -69,51 | 29,01 | 190,18 | 280,23 | 730,45 | 1180,68 | 1630,90 | 2531,35 | | | |
| abr/09 | | -62,82 | 42,28 | 214,19 | 310,24 | 790,48 | 1270,72 | 1750,96 | 2711,44 | | | |
| mai/09 | | -56,12 | 55,55 | 238,20 | 340,26 | 850,51 | 1360,77 | 1871,02 | 2891,53 | | | |
| jun/09 | | -49,42 | 68,81 | 262,22 | 370,27 | 910,54 | 1450,81 | 1991,08 | 3071,62 | | | |
| jul/09 | | -42,72 | 82,08 | 286,23 | 400,29 | 970,57 | 1540,86 | 2111,14 | 3251,71 | | | |
| ago/09 | | -36,02 | 95,35 | 310,24 | 430,30 | 1030,60 | 1630,90 | 2231,20 | 3431,80 | | | |
| set/09 | | -29,32 | 108,62 | 334,25 | 460,32 | 1090,63 | 1720,95 | 2351,26 | 3611,89 | | | |
| out/09 | | -22,62 | 121,89 | 358,26 | 490,33 | 1150,66 | 1810,99 | 2471,32 | 3791,98 | | | |
| nov/09 | | -15,92 | 135,15 | 382,28 | 520,35 | 1210,69 | 1901,04 | 2591,38 | 3972,07 | | | |
| dez/09 | | -9,22 | 148,42 | 406,29 | 550,36 | 1270,72 | 1991,08 | 2711,44 | 4152,16 | | | |
| jan/10 | | -2,52 | 161,69 | 430,30 | 580,38 | 1330,75 | 2081,13 | 2831,50 | 4332,25 | | | |
| fev/10 | | 4,17 | 174,96 | 454,31 | 610,39 | 1390,78 | 2171,17 | 2951,56 | 4512,34 | | | |

Para situações de consumo de água acima de 300 m³, o RI será recuperado no 1º mês.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)