



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA CIVIL  
ÁREA DE ENGENHARIA DE RECURSOS HÍDRICOS**



**GERENCIAMENTO DA DEMANDA DE ÁGUA ATRAVÉS DA IMPLEMENTAÇÃO DE  
ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS NO CAMPUS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
CAMPINA GRANDE E EM UM BAIRRO DA CIDADE**

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO**

**MIRELLA LEÔNICIO MOTTA**

**CAMPINA GRANDE-PB  
NOVEMBRO DE 2006**

**MIRELLA LEÔNCIO MOTTA**

**GERENCIAMENTO DA DEMANDA DE ÁGUA ATRAVÉS DA IMPLEMENTAÇÃO DE  
ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS NO CAMPUS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
CAMPINA GRANDE E EM UM BAIRRO DA CIDADE**

Relatório de estágio curricular supervisionado  
apresentado à Universidade Federal de  
Campina Grande como requisito para  
conclusão da graduação em Engenharia Civil

Orientadora: Márcia Maria Rios Ribeiro

**CAMPINA GRANDE-PB**

**NOVEMBRO DE 2006**

GERENCIAMENTO DA DEMANDA DE ÁGUA ATRAVÉS DA IMPLEMENTAÇÃO DE  
ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS NO CAMPUS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
CAMPINA GRANDE E EM UM BAIRRO DA CIDADE

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

*Mirella Leôncio Motta*

---

ALUNA: MIRELLA LEÔNCIO MOTTA

*Márcia Maria Rios Ribeiro*

---

ORIENTADORA: MÁRCIA MARIA RIOS RIBEIRO

CAMPINA GRANDE - PB

NOVEMBRO DE 2006



Biblioteca Setorial do CDSA. Junho de 2021.

Sumé - PB

**DEDICATÓRIA**

Aos meus pais, Suênia e Josemar.

Ao meu esposo, Rony Anderson.

Ao meu bebê, Luan.

Ao meu irmão, Rodrigo.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo seu infinito amor e infinita compaixão. Sempre comigo nos momentos difíceis desta caminhada.

Aos meus pais, pelo amor e incentivo, dando-me a oportunidade de crescer pessoalmente e profissionalmente.

Ao meu esposo, Rony Anderson, por ser essa pessoa tão maravilhosa que Deus colocou na minha vida. Agradeço-te pelos momentos de amor, atenção, ajuda, alegria, angústia e dedicação do seu tempo ao meu lado.

Ao meu bebezinho Luan, que tanto tem alegrado a minha vida.

Ao meu irmão, pelos momentos de descontração.

A professora Márcia, por acreditar em mim, dando-me oportunidade de crescer academicamente, e pelos seus ensinamentos, paciência e orientação.

A Maria Josicleide Felipe Guedes, pela oportunidade de participar deste trabalho. Pelos momentos de descontração e aflição vividos ao longo destes anos.

A Maria José de Sousa Cordão por estar comigo nesta caminhada.

A Roberta Lima Barbosa e Isabelle Yruska de L. G. da Costa, pelas alegrias e agonias vividas durante o curso.

Aos professores do curso de Engenharia Civil, pelos ensinamentos a mim repassados.

A todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para a minha graduação.

## RESUMO

O conceito de desenvolvimento sustentável, agregado a fatores como a escassez de água, o crescimento populacional, a expansão das atividades econômicas e agrícolas, trouxe novo enfoque para o gerenciamento dos recursos hídricos. Em reformulação à tradicional ótica da expansão da oferta de água surgiu, no âmbito da gestão de recursos hídricos, o conceito da gestão da demanda. Neste aspecto, o presente trabalho avaliou alternativas tecnológicas de gerenciamento da demanda urbana de água (bacia sanitária VDR, torneiras e chuveiros econômicos, captação de água de chuva, medição individualizada em apartamentos e reuso de água) para um bairro da cidade (Conjunto do Professores) através de entrevistas domiciliares nas quais verifica-se a aceitabilidade dos moradores frente a tais medidas segundo critérios de avaliação. Fez-se também um estudo específico para o Campus I da Universidade Federal de Campina Grande, objetivando a substituição de aparelhos convencionais por aparelhos poupadores de água para uma efetiva redução de consumo. Os resultados apontam que a bacia sanitária VDR obteve maior aceitabilidade geral, seguida das torneiras e chuveiros econômicos. A implementação hipotética das alternativas tecnológicas estudadas (bacia sanitária VDR, mictórios, torneiras e chuveiros econômicos) na UFCG geraria uma economia de água de 25.678,50 m<sup>3</sup>/ano e o investimento necessário à troca (R\$ 71.210,15) seria recuperado em apenas sete meses.

## SUMÁRIO

	Pág
LISTA DE FIGURAS .....	viii
LISTA DE TABELAS .....	ix
LISTA DE SIGLAS .....	x
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>12</b>
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>13</b>
3.1 EXPERIÊNCIAS EM GERENCIAMENTO DA DEMANDA .....	14
3.1.1 ANA – Agência Nacional das Águas .....	14
3.1.2 Programa de Uso Racional da Água – PURA .....	15
3.1.3 Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água – PNCDA.....	15
3.1.4 PROÁGUA.....	16
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	<b>18</b>
4.1 CASO DE ESTUDO.....	18
4.1.1 Campina Grande – características gerais.....	18
4.1.1.1 Justificativa da escolha da cidade de Campina Grande.....	20
4.1.2 Bairro selecionado – características gerais.....	20
4.1.2.1 Justificativa da escolha do Conjunto dos Professores .....	22
4.1.3 Projeto UFCC.....	22
4.2 ALTERNATIVAS DE GERENCIAMENTO DA DEMANDA .....	23
4.2.1 Alternativas tecnológicas de gerenciamento da demanda .....	24
4.2.1.1 Caracterização e justificativa das alternativas tecnológicas selecionadas .....	24
4.3 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DAS ALTERNATIVAS .....	30
4.3.1 Critério social .....	31
4.3.2 Critério econômico.....	31
4.3.3 Critério ambiental.....	31
<b>5 AQUISIÇÃO DE DADOS</b> .....	<b>32</b>
5.1 ENTREVISTAS DOMICILIARES .....	32
5.2 PESQUISAS DE CAMPO .....	32
<b>6 RESULTADOS E COMENTÁRIOS</b> .....	<b>36</b>
6.1 ENTREVISTAS.....	36
6.1 RETORNO DE INVESTIMENTOS E ÍNDICE DE REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA.....	42
<b>7 CONCLUSÕES</b> .....	<b>46</b>
<b>8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>48</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização do Bairro Universitário (PMCG, 2003) .....	21
Figura 2 – Setor 37 (CAGEPA, 2003) .....	21
Figura 3 – Sugestões dos entrevistados das residências para minimizar ou resolver o problema de abastecimento de água.....	36
Figura 4 – Sugestões dos entrevistados dos apartamentos para minimizar ou resolver o problema de abastecimento de água.....	37
Figura 5 – Opinião dos entrevistados das residências acerca da eficiência da CAGEPA no concerto de vazamentos na rede do Bairro Conjunto dos Professores.....	37
Figura 6 – Opinião dos entrevistados dos apartamentos acerca da eficiência da CAGEPA no concerto de vazamentos na rede do Bairro Conjunto dos Professores.....	38
Figura 7 – Atividades em que há maior consumo de água nas residências segundo os entrevistados .....	39
Figura 8 – Atividades em que há maior consumo de água nos apartamentos segundo os entrevistados .....	39
Figura 9 – Conhecimento dos moradores das residências com relação às alternativas tecnológicas citadas.....	40
Figura 10 – Conhecimento dos moradores dos apartamentos com relação às alternativas tecnológicas citadas .....	41

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Contabilização dos aparelhos hidrossanitários do Campus I da UFCG (2003).....	33
Tabela 2 – Custo dos aparelhos hidrossanitários poupadores (2003) .....	33
Tabela 3 – Estrutura Tarifária da CAGEPA (CAGEPA, 2006) .....	34
Tabela 4 – Consumo mensal de água (m <sup>3</sup> ) dos setores da UFCG (2005) .....	34
Tabela 5 – Distribuição de consumo de água por aparelho hidrossanitário na UFCG .....	42
Tabela 6 – Vazões aparelhos poupadores e convencionais. (Adaptado de Albuquerque, 2004) ..	43
Tabela 7 – Quadro resumo dos resultados do projeto UFCG .....	44
Tabela 8 – Cálculos realizados para o projeto UFCG .....	45

## LISTA DE SIGLAS

ABCP – Associação Brasileira do Cimento Portland  
ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
CAGEPA – Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba  
DTA – Documentos Técnicos de Apoio  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
JBIC – Japan Bank of International Corporation  
MMA – Ministério do Meio Ambiente  
NBR – Norma Brasileira  
PMCG – Prefeitura Municipal de Campina Grande  
PBQP-H – Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat  
PNCDA – Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água  
PSQ – Programas Setoriais da Qualidade  
PURA – Programa de Uso Racional de Água  
PRG – Pró-reitoria de Graduação  
SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo  
UFCG – Universidade Federal de Campina Grande  
USP – Universidade de São Paulo  
VDR – Volume de Descarga Reduzido

## 1 INTRODUÇÃO

O planejamento adequado e a gestão eficiente dos recursos hídricos no Brasil, quer sejam de domínio federal ou estadual, são missões relevantes e indeclináveis, pois a água representa um patrimônio público de insubstituível valor estratégico para o desenvolvimento social e econômico do país.

Diante da escassez dos recursos hídricos facilmente exploráveis, o atendimento da população das áreas urbanas com água potável em abundância está sendo tarefa mais difícil de ser cumprida. Uma forma de amenizar o problema e, em alguns casos, solucioná-lo tem sido implementar ações que induzam a conservação da água, isto é, promovendo o uso racional da mesma.

Experiências no uso racional da água (combate ao desperdício) no Brasil e em outros países têm mostrado êxito, principalmente na conscientização da população ao usá-la racionalmente e na adoção de aparelhos poupadores com eficiência comprovada no que tange a economia de água.

Considerando o enfoque do gerenciamento da demanda e as crises vivenciadas pelo sistema de abastecimento de água da cidade de Campina Grande, na Paraíba, avaliam-se medidas de gerenciamento da demanda que revertam ou minimizem o quadro de desperdício de água em núcleos urbanos, por meio de ações tecnológicas que reduzam o consumo de água. Outras ações – educacionais, institucionais e econômicas – são igualmente importantes e necessárias para o combate ao desperdício de água e efetiva redução de consumo, no entanto, não serão avaliadas.

## 2 OBJETIVOS

Identificar e avaliar a implementação de medidas de gerenciamento da demanda urbana de água em um bairro da cidade de Campina Grande – PB e também no Campus da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. Tal avaliação se dará a partir da implementação de alternativas tecnológicas de gerenciamento da demanda com o intuito de proporcionar uma efetiva redução no consumo de água.

A seguir estão detalhados os objetivos específicos do projeto:

- ◆ Selecionar um bairro da cidade de Campina Grande a ser estudado;
- ◆ Identificar e avaliar alternativas de gerenciamento da demanda para o caso em estudo;
- ◆ Analisar a implantação das alternativas do ponto de vista social, analisando a aceitabilidade geral, econômica e ambiental.
- ◆ Analisar a implantação das alternativas sob o critério econômico e ambiental, analisando o retorno de investimento e o índice de redução do consumo de água na UFCG.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

No passado a água era considerada um recurso infinito, entretanto, sabe-se hoje que além de ser limitado, encontra-se em situação de escassez em algumas regiões do planeta. No ano de 1999, cerca de 35% da população mundial vivia em estado crítico quanto ao abastecimento de água. Segundo Thomas (2003) estima-se que as necessidades hídricas mundiais devam dobrar nos próximos 25 anos, e que quatro bilhões de pessoas – metade da população mundial – poderão enfrentar grave escassez de recursos hídricos até o ano 2025.

O crescimento populacional, aliado à intensificação das atividades de caráter poluidor tem mostrado a ocorrência de problemas relacionados à falta dos recursos hídricos em condições adequadas, de quantidade ou de qualidade, para o atendimento das necessidades mais elementares das populações (COIMBRA *et al*, 1999).

Percebe-se nos dias atuais que o alto índice de desperdício (concessionárias, usuários, irrigação inadequada) e a degradação da qualidade também têm gerado desequilíbrio entre oferta e demanda.

Diante disto, nas grandes cidades brasileiras, medidas emergenciais têm sido tomadas de forma que a população não venha a sofrer com o problema da falta de água. Entre estas medidas está a expansão da oferta de água (construção de barragens, reservatórios, perfuração de poços, transposição de água entre bacias). Esta expansão contínua da oferta tem se mostrado inviável do ponto de vista econômico, financeiro e ambiental.

Outra medida bastante comum e utilizada pelas concessionárias de água que abastecem os centros urbanos, é o racionamento de água. Esta alternativa reduz o consumo de água temporariamente, entretanto, não produz mudanças permanentes na conduta do usuário. Geralmente, em situação de racionamento, a população de baixa renda (que não tem condições de estocar água para o consumo nos dias faltosos) é a mais prejudicada.

Este panorama tem levado a uma gradual mudança de paradigma: o modelo baseado na gestão da oferta de água tem sido substituído pelo modelo da gestão da demanda, mais coerente com as idéias de desenvolvimento sustentável conforme indica a Agenda 21 (Tamaki, 2003).

O desenvolvimento sustentável é definido como aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer as possibilidades das gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades (CMMAD, 1987). E a gestão da demanda é entendida como um conjunto de

medidas que influenciam no comportamento do usuário, sem prejuízo dos atributos de higiene e conforto dos sistemas originais, induzindo-o à redução de consumo de água. Essa redução pode ser buscada mediante mudanças de hábitos de uso da água ou mediante a adoção de aparelhos e equipamentos poupadores (PNCDA, 1999).

O uso racional da água pode se dar por meio de alternativas de gerenciamento da demanda, tais como as tecnológicas – foco principal do estudo, voltadas ao desenvolvimento e uso de novas tecnologias que serão utilizadas para provocar a economia de água; econômicas – aquelas em que o Poder Público estabelece multas e incentivos dependendo do consumo mensal de cada unidade residencial; educacionais – compreende a conscientização da população através de campanhas educativas em escolas, televisões, rádios; regulatórias – são leis básicas para o suprimento e uso da água.

Acredita-se que as ações 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).

### 3.1 EXPERIÊNCIAS EM GERENCIAMENTO DA DEMANDA

Diversas experiências em gerenciamento da demanda de água no Brasil e em outros países têm mostrado êxito, algumas experiências brasileiras são citadas a seguir:

#### 3.1.1 ANA – Agência Nacional das Águas

A Agência Nacional de Águas tem como missão regular o uso da água dos rios e lagos de domínio da União, assegurando quantidade e qualidade para usos múltiplos, e implementar o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, um conjunto de mecanismos, jurídicos e administrativos, que visam o planejamento racional da água com a participação de governos municipais, estaduais e sociedade civil.

Além de criar condições técnicas para implantar a Lei 9.433/97, conhecida como Lei das Águas, a ANA contribui na busca de solução para dois graves problemas do país: as secas prolongadas, especialmente no Nordeste, e a poluição dos rios. A Lei institui o princípio dos usos múltiplos como uma das bases da Política Nacional de Recursos Hídricos para que os diferentes

setores usuários (abastecimento humano, geração de energia elétrica, irrigação, navegação, abastecimento industrial e lazer, entre outros) tenham acesso à água.

### **3.1.2 Programa de Uso Racional da Água – PURA**

O PURA tem sido desenvolvido pela SABESP desde 1995 e tem como principal objetivo garantir o fornecimento de água e a qualidade de vida da população. Para isso, desenvolve ações em diversas frentes, no sentido de estabelecer normas e diretrizes para o uso racional, incentivando ainda a instalação de equipamentos economizadores de água (SABESP, 2006).

O PURA vem sendo aplicado com sucesso em empresas e instituições dos mais variados segmentos, destacando-se os trabalhos desenvolvidos no Hospital das Clínicas, Ceagesp, Universidade de São Paulo, Infraero, e também em escolas e condomínios.

Toda a sustentação tecnológica do PURA foi desenvolvida em conjunto com a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – EPUSP e o IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas.

Para combater o desperdício e racionalizar o uso da água através de ações normativas, a Sabesp implantou o Programa de Uso Racional da Água – PURA, inicialmente na própria empresa, servindo de modelo para outras instituições.

A partir daí, foram desenvolvidos projetos de Uso Racional da Água em hospitais, escolas, escritórios comerciais, etc, como resultados impressionantes temos a Escola Fernão Dias, por exemplo, que reduziu seu consumo de água em 93%. Na cozinha da Ford, a economia atingiu mais de 35% (SABESP, 2006).

Além de cursos oferecidos pela SABESP, as campanhas educacionais do PURA nas escolas estão entre as ações mais importantes do projeto, pois conscientizam a população sobre os benefícios da utilização correta da água, estimulando a mudança de hábitos.

### **3.1.3 Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água – PNCDA**

O PNCDA, instituído em abril de 1997 pelo Governo Federal, tem por objetivo geral promover o uso racional da água de abastecimento público nas cidades brasileiras, em benefício da saúde pública, do saneamento ambiental e da eficiência dos serviços, propiciando a melhor produtividade dos ativos existentes e a postergação de parte dos investimentos para a ampliação

dos sistemas. Tem por objetivos específicos definir e implementar um conjunto de ações e instrumentos tecnológicos, normativos, econômicos e institucionais, concorrentes para uma efetiva economia dos volumes de água demandados para consumo nas áreas urbanas (Ministério das Cidades, 2006).

O PNCDA encontra-se em sua fase III. As fases I e II do PNCDA concentraram esforços no apoio ao desenvolvimento, à transferência e à disseminação de tecnologia, em articulação com outros programas federais e apoiando os Planos de Combate ao Desperdício de Água.

A primeira fase do programa foi composta de 16 DTA's (Documentos Técnicos de Apoio) que refletiram a retomada de estudos abrangentes na área. A fase II do programa incluiu a inclusão de mais 4 DTA's, sua publicação e a implantação de um sistema de acesso via Internet. Como parte da fase II foi realizado o 1º Curso Básico de Combate ao Desperdício de Água em Brasília (Dez/99).

Na fase III do PNCDA, através de Convênio vigente entre o Ministério das Cidades/SNSA (Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental) e a FUSP (Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo), foram previstas atividades diversas, como revisão e elaboração de alguns DTA's. Ainda no âmbito da fase III do Programa, foram realizados em 2003 cinco cursos de capacitação em combate ao desperdício de água, abrangendo todos os tópicos que integram as diversas séries dos Documentos Técnicos de Apoio (DTA's), bem como eficiência energética em saneamento e uma visita técnica ou atividade específica na cidade local.

#### **3.1.4 PROÁGUA**

O PROÁGUA Semi-Árido é um programa do Governo Federal que visa, principalmente, a estruturação do setor de recursos hídricos, com ênfase no fortalecimento institucional da Secretaria de Recursos Hídricos - MMA e dos estados do Nordeste, assim como dos comitês de bacias, das associações de usuários, e dos demais atores. O programa conta com um financiamento do Banco Mundial, do JBIC (Japan Bank of International Corporation) e dos Governos Federal e Estaduais. O objetivo geral é garantir a ampliação da oferta de água de boa qualidade para o semi-árido brasileiro com a promoção do uso racional desse recurso de tal modo que sua escassez relativa não continue a constituir impedimento ao desenvolvimento sustentável da região. Para tal, as metas específicas do programa são (ANA, 2006):

- ◆ Promover o uso racional e sustentável dos recursos hídricos, com ênfase na gestão participativa;
- ◆ Prover com água a unidade doméstica, de forma confiável e sustentável, com prioridade para o abastecimento de áreas rurais com alta concentração de famílias de baixa renda;
- ◆ Estabelecer, de forma sustentável, um processo de administração, operação e manutenção das infra-estruturas de abastecimento de água.

O PROÁGUA divide-se em: componente gestão dos recursos hídricos, componente estudos e projetos e componente obras prioritárias. Cada um com diferentes objetivos e ações.

Atualmente, O Ministério da Integração Nacional, por meio da Secretaria de Infra-Estrutura Hídrica – SIH/MI e a Agência Nacional de Águas – ANA vêm trabalhando na preparação de um novo Programa, o PROÁGUA Nacional, a ser financiado, em parte, com recursos do Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento – BIRD (Banco Mundial).

Esse Programa tem por objetivo contribuir para melhoria da qualidade de vida da população, especialmente nas regiões menos desenvolvidas do país, mediante o planejamento e a gestão de recursos hídricos simultaneamente com a expansão e otimização da infra-estrutura hídrica, de maneira a garantir a oferta sustentável de água em quantidade e qualidade adequadas aos usos múltiplos.

## 4 METODOLOGIA

As etapas metodológicas do trabalho são:

- ◆ Revisão de literatura em gerenciamento da demanda;
- ◆ Seleção de um bairro de Campina Grande – PB e também de um setor do mesmo a ser estudado;
- ◆ Identificação e caracterização das alternativas selecionadas;
- ◆ Realização das entrevistas domiciliares;
- ◆ Pesquisa de campo no comércio local;
- ◆ Pesquisa de campo junto à UFCG;
- ◆ Análise da aceitabilidade sob a ótica social, considerando a aceitabilidade geral, econômica e ambiental das alternativas.
- ◆ Análise do retorno do investimento e índice de redução de consumo de água na UFCG.

### 4.1 CASO DE ESTUDO

#### 4.1.1 Campina Grande – características gerais

A cidade de Campina Grande está situada no estado da Paraíba, em uma região privilegiada equidistante em relação aos principais centros e capitais do Nordeste, mais precisamente na mesorregião do Agreste Paraibano, zona oriental e trecho mais escarpado do Planalto da Serra da Borborema, com 7°13'50'' de latitude sul, 35°52'52'' de longitude oeste de Greenwich e 551 m de altitude média (IBGE, 2000).

Além de sua sede, o município de Campina Grande compõe-se dos distritos de Galante, São José da Mata e Catolé de Boa Vista, totalizando uma área de 518 Km<sup>2</sup>. Limita-se ao norte com Massaranduba, Lagoa Seca, Pocinhos e Puxinanã; ao sul com Fagundes, Queimadas, Boqueirão e Caturité; ao leste com Assis Chateaubriand e Ingá e ao oeste com Boa Vista (PMCG, 2003).

Distancia-se da capital do estado da Paraíba em 120 Km e possui uma população de 340.316 habitantes (IBGE, 2000).

O clima de Campina Grande é do tipo equatorial semi-árido, com temperaturas médias bastante amenas, apesar de sua baixa latitude, sofrendo relativamente pequenas variações no decorrer do ano. As temperaturas médias compensadas são sempre inferiores aos 25 °C. As mais baixas ocorrem entre os meses de maio a agosto e as mais altas registram-se de janeiro a março e de outubro a dezembro.

Campina Grande polariza um conjunto de cinco micro-regiões homogêneas em um total de 26.960 Km<sup>2</sup>, que corresponde a 43% do território paraibano e 40% da população do estado, formando o “Compartimento da Borborema”, que consiste em um dos centros urbanos de maior desenvolvimento tecnológico e industrial do Nordeste (PMCG, 2003).

O sistema hidrográfico é composto por rios intermitentes. O principal rio da região é o rio Paraíba, distante cerca de 40 Km da cidade. Outros rios importantes são: Curimataú, Araçagi, Bodocongó, Catolé e São Pedro.

A CAGEPA – Companhia de Água e Esgotos da Paraíba – é a empresa que responde pelos serviços de abastecimento d’água e esgoto sanitário da Paraíba. É uma empresa estatal, de economia mista, em operação em todo o estado. Atualmente opera com três adutoras do Açude Epitácio Pessoa, na cidade de Boqueirão, com capacidade de reserva de 41.420 m<sup>3</sup> de água tratada e 540 Km de rede de distribuição.

Campina Grande é abastecida pelo açude Epitácio Pessoa, mais conhecido como Açude de Boqueirão. Foi construído entre 1951 e 1956 para reservar cerca de 536 milhões de metros cúbicos de água, e servir ao abastecimento, promoção da agricultura irrigada, turismo e pesca artesanal. Mas hoje, devido, entre outros fatores, ao grande assoreamento provocado pela construção de novos açudes a montante do Boqueirão, o seu volume máximo é da ordem de 450 milhões de metros cúbicos de água.

O Açude de Boqueirão abastece as cidades de Campina Grande, Pocinhos, Boqueirão, Caturité, Queimadas, Riacho de Santo Antônio e os distritos de Galante e São José da Mata. Localiza-se na região do Médio Curso do rio Paraíba e recebe as águas dos rios Paraíba e Taperoá.

Entre os anos de 1997 e 1999 ocorreu um severo período de estiagem, no qual o açude de Boqueirão atingiu seu mais baixo nível de armazenamento, cerca de 15% de sua capacidade e a CAGEPA implantou um forte racionamento de água.

Até o ano de 2003 o Açude de Boqueirão ainda apresentava um baixo nível de reserva de água, cerca de 27,33% da capacidade, o que corresponde a 123.140.000 m<sup>3</sup>, mas não fazia uso do racionamento. Nesse ano, o Governo do Estado em conjunto com a CAGEPA desenvolveram uma campanha para conscientizar a população sobre o uso racional da água, tentando levar à diminuição do consumo de água em cerca de 20% do consumo mensal.

Em janeiro de 2004 o Açude de Boqueirão atingiu 90,44% da capacidade máxima de armazenamento devido à volta das fortes chuvas na região. E em fevereiro o açude atingiu a sua capacidade máxima.

#### 4.1.1.1 Justificativa da escolha da cidade de Campina Grande

Os motivos que levaram a escolha de Campina Grande como caso de estudo desse projeto foram:

- ◆ A cidade se localiza fora da bacia hidrográfica que a abastece;
- ◆ A perda da oferta de água que abastece a cidade devido ao assoreamento que diminuiu a sua capacidade original;
- ◆ Os altos níveis de perdas apresentados pela companhia distribuidora de água;
- ◆ A quase impossibilidade de novos mananciais para a cidade;
- ◆ O racionamento implantado na cidade entre os anos de 1998 e 2000 que penalizou a população mais pobre.

#### 4.1.2 Bairro selecionado – características gerais

Para esse projeto foi selecionado o bairro Universitário, também chamado de Conjunto dos Professores (Figura 1). Esse bairro é composto de 336 residências e 16 edifícios residenciais, distribuídos em uma área de 2,38 Km<sup>2</sup> e possui uma população de 3.718 habitantes.



#### 4.1.2.1 Justificativa da escolha do Conjunto dos Professores

Os motivos que levaram a escolha do Bairro Conjunto dos Professores foram:

- ◆ O tamanho relativamente pequeno da amostra, facilitando a aplicação dos questionários;
- ◆ A homogeneidade da amostra, pois a população apresenta aproximadamente o mesmo nível social, econômico e cultural;
- ◆ O bairro é próximo da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) onde o projeto está sendo desenvolvido.

#### 4.1.3 Projeto UFCG

O Campus I da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) localiza-se na cidade de Campina Grande, no estado da Paraíba e apresenta uma área total de 390.100 m<sup>2</sup> (Albuquerque, 2004), distribuída em quatro setores (A, B, C e D). Possui um número de 542 professores, 5.591 alunos de graduação, 662 de pós-graduação e 796 funcionários (PRG, 2006).

No âmbito do Campus I da UFCG, foi desenvolvido um projeto de pesquisa objetivando a troca de aparelhos hidrossanitários convencionais por aparelhos poupadores de água dos 80 blocos existentes nos setores A, B e C. A pesquisa não considerou o setor D, correspondente à faculdade de Medicina.

O objetivo da troca dos aparelhos convencionais por poupadores é reduzir o consumo de água independentemente da vontade do usuário. Ela deve ser implementada quando o sistema estiver completamente estável, ou seja, sem nenhum vazamento (PNCDA, 1999).

Deve-se considerar que os equipamentos poupadores são os mais adequados para o uso público ou coletivo. Dessa forma, em instalações existentes recomenda-se a substituição de equipamentos convencionais e em novas edificações o projeto já deve prever exclusivamente aqueles mais apropriados para o uso racional da água.

A troca de aparelhos analisada neste estudo contemplou bacias sanitárias, torneiras, chuveiros e mictórios.

## 4.2 ALTERNATIVAS DE GERENCIAMENTO DA DEMANDA

De acordo com Braga (2001), as alternativas de gerenciamento da demanda, são:

- ◆ Alternativas tecnológicas: implantação de torneiras e chuveiros economizadores, torneiras com arejadores, bacias sanitárias de volume de descarga reduzido, medição individualizada em edifícios, sistemas individuais ou comunitários de captação de água de chuva, sistemas de reuso de água, sistemas de micro e macro medição na rede de distribuição, sistemas automatizados de monitoramento e controle da rede de distribuição, entre outras.
- ◆ Alternativas regulatórias: outorga dos direitos de uso da água, delimitação de áreas de proteção de mananciais, licenciamento de obras de captação e reservação de água, regulamentação de uso da água para lavagem de calçadas, ruas e irrigação de jardins, regulamentação de novos sistemas construtivos e de instalações prediais, regulamentação mais adequada da prestação do serviço de concessão e distribuição de água, entre outras.
- ◆ Alternativas econômicas: estímulos fiscais para redução de consumo e adoção de novos instrumentos tecnológicos; tarifação de água tratada que estimule o uso eficiente da água sem penalizar os usuários mais frágeis economicamente, estímulos ou penalização financeira que induzam o aumento da eficiência da concessionária de distribuição de água, cobrança pelo uso da água bruta, racionamento de água socialmente justo, entre outras.
- ◆ Alternativas educacionais: envolvem práticas sociais como a 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 outras.

#### 4.2.1 Alternativas tecnológicas de gerenciamento da demanda

O foco desta pesquisa foram as alternativas tecnológicas de gerenciamento da demanda, dentre as quais foram selecionadas algumas para um estudo mais concentrado, são elas:

- ◆ Bacia sanitária de Volume de Descarga Reduzido (VDR);
- ◆ Tomeiras e chuveiros econômicos;
- ◆ Captação de água de chuva;
- ◆ Medição individual em apartamentos;
- ◆ Reuso de água.

##### 4.2.1.1 Caracterização e justificativa das alternativas tecnológicas selecionadas

#### ***Bacia sanitária de Volume de Descarga Reduzido (VDR)***

Os sistemas de descarga são compostos basicamente pela bacia sanitária e pelo aparelho hidráulico de descarga, que é utilizado para liberação da água para a limpeza dos dejetos na bacia, podendo ser uma válvula de descarga, caixa acoplada ou caixa suspensa (DECA, 2003).

As bacias sanitárias são presentes em quase todos os ambientes sanitários e caracterizam-se pelo uso de um volume significativo de água utilizado em um curto espaço de tempo. Cabe lembrar que uma bacia sanitária necessita de um volume mínimo de água na descarga para que ocorra o arraste de dejetos e a limpeza da bacia interna de forma eficiente. Segundo estudos feitos pela SABESP a bacia sanitária é responsável por uma grande parcela do consumo total de água em uma residência, cerca de 30 a 40%. Tomando-se uma das principais vilãs da economia de água.

Diante deste fato, o governo federal tem desenvolvido algumas ações significativas, tais como o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA) e o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H).

Um dos Programas Setoriais da Qualidade (PSQ) do PBQP-H possui um objetivo específico relacionado ao uso racional da água, que prevê a qualidade evolutiva das bacias sanitárias (e dispositivos de descarga) de tal forma que até o final do ano de 2002 este volume

atinja a meta de volume máximo de descarga, em torno de 6 litros, ou em valor que implique no menor consumo de água (BRASIL, 1998a, 1998b).

A indústria produtora desses equipamentos vem se adequando nos últimos anos para que este volume seja de apenas 6 litros, meta que já foi alcançada. Este tipo de bacia é conhecido como VDR (volume de descarga reduzido). Este tipo de dispositivo pode ser utilizado em qualquer tipologia de edificação (PNCDA, 1999).

Apesar do Brasil dispor desta tecnologia, a questão principal é que as bacias instaladas nas residências e prédios antigos, que não foram fabricadas com tecnologia adequada, necessitam de uma quantidade muito maior de água para efetuar a limpeza completa.

Estudos realizados nos laboratórios da ABCP – Associação Brasileira do Cimento Portland – conclui que as bacias velhas ao serem trocadas podem ser usadas pelas indústrias cimenteiras como parte da matéria prima, e os testes buscam viabilizar o uso das bacias trocadas nos municípios nas concreteiras, também como parte da matéria prima, o que resolve o problema ecológico.

Na cidade de Nova Iorque, uma companhia privada foi contratada para coordenar os projetos e trocas das bacias. O resultado foi que a cidade está economizando 150 milhões de galões de água por dia com o programa, gerando uma economia de bilhões de dólares. Com a colaboração dos órgãos de proteção ao meio ambiente, a companhia e o governo da cidade definiram uma área em alto mar onde jogaram as bacias retiradas e o entulho gerado, e criaram um recife e um habitat artificial para a formação de corais (Guedes, 2003).

Em 1994, na cidade de Waterloo, Canadá, foi implantado um programa de troca de bacias sanitárias por modelos economizadores (VDR) que consomem 6 l/descarga. A economia obtida, em média, a cada três sanitários trocados é de 100 l/dia (Regional Municipality of Waterloo, 2000).

Portanto, as principais justificativas para o estudo da bacia sanitária VDR são:

- ◆ A bacia sanitária é a grande causadora de desperdícios nas residências, pois representa cerca de 30 a 40% do consumo de água em uma residência;
- ◆ A NBR 6452 determina que a partir de 2002 todas as caixas de descargas devem possuir capacidade máxima de 6 litros por acionamento.

### *Torneiras e chuveiros econômicos*

Entende-se “torneira” como sendo um dispositivo de controle do fluxo de água que, quando acionado, libera uma determinada vazão, que pode ser controlada, para uma atividade fim. Preocupadas com a questão do uso racional de água, as empresas brasileiras, vêm produzindo torneiras e chuveiros econômicos, ou seja, adaptados com redutores de vazão, os quais proporcionam uma redução significativa do consumo de água. Esses dispositivos economizam água independente da ação do usuário ou da sua disposição em mudar seu comportamento.

Segundo a DECA (2003) uma torneira com mecanismo de acionamento hidromecânico, por exemplo, gasta em torno de 60% a menos que as tradicionais. Os dispositivos redutores de vazão, como arejadores e restritores, chega a economizar cerca de 50% quando instalados em torneiras, chuveiros e misturadores. Apesar de serem mais caros que os convencionais, estes aparelhos proporcionam uma garantida e significativa redução do consumo de água.

O Projeto PURA (Programa de Uso Racional de Água) apresenta várias experiências de implantação de aparelhos poupadores e redução de perdas em edifícios. Trata-se de uma parceria entre a SABESP e a USP (Universidade de São Paulo) (Gonçalves *et al*, 1999).

As principais justificativas para o estudo destes aparelhos poupadores são:

- ◆ Torneiras e chuveiros são responsáveis por cerca de 28% do consumo mensal de água em uma residência (SABESP, 2003);
- ◆ Por limitar a vazão sem que o usuário perceba, as torneiras e chuveiros econômicos são grandes redutores de consumo.

### ***Mictórios***

Os mictórios, individuais ou coletivos, são componentes que apresentam grande contribuição para o desperdício de água, porque na maioria dos edifícios ficam abertos 24 h/dia. Isto ocorre porque os usuários não utilizam o registro de abertura e fechamento da água antes e após o uso do mictório. Para evitar o mal cheiro destes ambientes os responsáveis pela manutenção retiram a manopla destes registros deixando-os liberar água durante todo o tempo (PNCDA, 1999). No caso de mictórios coletivos, o desperdício de água pode ser ainda maior do que nos individuais.

Os mictórios podem se tornar um dos equipamentos que consomem mais água em um ambiente sanitário, dadas as soluções inadequadas entre o dispositivo de acionamento de

descarga e o mictório propriamente dito. Portanto, a eficiência do sistema só é obtida quando há compatibilidade entre os dois equipamentos.

Assim, para reduzir o consumo de água nestes aparelhos, pode-se substituir os mictórios convencionais (com registro de abertura e fechamento) por mictórios com descarga hidromecânica ou eletrônica. O sistema com válvula de descarga hidromecânica é melhor que o sistema convencional com registro de pressão, pois o usuário substitui as operações de abrir e fechar o registro pela ação de apertar a válvula. O mictório com descarga eletrônica é a melhor opção, pois a descarga é acionada sem a necessidade da ação do usuário, e portanto melhor também sob o ponto de vista de higiene.

A implementação desta alternativa só será estudada para o projeto UFCG, no qual será avaliada a troca dos mictórios convencionais por mictórios coletivos poupadores.

Portanto, as justificativas para o estudo dos mictórios são:

- ◆ Podem se tornar um dos equipamentos que consomem mais água em um ambiente sanitário;
- ◆ O desperdício de água em mictórios coletivos pode ser maior do que nos individuais.

### *Captação de água de chuva*

Este sistema consiste no uso da área de cobertura (telhado ou laje) para captar a água de chuva e, após passar por um filtro ou mecanismo de retenção de impurezas, conduzi-la a um reservatório onde será armazenada para diversas finalidades.

O uso do sistema de captação de água de chuva é uma alternativa sustentável para economizar e reaproveitar a água em residências particulares, edifícios, instalações comerciais, condomínios, indústrias, chácaras, sítios, fazendas, casas de praia e edificações em geral. Seu uso tem funções diversas como: descarga de vasos sanitários, lavagem de pisos, quintais e automóveis, irrigação de hortas e jardins, consumo humano, etc.

A vantagem da cisterna, principalmente no meio rural, é o fato de que a família se torna auto-suficiente com relação ao problema de abastecimento hídrico, melhorando as condições de vida, pois elimina a busca e o transporte de água, geralmente feito por mulheres e crianças, e como a água é potável, reduz os riscos de doenças e mortalidade.

Experiências de sucesso no uso da captação de água de chuva, tanto para o meio urbano como rural, são relatadas na literatura. Há a experiência, por exemplo, da província de Gansu (norte da China) na qual o governo colocou em prática o projeto da captação de água de chuva denominado “121”: construção de (1) área de captação de água, (2) tanques de armazenamento de água e (1) lote para plantação de culturas comercializáveis. O projeto solucionou o problema de água potável para 1,3 milhão de pessoas (260.000 famílias) (Gnadlinger, 2001). Em 1999, na cidade de Berlim, Alemanha, fez-se a captação de água de chuva em telhados e nas ruas de um bairro com 213 moradores para uso, sobretudo, em descargas de bacias sanitárias e em regas de jardim (Schmidt, 2001).

Portanto, as principais justificativas para o estudo da captação de água de chuva são:

- ◆ É uma prática milenar, de combate à seca através da captação e armazenamento das chuvas;
- ◆ Armazena água de boa qualidade;
- ◆ A construção é simplificada e toda a comunidade pode ter acesso;
- ◆ Aumenta a independência da população em relação ao sistema de abastecimento de água da cidade.

### ***Medição individual em apartamentos***

A medição individualizada de água em apartamentos consiste na instalação de um hidrômetro em cada apartamento, de maneira que seja possível medir o seu consumo individual.

Os resultados da medição individualizada de água em apartamentos são satisfatórios, especialmente no que se refere à redução do consumo de água nos edifícios através da diminuição do desperdício, ao pagamento da conta proporcional ao consumo de água e a redução do consumo do edifício em até 30%.

A maior resistência encontra-se nos edifícios já construídos, pois o custo da alteração técnica a ser feita é alto e complexo. Pois em alguns casos pode haver a necessidade de rompimento de paredes para colocar novas saídas de água e individualizar o abastecimento.

Portanto, as principais justificativas para o estudo da medição individual em apartamentos são:

- ◆ Pagamento proporcional ao consumo, ou seja, um apartamento que só tenha um consumidor não pagará em forma semelhante ao que possui 6, 8 ou 10 pessoas;

- ◆ Proporciona significativa redução do consumo de água nos edifícios.

### ***Reuso de água***

O reaproveitamento ou reuso da água é o processo pelo qual a água, tratada ou não, é reutilizada para o mesmo ou outro fim. Essa reutilização pode ser direta ou indireta, decorrentes de ações planejadas ou não.

A utilização direta ocorre quando o líquido passa por processos de tratamento, acondicionamento e distribuição, visando especificamente à sua reutilização. A irrigação, aquíicultura, abastecimento industrial e abastecimento humano, são exemplos desse tipo de reuso. O indireto refere-se àquele sistema cujo esgoto é lançado no ambiente (águas superficiais e subterrâneas), passa por processo de diluição, dispersão e depuração, voltando a ser utilizado. A recarga de aquíferos, lançamento de corpos hídricos superficiais e a regularização de cursos d'água são exemplos dessa modalidade.

Além do setor industrial, o reuso também é alternativa que pode ser adotada por outros setores da economia e para inúmeras finalidades. Contudo, há que se observar que o nível de qualidade da água que se quer reusar deve estar compatível com cada uma das finalidades: irrigação paisagística, irrigação de campos de cultivo, usos industriais, recarga de aquíferos, usos urbanos não potáveis, finalidades ambientais e usos diversos (aquicultura, construções, controle de poeira e dessedentação de animais).

A água de reuso pode ser aplicada na utilização urbana tal como lavagem de vias públicas, pátios, veículos, irrigação de áreas verdes, desobstrução de rede coletora, desobstrução de galerias de água pluviais, e para usos industriais como torres de resfriamento, caldeiras e água de processamento.

O reuso da água busca principalmente evitar o consumo de água potável em procedimentos onde seu uso é totalmente dispensável, podendo ser substituída, com vantagens inclusive econômica, nas indústrias e grandes condomínios residenciais e comerciais.

O reuso planejado da água faz parte da estratégia global, para a administração da qualidade das águas, proposto pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente e pela Organização Mundial de Saúde.

Citam-se a seguir alguns exemplos de reuso de água no Brasil e no mundo (Ghizellini, 2001).

Brasil – nas grandes capitais do país é comum o consumo de água reaproveitada através de tratamento por estações especiais. Nas Universidades, cientistas desenvolvem pesquisas para baratear o tratamento da água. Nesse sentido investiga-se a possibilidade de utilizar raízes de plantas aquáticas (aguapés) e terra para purificar a água.

África do Sul – a indústria do papel estatal do país trata seus efluentes para ajudar sua oferta de água. Esse tratamento é necessário, pois a demanda é maior que a oferta do recurso.

Índia – um dos países mais populosos do mundo, sofre com falta d'água por fatores climáticos e populacionais. Utilizam técnicas de reaproveitamento da água refrigerada em aparelhos de ar condicionado, tratamento do esgoto e captação de água da chuva.

Estados Unidos – na Califórnia, o lençol subterrâneo já está superexplorado e, com sua redução o sal do Oceano Pacífico começa a infiltrar. Para revitalizar o manancial foi criada uma usina-piloto para tratar o esgoto e injetá-lo de volta no solo, reabastecendo o lençol.

Japão – o governo cobra taxas bastante altas para o consumo de água natural e assim incentiva o consumo de água reaproveitada.

Portanto, as principais justificativas para o estudo do reuso de água são:

- ◆ Evita a descarga de esgotos nos corpos de água;
- ◆ Aumento da autonomia em relação ao abastecimento público de água;

#### 4.3 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DAS ALTERNATIVAS

A aquisição de dados para esta pesquisa compreende as etapas de realização de entrevistas nos setores em estudo e pesquisas de campo para levantamento de custos das alternativas preferíveis no comércio local, fornecendo subsídios para a análise das alternativas sob diversos critérios – os quais estão descritos a seguir.

#### 4.3.1 Critério social

Refere-se à aceitabilidade dos entrevistados em relação às alternativas (bacia sanitária VDR, torneiras e chuveiros econômicos, captação de água de chuva, medição individual em apartamentos e reuso de água). A aceitabilidade é obtida através de entrevistas nos setores. Três aceitabilidades foram analisadas:

- i) *aceitabilidade geral*, referindo-se ao grau de aceitabilidade da implementação das alternativas tecnológicas (independente dos relativos custos de implementação e manutenção);
- ii) *aceitabilidade econômica*, correspondendo ao grau de aceitabilidade das alternativas sob a perspectiva de custos;
- iii) *aceitabilidade ambiental*, referindo-se ao grau de aceitabilidade da implementação das alternativas sob a ótica ambiental, ou seja, escolha da alternativa de acordo com o benefício ambiental que esta possa vir a oferecer (redução de consumo de água).

#### 4.3.2 Critério econômico

A análise econômica é obtida através do estudo do retorno do investimento, ou seja, do tempo necessário para a amortização do investimento inicial com a implementação das alternativas. O critério econômico foi analisado apenas para o projeto de troca de aparelhos convencionais por poupadores na UFCG.

#### 4.3.3 Critério ambiental

A análise ambiental tem como critério a redução de consumo de água através da implementação das alternativas descritas anteriormente. Este critério foi analisado apenas para o projeto de troca de aparelhos convencionais por poupadores na UFCG.

## 5 AQUISIÇÃO DE DADOS

### 5.1 ENTREVISTAS DOMICILIARES

A aplicação do questionário (Quadro 1) através das entrevistas domiciliares teve a finalidade de conhecer o nível de informação da população quanto aos problemas de abastecimento de água da cidade de Campina Grande, opinião da população sobre a companhia de abastecimento de água e a aceitabilidade da população em relação às alternativas propostas para o gerenciamento da demanda de água.

As entrevistas foram realizadas em 2003, no Bairro Conjunto dos Professores. O estudo foi iniciado com a verificação do número das residências e edifícios residenciais existentes no bairro. Finalizando com um total de 336 residências e 16 edifícios.

Para a seleção das residências e apartamentos que iriam ser entrevistados, visto que o universo de residências era relativamente grande, optou-se pela utilização de dois planos de amostragem, sendo um para residências e outro para os edifícios, baseados na norma da ABNT NBR-5426/1985 - Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos e a norma NBR-5427/1985 - Guia para Utilização da Norma NBR-5426/1985.

Enfim, com o plano de amostragem utilizado foram selecionadas 32 residências e 4 edifícios, nos quais o questionário (Quadro 1) foi aplicado.

A população entrevistada foi perguntada a cerca de todas as alternativas tecnológicas apresentadas até aqui, são elas: bacia sanitária VDR, torneiras e chuveiros econômicos, captação de água de chuva, medição individualizada em apartamentos e reuso de água.

### 5.2 PESQUISAS DE CAMPO

Foi realizada uma pesquisa de campo no comércio da cidade de Campina Grande, entre os meses de agosto e setembro de 2003) afim de conhecer os preços de mercado das alternativas tecnológicas citadas no questionário. Na análise social que considera o critério de aceitabilidade econômica, os preços das alternativas eram revelados para a população entrevistada, que tinha

condições de responder qual alternativa tecnológica aceitaria implantar levando em consideração os custos de implementação.

Com relação ao estudo realizado na UFCG, foi realizada a contabilização dos aparelhos convencionais (Tabela 1). Os aparelhos hidrossanitários contemplados nessa pesquisa foram a bacia sanitária, torneiras, chuveiros e mictórios.

**Tabela 1 – Contabilização dos aparelhos hidrossanitários do Campus I da UFCG (2003)**

<b>Aparelho</b>	<b>Quantidade</b>
Bacias sanitárias	153
Mictórios	<b>41</b>
Chuveiros	33
Torneiras	219
<b>Total</b>	<b>446</b>

Posteriormente, foram realizadas pesquisas de mercado e orçamento para a implementação das alternativas tecnológicas de gerenciamento da demanda de água no comércio da cidade de Campina Grande. Os preços médios de cada alternativa estão mostrados na Tabela 2. Ao preço médio de cada aparelho foi adicionado 15% referente à mão-de-obra.

**Tabela 2 – Custo dos aparelhos hidrossanitários poupadores (2003)**

<b>Aparelho</b>	<b>Preço médio (R\$)</b>	<b>Custo total (R\$)</b>
Bacia sanitária <sup>1</sup>	144,00	165,60
Chuveiro <sup>2</sup>	168,88	194,21
Tomeira <sup>2</sup>	81,50	93,73
Mictório <sup>3</sup>	401,67	461,92

<sup>1</sup>Bacia sanitária VDR;

<sup>2</sup>Aparelhos com arejador/restritor de vazão;

<sup>3</sup>Mictório com 1 metro de comprimento.

Para calcular o período de retorno de investimento (critério econômico) da troca dos aparelhos convencionais por poupadores na UFCG, foi utilizada a estrutura tarifária da CAGEPA (Tabela 3). Foi necessária também a aquisição de dados de consumo mensal de água dos setores A, B e C da UFCG, os quais foram obtidos com a prefeitura do Campus I e podem ser vistos na Tabela 4.

Tabela 3 – Estrutura Tarifária da CAGEPA (CAGEPA, 2006)

<b>Categoria/Faixas de Consumo</b>	<b>Água (R\$)</b>	<b>Esgoto (R\$)</b>
<b>Residencial</b>		
<b>Tarifa Social</b>		
Consumo até 10 m <sup>3</sup> (não medido)	9,09	2,27
<b>Tarifa Mínima</b>		
Consumo até 10 m <sup>3</sup> (não medido)	11,23	2,81
Consumo até 10 m <sup>3</sup> (medido)	13,78	3,45
<b>Tarifa Normal</b>		
Consumo acima de 10 m <sup>3</sup>		
0 a 10 m <sup>3</sup>	15,4	12,32
11 a 20 m <sup>3</sup> (p/m <sup>3</sup> )	1,99	1,59
21 a 30 m <sup>3</sup> (p/m <sup>3</sup> )	2,62	2,36
Acima de 30 m <sup>3</sup> (p/m <sup>3</sup> )	3,56	3,56
<b>Comercial</b>		
Micro-negócio – consumo até 5 m <sup>3</sup>	17,87	16,08
Tarifa mínima – consumo até 10 m <sup>3</sup>	27,49	24,74
Acima de 10 m <sup>3</sup> (p/m <sup>3</sup> )	4,76	4,76
<b>Industrial</b>		
Tarifa mínima – consumo até 10 m <sup>3</sup>	33,3	29,97
Acima de 10 m <sup>3</sup> (p/m <sup>3</sup> )	5,31	5,31
<b>Público</b>		
Tarifa mínima – consumo até 10 m <sup>3</sup>	31,22	31,22
Acima de 10 m <sup>3</sup> (p/m <sup>3</sup> )	5,24	5,24

Tabela 4 – Consumo mensal de água (m<sup>3</sup>) dos setores da UFCG (2005)

<b>SETORES DA UFCG</b>	<b>JAN</b>	<b>FEV</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAI</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>OUT</b>	<b>NOV</b>	<b>DEZ</b>
<b>UEI</b>	129	145	222	340	285	140	124	184	190	231	260	329
<b>BLOCO AA</b>	500	458	323	267	274	266	278	176	181	223	217	177
<b>REST. UNIVERSITÁRIO</b>	684	278	653	600	706	573	498	689	710	635	695	779
<b>BLOCO AB</b>	60	43	67	76	81	81	45	84	87	81	90	35
<b>ALTA TENSÃO</b>	108	96	188	232	249	79	175	178	183	186	196	192
<b>RESERVATÓRIO</b>	1471	1674	1521	2224	1285	1652	1198	2122	2186	1984	1767	2137
<b>BLOCOS BS BT</b>	211	257	289	395	223	295	310	325	335	318	624	408
<b>BLOCOS BP BQ</b>	182	154	155	101	52	42	52	53	55	51	42	59
<b>GUARITA CH</b>	401	332	464	447	424	382	408	496	511	734	513	721
<b>SETOR B</b>	20	10	21	54	32	24	51	146	150	30	50	42
<b>CALÇADA PRAI</b>	20	10	188	173	147	131	111	126	130	139	10	10
<b>CONSUMO TOTAL (m<sup>3</sup>)</b>	<b>3786</b>	<b>3457</b>	<b>4091</b>	<b>4909</b>	<b>3758</b>	<b>3665</b>	<b>3250</b>	<b>4579</b>	<b>4716</b>	<b>4612</b>	<b>4464</b>	<b>4889</b>

Quadro 1 – Questionário utilizado nas entrevistas

## Questionário

1. O senhor (a) tem conhecimento dos problemas de abastecimento de água na cidade de Campina Grande?
2. O senhor (a) tem alguma sugestão para que estes problemas possam ser resolvidos (ou minimizados)?
3. O senhor (a) acha que há muita perda de água pelos vazamentos na rede de abastecimento? Em sua rua particularmente? E a companhia atende ao seu pedido rapidamente?
4. O que o senhor (a) faz na sua casa quando há racionamento de água no sistema de abastecimento d'água? (Como o seu edifício enfrenta o problema?)
5. O senhor (a) acha que há muita perda de água por desperdício nas residências/apartamentos? Em que particularmente o senhor (a) gasta mais água?
6. O que o senhor (a) acha sobre a sua conta de água? Ela é cara? Ela é barata?
7. O senhor (a) acha que um aumento na tarifa de água faria o usuário economizá-la?
8. O senhor (a) acha justo que no seu edifício a sua conta de água esteja incluída no valor do seu condomínio (isto é, a conta total de água é dividida pelo número de apartamentos)?
9. O senhor (a) tem conhecimento sobre estas medidas para enfrentar os problemas em sua residência/apartamento?
  - Bacia sanitária de descarga reduzida (VDR)
  - Torneiras/chuveiros econômicos
  - Uso de água de chuva
  - Reuso de água
10. O senhor (a) adotaria algumas das medidas citadas em sua residência independente dos custos de implementação e manutenção? E considerando os custos para implementá-las? Quais das alternativas citadas o senhor (a) acha que proporciona uma maior redução de consumo de água?

## 6 RESULTADOS E COMENTÁRIOS

### 6.1 ENTREVISTAS

A seguir serão comentados alguns resultados das entrevistas feitas no Bairro Conjunto dos Professores. É relevante ressaltar que a soma das porcentagens apresentadas não perfazem um total de 100%, visto que os entrevistados poderiam dar mais de uma sugestão para os questionamentos feitos.

De acordo com as respostas dos entrevistados, verifica-se que 100% dos moradores das residências têm conhecimento dos problemas de abastecimento de água que na cidade de Campina Grande e 62,5% dos moradores de apartamentos tem esse conhecimento. Diversas sugestões foram dadas para minimizar ou resolver o problema de abastecimento de água na cidade, como pode ser visto nos Figuras 3 e 4, a seguir.

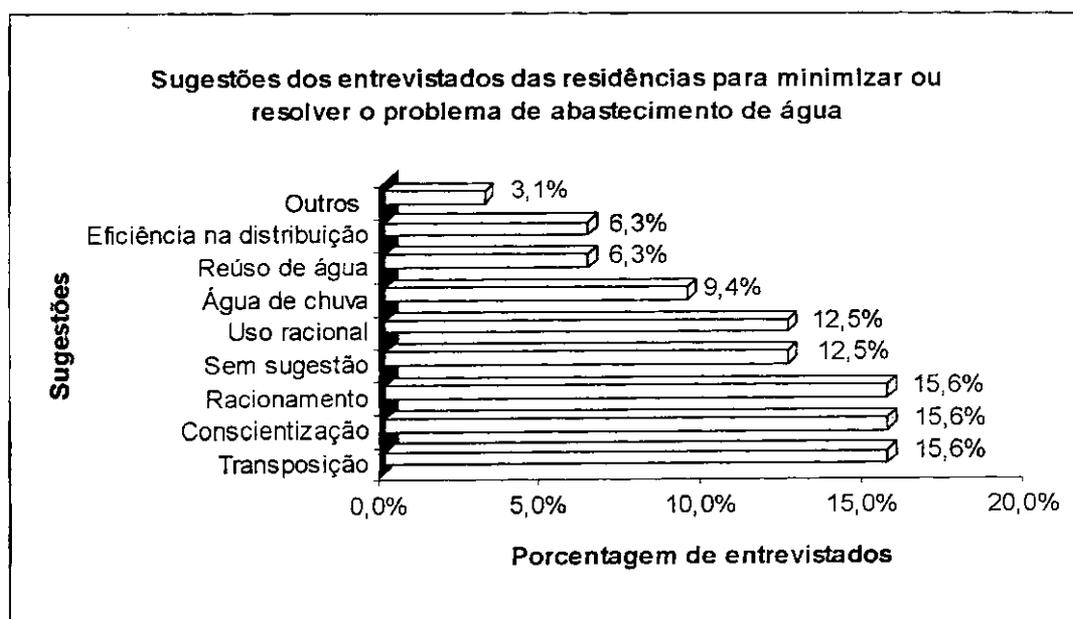
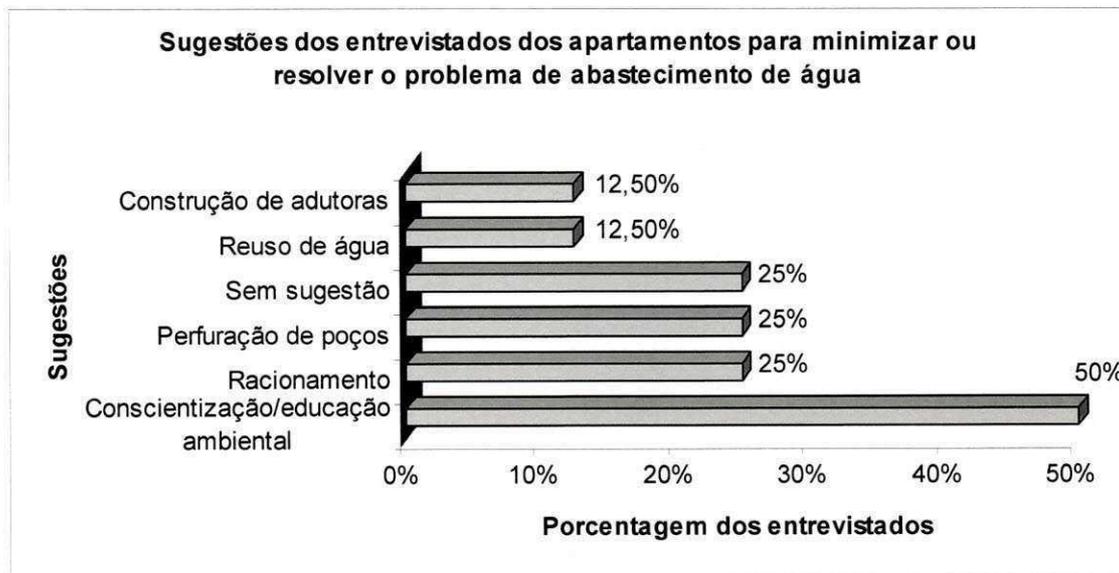


Figura 3 – Sugestões dos entrevistados das residências para minimizar ou resolver o problema de abastecimento de água



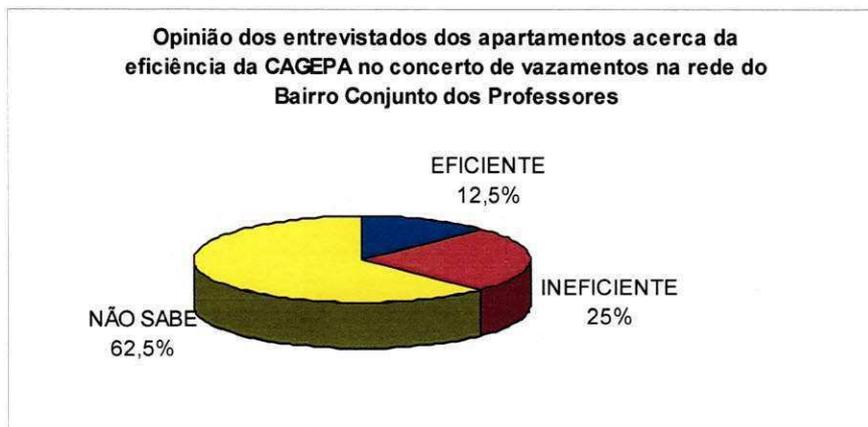
**Figura 4 – Sugestões dos entrevistados dos apartamentos para minimizar ou resolver o problema de abastecimento de água**

Percebe-se que a conscientização/educação ambiental, juntamente com o racionamento e transposição, foram as medidas mais sugeridas pelos entrevistados das residências (Figura 3) bem como dos apartamentos (Figura 4).

Nas residências, 97,0% dos entrevistados afirmaram que há muita perda de água pelos vazamentos da rede de abastecimento. Nos apartamentos, 100,0% dos moradores têm essa opinião. Os entrevistados também foram questionados acerca da eficiência da companhia de abastecimento de água da cidade (CAGEPA). Os resultados podem ser vistos nas Figuras 5 e 6.



**Figura 5 – Opinião dos entrevistados das residências acerca da eficiência da CAGEPA no contexto de vazamentos na rede do Bairro Conjunto dos Professores**



**Figura 6 – Opinião dos entrevistados dos apartamentos acerca da eficiência da CAGEPA no concerto de vazamentos na rede do Bairro Conjunto dos Professores**

Devido ao severo período de racionamento que a cidade de Campina Grande passou, foi perguntado aos entrevistados quais as medidas tomadas quando da ocorrência de racionamento de água. Grande parte dos entrevistados respondeu que faz economia em algumas atividades diárias (banho, lavagem de roupa e louças) e também armazena água na caixa. O ato de armazenar água na caixa era esperado devido ao padrão social do bairro, pois os moradores do Bairro Conjunto dos Professores têm condição financeira para adquirir tais produtos. O ato de conscientizar os moradores vizinhos também faz parte das medidas quando há racionamento de água.

Todos os entrevistados (residências e apartamentos) acham que há muita perda de água por desperdício. No entanto, listaram algumas atividades onde há maior consumo de água em seus domicílios, conforme pode ser visto nas Figuras 7 e 8.

Nota-se que, nas residências (Figura 7), 46,9% dos entrevistados afirmaram que já economizam normalmente e 25% dos entrevistados dos apartamentos (Figura 8) afirmaram que não desperdiçam água. Diante das respostas dadas, percebe-se que grande parte das pessoas desperdiça água, no entanto não admite tal realidade.

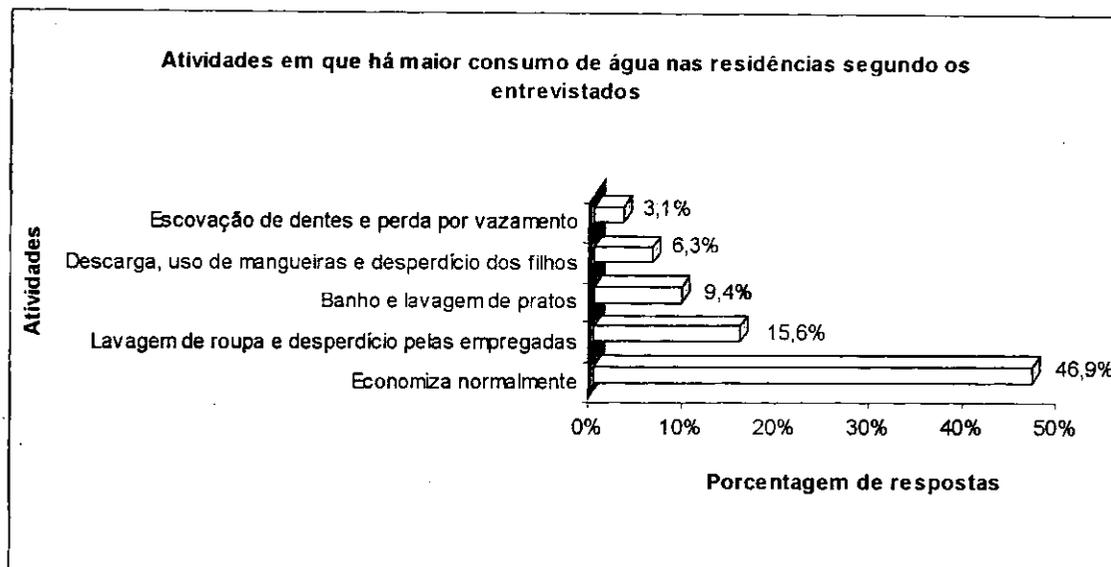


Figura 7 – Atividades em que há maior consumo de água nas residências segundo os entrevistados

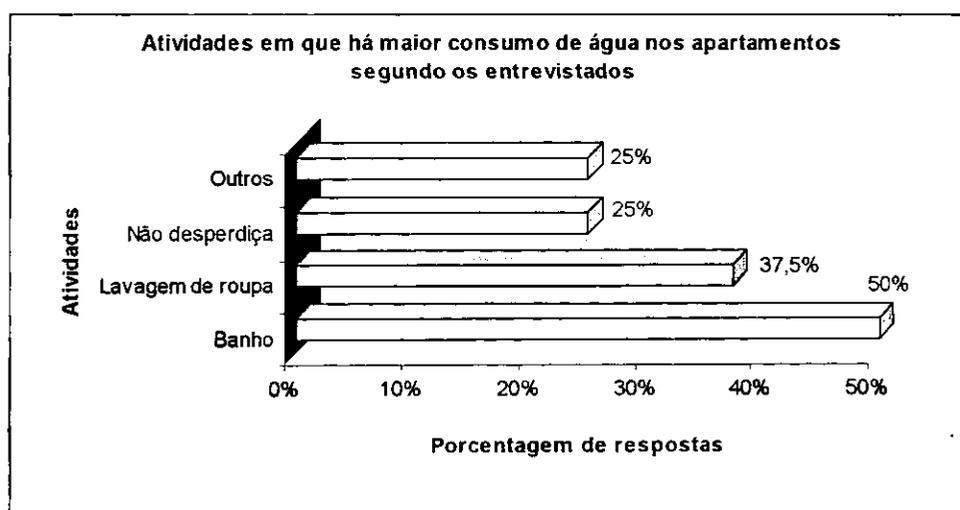


Figura 8 – Atividades em que há maior consumo de água nos apartamentos segundo os entrevistados

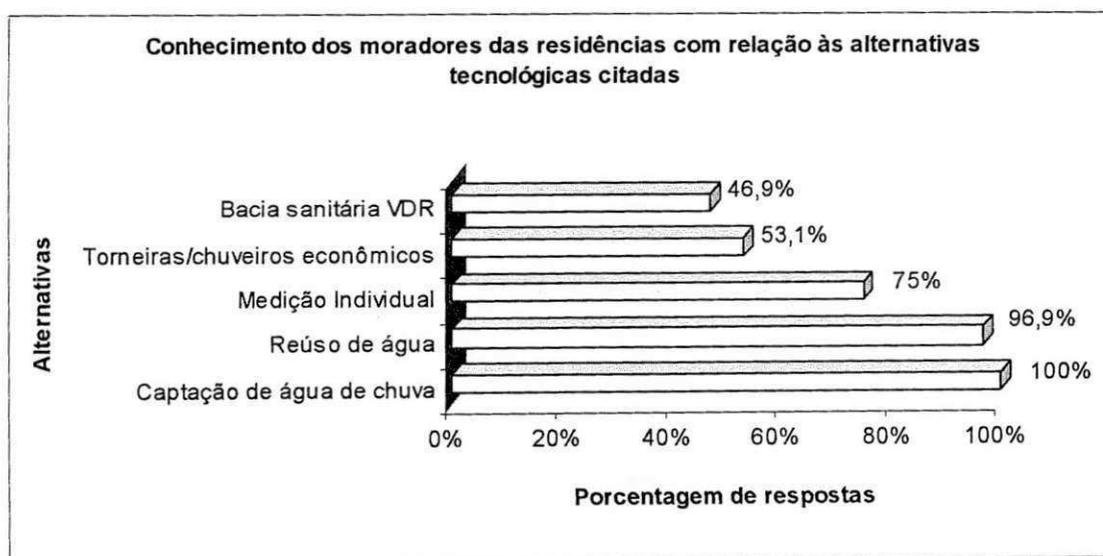
Os entrevistados foram questionados se achavam a conta de água barata ou cara. 43,8% dos entrevistados das residências e 75% dos apartamentos afirmaram que é cara. Mas o fato é que eles consideram cara a conta de água devido ao alto consumo e não ao valor da tarifa.

Perguntou-se aos entrevistados se um aumento na tarifa de água faria o usuário economizá-la. Nas residências, 62,5% das respostas foram negativas. Os entrevistados afirmaram que um aumento na tarifa não faria o usuário economizar pois o desperdício já virou um hábito.

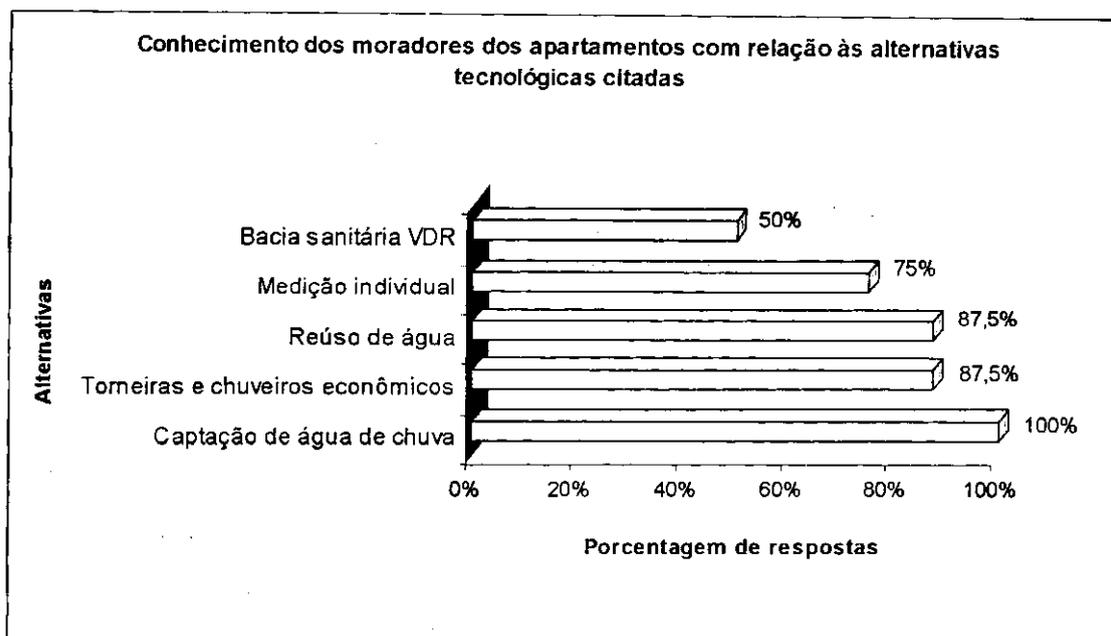
Entretanto, nos apartamentos, 62,5% dos moradores acham que um aumento na tarifa faria sim o usuário economizar.

Perguntou-se aos moradores dos apartamentos se eles achavam justo a conta de água estar incluída no valor do condomínio. 62,5% responderam que não, pois acreditam que cada um deve pagar pelo que consome, o que não acontece na medição global, onde o valor da conta de água do edifício é rateada entre os moradores.

Com relação às alternativas tecnológicas estudadas, todos os entrevistados das residências e dos apartamentos afirmaram conhecer a captação de água de chuva, visto que é uma alternativa milenarmente utilizada. A alternativa menos conhecida é a bacia sanitária VDR, com 46,9% e 50%, respectivamente para os moradores das residências e apartamentos. Esta porcentagem foi considerada relativamente alta, pois quase metade da população tem conhecimento dessa medida. Os outros valores podem ser vistos na Figura 9 e 10, a seguir.



**Figura 9 – Conhecimento dos moradores das residências com relação às alternativas tecnológicas citadas**



**Figura 10 – Conhecimento dos moradores dos apartamentos com relação às alternativas tecnológicas citadas**

As entrevistas domiciliares realizadas forneceram subsídios para a análise do critério social de aceitabilidade. Com relação à *aceitabilidade geral* das alternativas (não considera os custos de implementação), os entrevistados das residências consideraram que a bacia sanitária VDR é a medida que adotariam, com 81,3% da opinião dos moradores, seguida pelas torneiras e chuveiros econômicos, com 59,4%. Nos apartamentos, as duas medidas que os moradores adotariam também foram a bacia sanitária VDR (50% dos entrevistados) e torneiras e chuveiros econômicos (75% dos entrevistados). Este resultado está diretamente relacionado ao custo de implementação da alternativa e ao fato de não exigir uma mudança de hábito do usuário.

Sob a ótica da *aceitabilidade econômica*, a alternativa preferível pelos moradores das residências foi a bacia sanitária VDR, com 53,3% de aceitabilidade e pelos moradores dos apartamentos foram as torneiras e chuveiros econômicos com 75% de aceitabilidade, por apresentarem menor custo de implantação e manutenção em relação às demais alternativas.

Considerando a *aceitabilidade ambiental* (redução do consumo de água), os entrevistados das residências (53,1%) e dos apartamentos (50,0%) consideram o reúso de água como medida mais redutora do consumo de água. A grande vantagem da utilização da água de reúso, é a de preservar a água potável, reservando-a exclusivamente para o atendimento das necessidades que exijam a sua potabilidade para o abastecimento humano.

## 6.1 RETORNO DE INVESTIMENTOS E ÍNDICE DE REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA

Para a análise do critério econômico foi calculado o período de retorno de investimento gasto com a troca dos aparelhos convencionais por poupadores da UFCG.

Para tanto, utilizaram-se os dados de consumo mensal de água da UFCG da Tabela 4 e a distribuição de consumo de água dos aparelhos segundo Albuquerque (2004):

**Tabela 5 – Distribuição de consumo de água por aparelho hidrosanitário na UFCG**

Usos da água	Porcentagem (%)
Bacia Sanitária	33
Chuveiro	10
Mictório	15
Torneira	42

Esta distribuição foi baseada na pesquisa de campo realizada, afim de contabilizar o número de aparelhos hidrossanitários na UFCG e os possíveis usos de água na mesma.

O consumo de água de cada aparelho foi calculado segundo a seguinte expressão:

$$CAP_i = \frac{VAP_i}{VAC_i} \times CAC \times DCA_i \quad (1)$$

Sendo:

$CAP_i$  = Consumo mensal do aparelho poupador  $i$  ( $m^3$ );

$VAP$  = Vazão do aparelho poupador  $i$  ( $m^3/s$ );

$VAC$  = Vazão do aparelho convencional  $i$  ( $m^3/s$ );

$CAC$  = Consumo mensal dos aparelhos convencionais ( $m^3$ );

$DCA$  = Distribuição de consumo de água por aparelho hidrossanitário  $i$  na UFCG.

As vazões dos aparelhos poupadores e convencionais consideradas estão mostradas a seguir:

Tabela 6 – Vazões dos aparelhos poupadores e convencionais. (Adaptado de Albuquerque, 2004)

Aparelhos hidrossanitários	Vazão aparelho convencional (l/s)	Vazão aparelho poupador (l/s)
Bacia sanitária	12	6
Chuveiro	0,34	<b>0,13</b>
Torneira	0,42	0,21
Mictório	0,2	0,1

Obtém-se a economia de água assim:

$$\text{Economia de água} = \text{CAC} - \text{CAP} \quad (2)$$

Sendo:

CAC = Consumo mensal dos aparelhos convencionais (m<sup>3</sup>);

CAP = Consumo mensal dos aparelhos poupadores (m<sup>3</sup>).

O investimento necessário à troca dos aparelhos convencionais por aparelhos poupadores foi calculada segundo as Tabelas 1 e 2, acrescido de mão-de-obra, totalizando o valor de R\$ 71.210,15. O cálculo do retorno do investimento (R\$) é dado pela expressão:

$$\text{Investimento} = \text{Investimento} - (\text{Economia de água} \times \text{tarifa da concessionária}) \quad (3)$$

Sendo que a tarifa da concessionária varia de acordo com as categorias e faixas de consumo. Os valores para cada tipo de consumo estão mostrados na Tabela 3.

Feitos todos os cálculos, obteve-se o retorno do investimento de R\$ 71.210,15 em um período de sete meses. Ou seja, se a troca dos aparelhos convencionais por poupadores fosse realizada no mês de janeiro, a UFCG já teria de volta o montante investido no mês de julho, pois houve um significativo índice de redução de consumo, calculado da seguinte forma:

$$\text{IR}(\%) = \frac{\text{CAC} - (\text{CAP} - \text{Economia de água})}{\text{CAC}} \quad (4)$$

Sendo:

CAC = Consumo mensal dos aparelhos convencionais (m<sup>3</sup>);

CAP = Consumo mensal dos aparelhos poupadores (m<sup>3</sup>);

Economia de água = determinado através da Equação (2).

O índice de redução do consumo de água atingiu o valor de 51,18% e a economia de água foi de 25.678,50 m<sup>3</sup>. Logo conclui-se que a substituição de aparelhos convencionais por aparelhos poupadores é viável economicamente – pois obteve um período de retorno de investimento de apenas sete meses – e ambientalmente – visto ao índice de redução de consumo superior à 50%. Os valores obtidos com cada iteração podem ser vistos na Tabela 8.

Um resumo dos valores obtidos com a substituição dos aparelhos convencionais por poupadores pode ser visto na Tabela 7, a seguir.

**Tabela 7 – Quadro resumo dos resultados do projeto UFCG**

<b>Investimento</b>	<b>Índice de redução do consumo de água (%)</b>	<b>Período de retorno do investimento</b>	<b>Economia anual de água (m<sup>3</sup>)</b>
71.210,15	51,18	7 meses	25.678,50

Tabela 8 – Cálculos realizados para o projeto UFCG

MESES	Consumo mensal dos aparelhos convencionais (m³)	Consumo mensal dos aparelhos poupadores (m³)				Consumo total dos aparelhos poupadores (m³)	Economia de água (m³)	Investimento e mão-de-obra (R\$)	Retorno de investimento (R\$)	Índice de redução do consumo (%)
		Bacias sanitárias VDR	Chuveiros	Torneiras	Mictórios					
Jan	3.786,00	624,69	144,76	795,06	283,95	1.848,46	1.937,54	-71.210,15	-61.057,44	51,18
Fev	3.457,00	570,41	132,18	725,97	259,28	1.687,83	1.769,17		-51.786,98	51,18
Mar	4.091,00	675,02	156,42	859,11	306,83	1.997,37	2.093,63		-40.816,37	51,18
Abr	4.909,00	809,99	187,70	1.030,89	368,18	2.396,75	2.512,25		-27.652,16	51,18
Mai	3.758,00	620,07	143,69	789,18	281,85	1.834,79	1.923,21		-17.574,53	51,18
Jun	3.665,00	604,73	140,13	769,65	274,88	1.789,38	1.875,62		-7.746,30	51,18
Jul	3.250,00	536,25	124,26	682,50	243,75	1.586,76	1.663,24		969,06	51,18
Ago	4.579,00	755,54	175,08	961,59	343,43	2.235,63	2.343,37		13.248,32	51,18
Set	4.716,37	778,20	180,33	990,44	353,73	2.302,70	2.413,67		25.895,96	51,18
Out	4.612,00	760,98	176,34	968,52	345,90	2.251,74	2.360,26		38.263,72	51,18
Nov	4.464,00	736,56	170,68	937,44	334,80	2.179,48	2.284,52		50.234,59	51,18
Dez	4.889,00	806,69	186,93	1.026,69	366,68	2.386,98	2.502,02		63.345,16	51,18

## 7 CONCLUSÕES

O gerenciamento da demanda de água através da implementação de alternativas tecnológicas é uma importante ferramenta que pode ser usada para minimizar ou até mesmo solucionar os problemas de abastecimento de água com vistas ao desenvolvimento sustentável.

A realização de entrevistas domiciliares em um bairro da cidade de Campina Grande foi um importante caminho para inferir o nível de conhecimento da população acerca dos problemas de abastecimento de água que a cidade de Campina Grande, particularmente, tem passado. Os resultados mostram que, em maior ou menor grau, a população encontra-se sensível à problemática do abastecimento de água da cidade, concordando com a implementação das alternativas tecnológicas. Dentre tais alternativas, a bacia sanitária VDR é a mais aceitável sob o critério geral.

Verifica-se que a população entrevistada é sabedora do elevado grau de desperdício de água causado pelo seu mau uso, entretanto não acredita ser a responsável por tais perdas. As entrevistas indicaram que a população não está satisfeita com o desempenho da CAGEPA devido às perdas provocadas por vazamentos existentes na rede de distribuição.

Em épocas de racionamento de água, a maioria da população entrevistada recorre ao armazenamento de água em caixas elevadas. Tal medida torna-se inviável para a população com menor poder aquisitivo, visto o valor de tais produtos, sendo portanto penalizada no período de racionamento.

A tarifa de água foi considerada cara para grande parte da população entrevistada e um possível aumento, com o intuito de diminuir o consumo, somente seria viável se viesse acompanhado de um bônus para aqueles que atingissem o consumo esperado, visto que o desperdício, segundo os entrevistados já se tornou um hábito.

A inclusão da conta de água juntamente com a conta do condomínio (medição global) é considerada abusiva já que induz ao desperdício, visto que não se paga pelo que realmente se consome.

De acordo com as entrevistas, a alternativa que apresentou maior aceitabilidade econômica foi a bacia sanitária VDR (para os moradores das residências) e torneiras e chuveiros econômicos (para os moradores dos apartamentos). Assim como o reuso de água apresentou-se como alternativa com maior aceitabilidade ambiental.

GHIZELLINI, T.; LARA, A. P. L. e S.; NOBRE, B. A. B. (2001). *Água e Reaproveitamento*. Disponível on-line: < [www.reusodeagua.hpg.com.br](http://www.reusodeagua.hpg.com.br) >. Acesso em outubro de 2005.

GNADLINGER, J. (2001). “*Captação de Água de Chuva para uso Doméstico e Produção de Alimentos: A Experiência do Estado de Gansu no Norte da China*”. In Anais: 3º Simpósio sobre Sistemas de Captação de água de Chuva. Campina Grande –PB.

GONÇALVES, O. M.; IOSHIMOTO, E.; OLIVEIRA, L. H. (1999). “*Tecnologias Pouadoras de Água nos Sistemas Prediais*”. PNCDA. DTA – Documento Técnico de Apoio F1. Brasília-DF: Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano.

GUEDES, M. J. F. (2003). *Avaliação de alternativas de gerenciamento da demanda urbana de água na escala de um bairro*. Relatório de pesquisa (iniciação científica).

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2000). Disponível on-line: <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>. Acesso em agosto de 2006.

Ministério das Cidades. (2006). *PNCDA – Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água*. Disponível on-line: <[www.cidades.gov.br/pncda](http://www.cidades.gov.br/pncda)>. Acesso em outubro de 2006.

NBR 5426. (1985). *Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos*. ABNT. Rio de Janeiro-RJ.

NBR 5427. (1985). *Guia para a Utilização da Norma NBR 5426 – Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos*. ABNT. Rio de Janeiro-RJ.

OLIVEIRA, L. H. (1999). *Metodologia para Implantação de Programa de Uso Racional da Água em Edifícios*. Tese (Doutorado). Curso de Pós-Graduação da Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo-SP.

PMCG – Prefeitura Municipal de Campina Grande. (2003). Disponível on-line: <[www.pmcg.pb.gov.br](http://www.pmcg.pb.gov.br)>. Acesso em 30 de novembro de 2003.

PRG – Pró-reitoria de Graduação. (2006). Disponível on-line: <[www.ufcg.edu.br](http://www.ufcg.edu.br)>. Acesso em março de 2006.

PNCDA – Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. (1999). *Documento Técnico de Apoio A1 – Apresentação do Programa*. 2ª Edição.

REGIONAL MUNICIPALITY OF WATERLOO. (2000). *Regional water services*. Disponível on-line: < [www.region.waterloo.on.ca/water](http://www.region.waterloo.on.ca/water) > Acesso em março de 2000.

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. (2006). Disponível on-line: <[www.sabesp.com.br](http://www.sabesp.com.br)>. Acesso em outubro de 2006.

SCHMIDT, M. (2001). “*Rainwater Harvesting in Germany – New Concepts for the Substitution of Drinking Water, Flood Control and Improving the Quality of the Surface Waters*”. In Anais : 3º Simpósio sobre Sistemas de Captação de água de Chuva. Campina Grande –PB.

TAMAKI, H. O. (2003). *A Medição Setorizada como Instrumento de Gestão da Demanda de Água em Sistemas Prediais – Estudo de Caso: Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo*. Dissertação (Mestrado). Curso de Pós-Graduação da Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo-SP.

THOMAS, V. (2003). “*O Desafio da Água*”. Banco Mundial do Brasil. Disponível on-line: <[www.obancomundial.org/index.php/content/view\\_artigo/1734.html](http://www.obancomundial.org/index.php/content/view_artigo/1734.html)>. Acesso em: fevereiro de 2006.