

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL
E AMBIENTAL
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ENGENHARIA DE RECURSOS HÍDRICOS E
SANITÁRIA

GERENCIAMENTO DA DEMANDA DE ÁGUA EM
AMBIENTES DE USO PÚBLICO: O CASO DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE

Dissertação de Mestrado

Antonio Leomar Ferreira Soares

Campina Grande - PB

Fevereiro 2012

Antonio Leomar Ferreira Soares

**GERENCIAMENTO DA DEMANDA DE ÁGUA EM AMBIENTES DE USO
PÚBLICO: O CASO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental (PPGECA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil e Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Carlos de Oliveira Galvão

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a. Marcele Trigueiro de Araújo Morais

Campina Grande – PB

Fevereiro de 2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

S676g Soares, Antonio Leomar Ferreira
Gerenciamento da demanda de água em ambiente de uso público: o caso da universidade federal de Campina Grande / Antonio Leomar Ferreira Soares. – Campina Grande, 2012.
137 f.: il. color.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

Orientadora: Prof Dr. Carlos de Oliveira Galvão e Prof^a Dr^a Marcele Trigueiro de Araújo Morais.

Referências.

1. Gerenciamento de Demanda de Água. 2. Uso Racional da água. 3. Setor Público. I. Título.

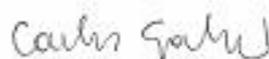
CDU 556.18 (043)

GERENCIAMENTO DA DEMANDA DE ÁGUA EM AMBIENTES DE USO PÚBLICO: O
CASO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE

Aprovada em 28 de fevereiro de 2012



Antonio Leomar Ferreira Soares



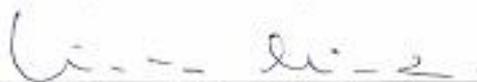
Prof. Dr. Carlos de Oliveira Galvão (Orientador)
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG



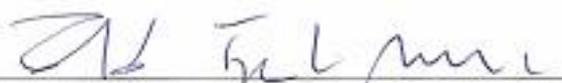
Prof.^a Dr.^a Marcela Trigueiro de Araújo Moraes (Co-orientadora)
Universidade Federal da Paraíba - UFPB



Prof. Dr. Kennedy Flávio Meira de Lucena (Examinador Externo)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - IFPB



Prof.^a Dr.^a Livia Izabel Bezerra de Miranda (Examinador Externo)
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG



Prof. Dr. Eduardo Jorge Lira Bonatés (Examinador Externo)
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG

Campina Grande – PB
Fevereiro de 2012

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Marcos e Fátima;
Aos meus queridos irmãos, Letícia e Júnior;
A toda minha família.
Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela presença sempre em minha vida, proteção e inspiração para concluir este trabalho e me guiar para a próximas.

A meus pais, pelos ensinamentos, pela educação, amor, carinho e união, sendo um exemplo de vida.

Aos meus irmãos, pelo apoio, companheirismo e momentos de alegria.

A toda minha família, avó, tios e primos pelo apoio, torcida e carinho.

Aos meus orientadores, Carlos Galvão e Marcele Trigueiro pelos competentes e valiosos ensinamentos, fundamentais para a conclusão desta dissertação, sempre com muita paciência, dedicação e estímulo.

A todos da minha turma de mestrado, Adriana, Itamara, Ester, Camila, Andreza, Bárbara, Paulo, Renato, John, Erick, William pela amizade, companheirismo e grande ajuda durante todo o curso.

A banca examinadora pelas considerações que enriqueceram o trabalho.

A Prefeitura Universitária da UFCG, representada pelo Prefeito Eduardo Jorge Lira Bonates, pela compreensão, liberação para o curso de pós-graduação e fornecimento dos dados. Ao amigo de trabalho e mestrado Paulo Morais, pelas discussões e compartilhamento dos desafios. Ao amigo Vicente Rocha e em especial o amigo Engenheiro Civil José Batista dos Santos, que muito incentivou, apoiou e contribuiu para concretizar essa dissertação.

E por fim, a todos que, de alguma forma, contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

MUITO OBRIGADO!

**GERENCIAMENTO DA DEMANDA DE ÁGUA EM AMBIENTES DE USO PÚBLICO:
O CASO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE.**

A água, um bem indispensável à vida, está se tornando a cada dia mais escasso, principalmente nas regiões semiáridas, como o Nordeste brasileiro, caracterizadas por secas sucessivas. Uma forma de solução sustentável é a gestão da demanda de água (GDA) – baseada no uso eficiente, garantindo a água no futuro, a partir do uso consciente no presente. Neste contexto, esta pesquisa partiu desses conceitos para estudar o caso da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), por ser um ambiente público, grande consumidor e sujeito a grandes desperdícios de água. Na análise foram diagnosticados o local e o sistema de abastecimento interno, o comportamento e percepção dos usuários para práticas de uso eficiente da água através de entrevistas e, por fim, simulações de medidas de GDA. Constatou-se através dos dados levantados que a demanda de água da UFCG apresentou crescimento absoluto de 118% de 2004 até 2010, ocasionado seja pelo crescimento da população, da área construída, dos vazamentos do sistema de abastecimento e maus hábitos dos usuários. Em relação aos usuários percebeu-se reprovação com seus hábitos de conservação de água, pois 75% afirmaram desperdiçar muita água na utilização dos aparelhos, sendo atribuída por eles próprios (76%) nota abaixo de 6,0 para suas condutas. Esta mesma avaliação sobre os usuários repercutiu na visão dos gestores da Instituição, que ainda consideraram importante a implantação de programas de redução de água devido às suspeitas de muita perda de água por vazamentos. Com as simulações verificaram-se índices de redução de consumo de água de até 50% com a substituição das bacias sanitárias pelo sistema bi-comando (3/6 litros) e um retorno do investimento em menos de 12 meses. Quando considerada a construção de cisternas para captação da água de chuva e aproveitamento no abastecimento das bacias sanitárias, verificou-se que para edificações com 8, 6 e 4 bacias sanitárias, a capacidade ótima do reservatório é de 20 m³, 25 m³ e 40 m³, com um índice de aproveitamento do sistema em 11%, 18% e 32%, respectivamente, demonstrando serem as medidas viáveis tanto ambientalmente quanto financeiramente.

Palavras - chave: Gerenciamento da demanda de água, uso racional da água, setor público.

ABSTRACT

MANAGEMENT OF WATER DEMAND IN PUBLIC BUILDINGS: THE CASE OF THE UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE.

Water, which is essential for sustaining life, is increasingly scarce, especially in semiarid regions such as northeastern Brazil, characterized by successive droughts. The management of water demand (MWD) is a sustainable solution - based on efficiency, ensuring water availability in the future, through the conscious use in the present. In this context, this research was based on these concepts in order to promote a reduction in water consumption. The case of the Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) was studied, since it is a public setting, a large consumer of water and subjected to large water losses. In the analysis, the site and the supply system of UFCG were diagnosed, as well as the behavior and perception of users related to efficient water use, through interviews, and, finally, simulations of strategies of MWD were performed. It was found that the water demand at UFCG presented an absolute growth of 118% from 2004 to 2010, which was caused by growth of population, construction area, supply system leaks and bad habits of users. Regarding users, it was perceived disapproval of their own water conservation habits. This same assessment about users is shared by the managers of the institution, who considered to implement programs of water use reduction. The simulations showed reduced rates of water consumption up to 50% with the replacement of toilets at bi-command (3/6 liters) flush and a return of investment in less than 12 months. When considering construction of cisterns to capture rainwater and use in the supply of toilets, it was found that for buildings with 8, 6 and 4 toilets, the optimum capacity of the reservoirs are 20 m³, 25 m³ and 40 m³ with a utilization rate of the system in 11%, 18% and 32%, respectively, showing that the strategies are both environmentally and financially viable.

Key - words: management of water demand, water conservation, public sector.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	v
AGRADECIMENTOS	vi
RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
SUMÁRIO	ix
LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE TABELAS	xv
LISTA DE SIGLAS	xvi
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO	19
CAPÍTULO II – REVISÃO DE LITERATURA	22
2.1 Gestão dos recursos hídricos no Brasil.....	22
2.2 Desenvolvimento sustentável	24
2.3 Gestão da demanda de água.....	26
2.4 Medidas de redução do consumo de água	29
2.4.1 Bacia Sanitária	29
2.4.2 Torneira	32
2.4.3 Mictórios	34
2.4.4 Aproveitamento de água pluvial	35
2.4.5 Comportamento humano para conservação da água	37
2.5 Ambientes públicos e o gerenciamento da demanda.....	39
2.6 Estudos e práticas de gerenciamento da demanda de água em instituições de ensino	41
CAPÍTULO III – CASO DE ESTUDO	46
3.1 Cidade de Campina Grande.....	46
3.2 Crise no sistema de abastecimento de água de Campina Grande.....	47

3.3 Universidade Federal de Campina Grande - UFCG.....	51
3.3.1 Breve histórico, contexto de criação e importância do ensino superior.....	51
3.3.2 O programa REUNI	54
3.3.3 UFCG - Campus de Campina Grande.....	57
CAPÍTULO IV – METODOLOGIA.....	61
4.1 Diagnóstico do local e do sistema de abastecimento.....	61
4.1.1 Diagnóstico do local.....	61
4.1.2 Diagnóstico do sistema de abastecimento de água	62
4.2 Avaliação dos usuários e gestores da UFCG.....	63
4.2.1 Seleção da amostra.....	63
4.2.2 Aplicação dos questionários.....	64
4.2.3 Categorias de análise.....	65
4.3 Simulações de cenários de gerenciamento da demanda de água.....	66
4.3.1 Determinação do índice de redução de consumo de água e retorno do investimento.....	67
4.3.2 Projeto de captação de água de chuva na UFCG	69
CAPÍTULO V – RESULTADOS E DISCUSSÕES	73
5.1 Diagnosticar o local e o sistema de abastecimento.....	73
5.1.1 Diagnóstico do local.....	73
5.1.1.1 População	73
5.1.1.2 - Área construída e de cobertura.....	74
5.1.1.3 Pontos de consumo.....	75
5.1.1.4 Características do consumo de água da UFCG	75
5.1.2 Diagnóstico do sistema de abastecimento de água	80
5.2 Avaliação dos usuários e gestores da UFCG	85
5.2.1 Categoria de análise 1 – percepção do próprio uso.....	85
5.2.1.1 Bacia Sanitária.....	86

5.2.1.2 Torneira	87
5.2.1.3 Mictório	89
5.2.1.4 Chuveiro	90
5.2.2 Categoria de análise 2 – análise da percepção geral sobre a sua própria consciência no uso da água, do gerenciamento local do sistema e GDA.....	91
5.3 Simulações de cenários de gerenciamento da demanda de água.....	101
5.3.1 Simulação 1 - Substituição das bacias sanitárias convencionais por bi-comando (3/6 litros).....	101
5.3.2 Simulação 2 - Substituição das torneiras convencionais por hidromecânicas	102
5.3.3 Simulação 3 - Substituição das torneiras convencionais por sensor de presença	103
5.3.4 Simulação 4 - Substituição dos mictórios convencionais por hidromecânicos.....	103
5.3.5 Simulação 5 - Construção de cisterna para captação de água de chuva e aproveitamento no abastecimento das bacias sanitárias	104
CAPÍTULO VI – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	114
CAPÍTULO VII – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	117
ANEXOS	128
ANEXOS 1 – Questionários aplicados aos usuários e gestores da UFCG	129
ANEXOS 2 – Composição de preço unitário	134
ANEXOS 3 – BDI.....	137

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Modelos de bacias sanitárias.....	30
Figura 3– Bacia sanitária a vácuo.....	31
Figura 2– Bacia sanitária bi-comando.....	31
Figura 4– Torneira hidromecânica.....	32
Figura 5– Torneira por sensor de presença.....	33
Figura 6– Arejador para torneiras.....	33
Figura 7– Válvula hidromecânica para mictórios.....	34
Figura 8– Válvula de acionamento por sensor de presença.....	35
Figura 9– Esquema do sistema de captação de água chuva.....	36
Figura 10 - Localização da cidade de Campina Grande – Paraíba.....	46
Figura 11– Vista da barragem e vertedouro do açude Epitácio Pessoa-PB.....	48
Figura 12 – Evolução do volume armazenado nos últimos 10 anos do açude Epitácio Pessoa.....	50
Figura 13– Construção da Escola Politécnica em Bodocongó.....	53
Figura 14– Escola Politécnica concluída (hoje atual Centro de Humanidades).....	54
Figura 15– Evolução da quantidade de universidades federais brasileiras entre 2003 e 2010.....	55
Figura 16– Distribuição das universidades federais nos estados brasileiros, com destaque na Paraíba.....	56
Figura 17 - Bairros de Campina Grande e seta indicando UFCG.....	58
Figura 18 - Vista aérea da cidade de Campina Grande com destaque para a UFCG (caso de estudo).....	58
Figura 19 - Vista aérea do Campus de Campina Grande da UFCG.....	59
Figura 20 - Representação dos Setores (A, B e C) do Campus de Campina Grande – UFCG.....	59
Figura 21 – Esquema do sistema de captação e distribuição da água de chuva.....	70
Figura 22 – Evolução do consumo anual de água do Campus de Campina Grande – UFCG.....	76

Figura 23 - Índice de consumo da UFCG nos anos de 2004 e 2010.	77
Figura 24 – Variação do consumo de água mensal no ano de 2009 e 2010.....	78
Figura 25 – Detalhe do posicionamento da rede de abastecimento interna do Campus.	81
Figura 26 – Reservatório em concreto armado para abastecimento do Campus.....	82
Figura 27 – Tubulações expostas.....	83
Figura 28 – Riacho como fonte de rega dos jardins.	84
Figura 29 – complexo esportivo da UFCG.....	85
Figura 30 – Resposta dos usuários sobre frequência de uso da bacia sanitária.....	86
Figura 31 – Frequência de uso das torneiras dos lavatórios.....	88
Figura 32 – Tempo médio de uso das torneiras dos lavatórios.	88
Figura 33 – Frequência de uso dos mictórios.....	90
Figura 34 – Frequência de uso do chuveiro.....	91
Figura 35 – Aparelhos que mais consomem água na UFCG segundo os usuários.	91
Figura 36 – Porcentagem dos usuários que tem hábitos de desperdício de água.	92
Figura 37 – Nota dada para a consciência dos usuários para economia de água.	92
Figura 38 – Observação das torneiras abertas e os motivos que os usuários consideram que são deixadas abertas.....	93
Figura 39 – Porcentagem dos entrevistados que tem conhecimento dos problemas de abastecimento de água de Campina Grande.	94
Figura 40 – Porcentagem dos entrevistados que acham que a UFCG perde muita água por vazamentos.	94
Figura 42 – Porcentagem dos entrevistados que avaliam a UFCG no quesito correção de vazamentos.	95
Figura 41 – Porcentagem dos entrevistados que observam problemas de vazamento na bacia sanitária (esquerda) e lavatório (direita).....	95
Figura 43 – Porcentagem dos usuários que acham que a UFCG deveria investir em programas de redução de água.	96
Figura 44 – Conhecimento dos usuários das medidas para reduzir consumo de água.....	96

Figura 45 – Principal obstáculo para não implantação de medidas de redução do consumo de água.....	97
Figura 46- Porcentagem dos entrevistados que acham que a UFCG perde muita água por vazamentos (Gestores).....	98
Figura 47- Porcentagem dos entrevistados que avaliam a UFCG no quesito correção de vazamentos (Gestores).....	99
Figura 48– Porcentagem dos gestores que acham que a UFCG deveria investir em programas de redução de água.	100
Figura 49– Porcentagem dos gestores que consideram os usuários desperdiçadores de água. ...	100
Figura 50– Nota dada pelos gestores para medir a consciência dos usuários para economia de água.....	101
Figura 51 – Precipitação média mensal para o período de estudo.....	105
Figura 52 – Relação volume do reservatório e consumo de água tratada para diferentes demandas diárias. Abaixo, detalhe das curvas.	107
Figura 53 – Relação volume do reservatório e índice de aproveitamento do sistema para diferentes demandas de água.	108

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Descrição das simulações dos cenários de GDA.....	66
Tabela 2 – Estrutura Tarifária da CAGEPA para categoria pública.....	69
Tabela 3 - Evolução da população da UFCG de 2004 para 2010.....	74
Tabela 4 – área construída da UFCG em 2004 e 2010.....	74
Tabela 5 – Quantidade de aparelhos hidrossanitários da UFCG.....	75
Tabela 6 – Consumo médio diário dos hidrômetros durante a semana em período letivo (2011).	79
Tabela 7 – Consumo médio dos hidrômetros durante final de semana (2011).	79
Tabela 8 – Nome dos hidrômetros e número de inscrição.	81
Tabela 9 – Consumo mensal durante período letivo de 2010.....	86
Tabela 10 – Resumo dos resultados das simulações	104
Tabela 11 – Cálculo da demanda diária.	105
Tabela 12 – Exemplo da planilha de simulação da conservação de massa.	106
Tabela 13 – Consumo de água tratada e índice de aproveitamento para diferentes valores do volume do reservatório (2 e 4 bacias).....	109
Tabela 14 – Consumo de água tratada e índice de aproveitamento do sistema para diferentes valores do volume do reservatório (6 e 8 bacias).	109
Tabela 15 – Análise financeira para bloco com 2 bacias.	110
Tabela 16 – Análise financeira para bloco com 4 bacias.	111
Tabela 17 – Análise financeira para bloco com 6 bacias.	112
Tabela 18 – Análise financeira para bloco com 8 bacias.	113

LISTA DE SIGLAS

- ABNT** – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ADENE** - Agência de Desenvolvimento do Nordeste
- AESA** - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba
- ANA** - Agência Nacional de Águas
- BDI** – Bonificação/Benefícios e Despesas Indiretas
- CAERN** – Companhia de Água e Esgoto do Rio Grande do Norte
- CAGEPA** – Companhia de Água e Esgotos da Paraíba
- CCBS** - centro de Ciências Biológicas e da Saúde
- CCJS** - Centro de Ciências Jurídicas e Sociais
- CCT** - Centro de Ciências e Tecnologia
- CCTA** - Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar
- CDSA** – Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido
- CE** - Ceará
- CEEI** - Centro de Engenharia Elétrica e Informática
- CES** - Centro de Educação e Saúde
- CFP** - Centro de Formação de Professores
- CH** - Centro de Humanidades
- CMMAD** - Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente
- CSTR** - Centro de Saúde e Tecnologia Rural
- CTRN** - Centro de Tecnologia e Recursos Naturais
- DART** – Departamento de Artes
- DNOCS** – Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
- DTA** - Documentos Técnicos de Apoio

FACE - Faculdade de Ciências Econômicas de Campina Grande

FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo

GDA – Gerenciamento da Demanda de Água

GFN - Global Footprint Network

HUAC – Hospital Universitário Alcides Carneiro

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IC - Índice de Consumo

ONU – Organização das Nações Unidas

PB – Paraíba

PE - Pernambuco

PBQP-H - Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Habitat

PDE - Plano de Desenvolvimento da Educação

PNCDA - Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água

PU – Prefeitura Universitária da UFCG

PURA - Programa de Uso Racional da Água

PVC – Cloreto de Polivinila

REUNI - Programa de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais

RN – Rio Grande do Norte

SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

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

SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

SINGREH- Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos

SINTRICON - Sindicato dos Trabalhadores nas Indústrias da Construção e do Mobiliário de João Pessoa e Região

UFBA – Universidade Federal da Bahia

UFCG – Universidade Federal de Campina Grande

UFPB - Universidade Federal da Paraíba

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

USP – Universidade de São Paulo

VDR – Volume de Descarga Reduzido

VLP – Valor Presente Líquido

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 essa crise pode resultar em um dos mais graves problemas a serem confrontados neste século (BACCI; PATACA, 2008).

Segundo Anersen (s.d *apud* VILLIERS, 2002), um em cada cinco países estará sujeito a experimentar uma severa falta de água dentro de 25 anos. Segundo previsões da *Population Action International*, a população vivendo com falta de água vai quintuplicar até 2050 em relação aos 436 milhões de pessoas nestas condições em 1997 (VILLIERS, 2002).

Dentre os fatores de antecipação deste cenário estão o mau uso do recurso, poluição, as mudanças climáticas e o crescimento da demanda de água no setor agrícola, industrial e urbano, provocado pelo desenvolvimento socioeconômico, aumento e concentração da população. De fato, de acordo com Appan (1999), estima-se um acréscimo de 5 bilhões de habitantes nas grandes cidades até 2025, de maneira que o abastecimento dos centros urbanos com recursos cada vez mais escassos, distantes e poluídos consiste em um grande desafio.

O Brasil apesar de possuir uma das maiores bacias hidrográfica do planeta, detendo cerca de 12 % de toda água doce do mundo, sofre com problemas de escassez de água devido a má distribuição deste recurso (TOMAZ, 2001 *apud* MARINOSK *et al.* 2008). Esta situação é mais preocupante em regiões semiáridas, como o Nordeste brasileiro e, em particular, o estado da Paraíba. Segundo relatório produzido pela ADENE (2011), as zonas Agreste-Brejo e Semiárida, perfazendo 90,7% do território paraibano, estão inseridas no Polígono das Secas, caracterizadas principalmente pela escassez de água provocada pelas secas sucessivas. Diante desta realidade, torna-se indispensável refletir sobre o “desenvolvimento sustentável” – entendido como aquele que atende às necessidades do presente resguardando as possibilidades das gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades (CMMAD, 1987) – assim como sobre práticas de abastecimento adequadas à conjuntura ambiental.

Neste sentido e como forma de resposta à escassez de água nas grandes cidades, o poder público quase sempre busca a solução padrão de ofertar água a qualquer custo, com construção de barragens, canais, transposições etc., priorizando a expansão da oferta, ou seja, busca do recurso hídrico visando apenas atender a quantidade demandada, alternativa que

gera elevados custos econômicos, sociais e ambientais. Este modelo de expansão da oferta poderia ser evitado, retardado ou até mesmo implantado conjuntamente ao gerenciamento da demanda.

Ao termo “gestão da demanda” corresponde toda e qualquer medida voltada a reduzir o consumo final dos usuários do sistema, sem perda dos atributos de higiene e conforto dos sistemas originais. Essa redução pode ser mediante mudanças de hábitos de uso da água ou com adoção de aparelhos e equipamentos poupadores (BRAGA; GOBETTI, 1997). A gestão da demanda, portanto, está diretamente ligada à gestão da oferta. O seu foco está no uso racional da água, na preocupação com a demanda do consumidor final, procurando utilizar a água de forma mais eficiente.

Para tal implantação, existem medidas estruturais, como medidores de consumo (hidrômetros), uso de equipamentos poupadores de água como bacias sanitárias de descarga reduzidas (3 e 6 litros), torneiras hidromecânicas, arejadores para torneiras e chuveiros, reuso de água, captação de água de chuva; medidas não-estruturais que interferem no comportamento do usuário, tais quais as campanhas educativas, outorga, cobrança, leis etc. são igualmente possíveis.

De acordo com Ywashima *et al.* (2006) mesmo com o emprego de tecnologias economizadoras nos pontos de consumo, sem a devida sensibilização dos usuários, ações de gestão da demanda podem acarretar resultados modestos quando comparados a situações em que os usuários possuem uma postura economizadora de água, pois o comportamento e a atitude dos usuários na realização das atividades que envolvem o emprego da água são determinantes para um resultado positivo no uso racional da água.

Apesar de vivermos em uma região crítica quanto à escassez de água, infelizmente ainda observamos nos dias atuais práticas inadmissíveis de mau uso de água, fato este que expõe a ausência de educação e de percepção da atual sociedade e dos governantes para um manejo sustentável do recurso hídrico. O consumo de água poderia ser bem menor, se não ocorressem tantas perdas e desperdícios, que acontecem devido a problemas nos sistemas de abastecimento de água e por causa do comportamento, nem sempre adequado, dos usuários (MOTA, 2002).

Em resposta, o gerenciamento da demanda propõe um consumo sustentável, consciente e sem desperdícios, sendo encarado em todos os âmbitos como uma medida correta, seja financeira, social, política e principalmente ambiental, pois sua preocupação

maior é na qualidade do consumo, tendo como protagonista o consumidor final, responsável pela redução no risco de desabastecimento. Neste sentido, as instituições públicas, de maneira geral, e as universidades, em particular, aparecem como um objeto de estudo privilegiado, uma vez que representam potenciais propagadores de ideias, setores de grandes impactos no consumo, seja na redução de consumo, como no combate ao desperdício.

Partindo-se do pressuposto que o desperdício e o mau uso da água é mais considerável nestes ambientes, a busca pela redução do consumo da água em tais setores é um desafio em gerenciamento da demanda. A guia de ilustração convém citar uma pesquisa realizada na cidade de Campinas em edificações escolares. Segundo Gonçalves *et al.* (2004), os sistemas prediais de água possuem elevados índices de patologias e que isso decorre de muitas razões, dentre as quais: falta de sensibilização dos usuários com relação à conservação, falta ou ineficiência de manutenção, e a não responsabilidade direta pelo pagamento da conta de água. Como exemplo, o autor comenta que uma escola obteve uma redução do consumo de 76% em virtude do conserto do vazamento no alimentador predial.

Analisando o papel fundamental da gestão da demanda de água no processo de sustentabilidade, como parte integrante na solução de problemas no sistema de abastecimento de água, esta dissertação apresenta reflexões que poderão fornecer subsídios aos gestores no que concerne à elaboração de um possível programa de uso racional da água para a categoria pública, especificamente a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

O objetivo geral deste trabalho é, portanto, avaliar a demanda em ambientes públicos e propor medidas de gerenciamento da demanda de água visando à redução do consumo de água. Como objetivos específicos, têm-se:

- diagnosticar o local e sistema de abastecimento interno da UFCG, a partir do conhecimento das principais características físicas e de consumo de água;
- observar o comportamento dos usuários e gestores da UFCG, atendo-se mais precisamente às suas práticas, preferências e percepções acerca do uso racional da água;
- simular cenários de medidas de gerenciamento da demanda de água a serem implantados na UFCG, analisando seus impactos na economia de água e viabilidade financeira, de maneira a estabelecer indicativos para possíveis intervenções dentro da instituição.

2.1 Gestão dos recursos hídricos no Brasil

O grande aumento da população nos grandes centros urbanos está provocando um desequilíbrio na exploração dos recursos naturais, em especial a água-fonte primordial para a existência de vida, e este fato tem gerado grandes discussões sobre maneiras de reverter esta tendência em um desenvolvimento sustentável para o meio ambiente. Com isso surge um sério problema, a humanidade necessita de água para sobreviver e, por outro lado, consome, polui e desperdiça (mau uso) esse precioso bem, restando, então, indagar de que modo gerenciar tais recursos de modo sustentável.

Em consonância com este desafio o Brasil vem produzindo políticas, programas e leis com a finalidade de valorizar seus recursos hídricos e melhorar a gestão da água, podendo citar os principais fatos:

- Código das águas de 1934;
- Constituição Federal de 1988;
- Política Nacional de Águas – Lei das Águas – Lei 9.433/97;
- Criação da ANA (Agencia Nacional de Águas);
- Criação da PNCDA (Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água);
- Programas estaduais de gerenciamento de água, como PURA paulista.

O grande marco inicial foi a aprovação do Código das Águas de 1934, documento estabelecido sob a ótica da priorização do setor de energia elétrica, tendo em vista que o país encontrava-se em um processo de industrialização, sendo fundamental a proteção e aproveitamento do potencial hidro-energético nacional. Contudo, como consequências do desenvolvimento e expansão da cadeia industrial do país, surgiram novos problemas a serem enfrentados, tais como as fontes de águas, que se tornaram mais distantes dos consumidores; a poluição dos mananciais, que ocasionou perda na qualidade e elevação no custo do abastecimento; ou ainda a concentração da população nos centros urbanos, que foi acompanhada do surgimento de novos problemas, como a escassez de água e as dificuldades de sua conservação.

Com a promulgação da Constituição de 1988, novos conceitos são ressaltados conforme preceitua o artigo 170, a ordem econômica deverá resguardar o princípio da defesa e equilíbrio do meio ambiente e ainda segundo o artigo 225, “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”.

Mais adiante houve a formulação da lei nº 9.433/97, um dos instrumentos institucional mais moderno de gerenciamento dos recursos hídricos que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e a criação do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, estabelecendo compromisso com a disponibilidade de água para o presente e futuras gerações, buscando o desenvolvimento sustentável por meio do uso racional da água e da gestão integrada. Esta extensa lei é dividida em três seções: (i) princípios; (ii) instrumentos de gestão; e (iii) um quadro institucional da aplicação dos princípios e implementação dos instrumentos (GARRIDO, s.d.).

Em junho de 1998, por meio do decreto 2612 de 03/07/98, foi criado o Conselho Nacional de Recursos Hídricos, a mais alta hierarquia do sistema nacional de recursos hídricos, responsável por estabelecer os critérios para outorga do direito de uso das águas e pela cobrança do mesmo, assim como promover planejamentos nos diversos níveis de gestão (ANA, 2002 *apud* SILVA *et al.*, 2011).

Em junho de 2000, por meio da Lei nº 9.984, foi criada a Agência Nacional de Águas - ANA como solução para a necessidade de coordenação entre as instâncias e direcionada a implementar o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (Singreh) (ANA, 2005).

Em termos de programa de governo destaca-se o PNCDA (Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água), instituído em 1997 pelo Governo Federal, tendo como objetivo subsidiar na promoção do uso mais eficiente da água nas cidades brasileiras, comportando ações no âmbito da bacia hidrográfica, sistema de abastecimento de água e modificações no comportamento dos usuários visando um uso mais racional do insumo. O programa tem como base na capacitação, elaboração de estudos (DTA - Documentos Técnicos de Apoio), disseminação tecnológica e articulação institucional visando o combate ao desperdício de água.

Na esfera estadual, cita-se o exemplo do PURA (Programa de Uso Racional da Água), criado em 1996 pela SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo), com o principal objetivo de combater o desperdício, atuando na demanda de consumo de água, incentivando o uso racional por meio de ações tecnológicas e medidas de conscientização dos clientes. Destacam-se também os seguintes objetivos (SABESP, 2012):

- reduzir o consumo de água para atender maior número de usuários;
- otimizar os sistemas através da diminuição das demandas horárias de água;
- reduzir os volumes de esgoto a serem tratados;
- preservar os recursos hídricos;
- diminuir a demanda de energia elétrica na operação de sistemas de abastecimento de água;
- diminuir os investimentos na captação de água em mananciais cada vez mais distantes das concentrações urbanas e em sistemas de tratamento e distribuição;
- prorrogar a vida útil dos mananciais existentes, ou seja, preservar os recursos hídricos disponíveis;
- diminuir as demandas horárias de esgoto a coletar e, conseqüentemente, reduzir os investimentos em redes e estações de tratamento.

Diante deste cenário legal, a preservação das águas do Brasil requer um planejamento cuidadoso para fazer cumprir as leis existentes, atender as demandas para usos múltiplos, prevenir a poluição, evitar conflitos e enfrentar os desafios futuros (BENJAMIM; MARQUES; TINKER, 2005).

2.2 Desenvolvimento sustentável

O abastecimento de água torna-se a cada dia mais problemático devido ao acentuado crescimento populacional, expansão das atividades econômicas, elevação da demanda de água, oferta de água cada vez mais escassa e cara e uso ineficiente de água (BRAGA, 2001). Esta situação tem alertado sobre a urgência da conservação e preservação do meio ambiente, surgindo nas discussões o termo desenvolvimento sustentável.

Com a elaboração do relatório de Bruntland em 1987 pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento criada pela ONU com o objetivo de debater sobre os

padrões de produção e consumo vigentes, consolidando e popularizando o conceito de desenvolvimento sustentável. Esta comissão foi criada no processo preparatório da Conferência das Organizações das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Humano, chamada Rio-92, para elaborar uma agenda global de mudança, a Agenda 21 (ALBUQUERQUE, 2004).

A necessidade do uso sustentável dos recursos hídricos é um dos pontos existenciais da Agenda 21. O seu capítulo 18 retrata a proteção da qualidade e do abastecimento dos recursos hídricos, destacando temas como 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 semiáridas), desenvolvimento de novas alternativas de abastecimento de água (GUEDES, 2009).

De acordo com o próprio relatório de Brundtland, o desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades.

Já Almeida (2002 *apud* SAMPAIO 2009), considera que uma nova visão de desenvolvimento pode ser firmada em bases econômicas, sociais, políticas, ambientais e culturais mais sustentáveis, por apresentar a constante escassez dos recursos naturais, o aumento do padrão desenvolvimentista industrial entre outros fatores que impulsionam a construção de um novo modelo de desenvolvimento baseado nas dimensões da sustentabilidade.

Siche *et al.* (2007) consideram sustentabilidade um conceito complexo e que possui distintos significados, mas em todas está intrínseco o conceito de equilíbrio da biosfera e do bem estar da humanidade. Se o desenvolvimento atual não é sustentável é por que se degradam serviços ambientais indispensáveis ao nosso bem estar e que não podem ser substituídos pelo capital humano.

Para a GFN (2012), sustentabilidade é a relação entre as taxas de produção e consumo dos recursos naturais. Quando a pressão da sociedade sobre os recursos está dentro do poder de recomposição da natureza, trata-se de uma ação sustentável, porém quando as demandas dos recursos ecológicos ultrapassam a capacidade de regeneração, ocorre o chamado excesso ecológico.

No âmbito mais específico dos recursos hídricos, Pio (2000) afirma que “o uso sustentável da água, a ser alcançado por meio de um gerenciamento integrado, participativo e

descentralizado, cujo objetivo seja a utilização racional, maximizando seu múltiplo uso, é fator condicionante para o desenvolvimento das nações”.

Salati *et al.* (1999) ressaltam ainda que a água é fator limitante para o desenvolvimento sustentável, com isso é importante o conhecimento dos meios que tornam ou venha a torná-la limitante. A escassez pode ser um entrave para o desenvolvimento sustentável.

Logo, a sustentabilidade não deve se limitar apenas ao conceito teórico, mas como parte integrante das atitudes, ações do cotidiano dos cidadãos, sendo incorporada nos ensinamentos básicos acadêmicos para a formação de capital humano consciente no enfrentamento deste problema. A sustentabilidade hídrica é tida como primordial e urgente, visto que o equilíbrio natural e a recomposição do sistema não estão sendo respeitadas e os efeitos devastadores da sua escassez em todo mundo já estão sendo constatados, comprometendo a futuro da humanidade.

Diante deste cenário, ressalta-se a necessidade de programas de gerenciamento de recursos hídricos que possam reverter a tendência de exploração insustentável, garantindo a proteção, conservação e o uso apropriado da água em virtude da condição existencial da vida no planeta.

2.3 Gestão da demanda de água

A escassez já é uma realidade não apenas nas regiões semiáridas. Este fato alcança o mundo todo, pois o crescimento populacional, aliado à intensificação das atividades industriais, ao uso irracional, às secas, às erosões do solo e à desertificação, tem gerado problemas relacionados à falta de água, para o atendimento das necessidades mais elementares da população (SOUZA; VIEIRA, 2004).

Em resposta a escassez de água, a solução usual das políticas governamentais quase sempre é a busca pelo suprimento da água demandada, priorizando a expansão da oferta, através da construção de obras hidráulicas, como barragens, canais, adutoras, alternativa que gera elevados custos ambientais, econômicos e sociais, enfatizando o paradigma convencional citado por Gonçalves (1995), que reflete a ideia que a qualidade de vida da população pode ser medida em termos de consumo *per capita* de água.

Contudo, o aumento da capacidade do sistema pode e deve ser alcançado devido a conservação da água, principalmente quando não está disponível recursos financeiros e hídricos, situação na qual a construção de obras se torna inconcebível sob a ótica econômica e ambiental (STUDART; CAMPOS, 2001).

Silva *et al.* (1999) afirmam que gerenciamento da demanda representa uma nova abordagem à tradicional prática da expansão contínua da oferta que busca o atendimento às demandas apenas através da construção de obras, práticas que em muitas regiões têm se mostrado não sustentáveis.

Logo, o gerenciamento da demanda de água pode ser uma alternativa viável para aprimorar o sistema de abastecimento de água para atender as necessidades futuras, sendo uma alternativa emergente em que vários estudos demonstram sua eficácia, seja por meios tecnológicos, campanhas educativas e atribuição de preço a água (FRIEDMAN *et al.*, 2011).

Denomina-se gestão da demanda toda e qualquer medida voltada a reduzir o consumo final dos usuários do sistema, sem perda dos atributos de higiene e conforto dos sistemas originais. Essa redução pode ser buscada mediante mudanças de hábitos de uso da água ou com a adoção de aparelhos e equipamentos poupadores (BRAGA; GOBETTI, 1997).

Segundo Brooks (2005) o gerenciamento da demanda de água pode ser definido como qualquer método técnico, econômico, administrativo, financeiro ou social que confira os seguintes itens:

- 1- reduzir a quantidade ou a qualidade de água necessária para realizar uma tarefa específica;
- 2- hierarquizar o uso da água, utilizando águas mais nobres para atividades que exijam tal qualidade;
- 3- Reduzir a perda de quantidade e qualidade da água na fonte, no consumo e no descarte;
- 4- Distribuir melhor o consumo para evitar picos de demanda.

Winpenny (1997) define o gerenciamento da demanda de água como uma política que enfatiza uma melhor utilização das fontes existentes, em vez de buscar novas, através de conjunto de incentivos que incluem estímulo de preços, subsídios, medidas de conservação, tratamento e reciclagem, conscientização ou programa de educação.

O gerenciamento da demanda de água ao longo dos tempos foi tratado como alternativa secundária para a solução de problemas de abastecimento de água. Porém nos

últimos períodos houve um maior entendimento que o processo é mais complexo, pois engloba o comportamento humano e suas necessidades, tendo em vista que são condutas mutáveis no espaço e no tempo (BROOKS, 1997).

Se não houvesse tantas perdas e desperdícios por razão do comportamento inadequado dos usuários e por problemas nos sistema de água, o consumo de água poderia ser bem menor (MOTA, 2002).

Desta forma existe o entendimento da importância do usuário final na participação decisiva para conquista de resultados positivos, pois a lógica de que seu comportamento é considerado como fator indispensável traz consigo um novo paradigma sobre o gerenciamento de recursos hídricos, pois o ator principal é o usuário e sua qualidade de consumo, conceito inerente de desenvolvimento sustentável.

Desta maneira Savenije e Van Der Zagg (2002) ressaltam que a gestão da demanda é aplicada através das seguintes medidas: i) medidas estruturais, onde a redução de consumo de água é proporcionada pela adoção de alternativas tecnológicas; ii) medidas não-estruturais, embasadas em incentivos econômicos e legais à mudança de comportamento dos usuários etc.

Albuquerque (2004) pormenoriza as várias alternativas para implantação da gestão da demanda de água, sendo elas:

- **Ações tecnológicas:** medição individualizada em edifícios, instalações prediais que reduzam o consumo (aparelhos poupadores), sistemas individuais ou comunitários de captação de água de chuva, reuso de água, micro e macro medição na rede, sistemas automatizados de monitoramento e controle da rede de distribuição, 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, 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, cobrança pelo uso da água bruta, entre outros; e
- **Ações regulatórias/institucionais:** legislação que induza o uso racional da água, regulamentação de uso da água para usos externos, outorga pelo uso da água, criação de comitês de bacias etc.

Diante desses conceitos, a presente dissertação se dedica ao estudo das ações tecnológicas, sendo empregadas: sistema de captação de água de chuva e substituição de aparelhos hidráulicos convencionais por poupadores de água (bacia sanitária, torneiras e mictórios); e no âmbito das ações educacionais, por meio do entendimento da percepção e comportamento dos usuários e gestores para subsidiar na adoção futura de políticas voltadas a reduzir o consumo de água.

2.4 Medidas de redução do consumo de água

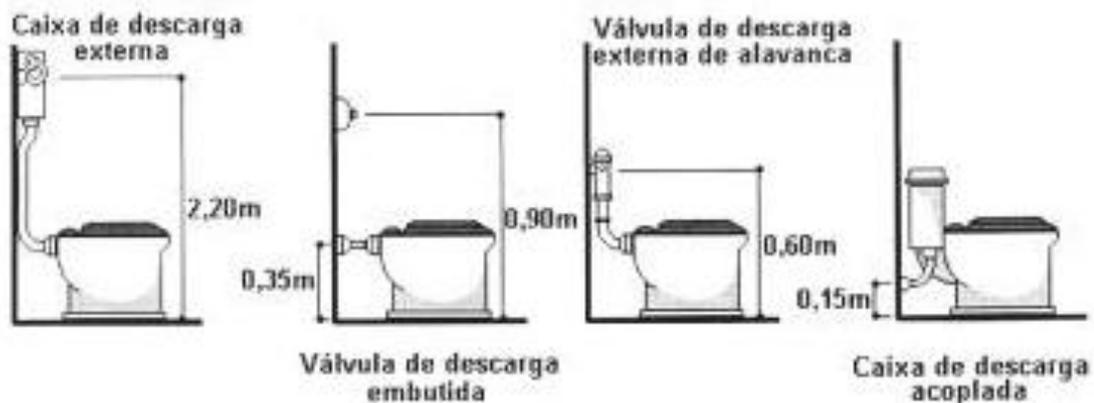
2.4.1 Bacia Sanitária

Bacia sanitária é um aparelho de formato anatômico, composto de um poço de água com a finalidade de receber os dejetos humanos e um dispositivo de acionamento manual capaz de removê-los mediante uso de água.

Como forma de reduzir o consumo de água nas bacias sanitárias foram propostas modificações na sua estrutura, de forma a reduzir o consumo desnecessário de água.

Em 1997, assim como foi feito nos países desenvolvidos, o Ministério do Interior, através do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Habitat – PBQP-H estabeleceu em norma novos limites máximos de utilização de água para a limpeza de bacias sanitárias a serem implantados gradativamente até o ano de 2002. A determinação governamental colocou como prazo o ano de 1999 para o consumo limite de 12 litros por acionamento das bacias sanitárias. Em 2000 o limite máximo passou para 9 litros e a partir de 2002 todas as bacias fabricadas no Brasil somente poderiam ser comercializadas com volume de descarga de 6 litros (MONTANA, 2012).

As bacias sanitárias possuem vários modelos (Figura 1) variando de caixa de descarga externa, caixa de descarga acoplada, válvula de descarga externa e válvula de descarga embutida, sendo as últimas consideradas as que mais consomem água.



Fonte: Guedes (2009)

Figura 1- Modelos de bacias sanitárias.

Dentre os vasos sanitários mais econômicos e acessíveis no mercado, encontra-se o bi-comando (Figura 2), na qual para o acionamento da descarga de água existem dois botões, um com volume de seis litros por acionamento utilizado para remoção de sólidos e o outro com três litros para remoção de líquido.

Oliveira (2007) comenta que segundo estudo realizado em um edifício residencial durante 6 meses o impacto da redução no consumo de água da bacia bi-comando (6/3 litros) em relação à da bacia sanitária de 6 litros foi de 18%, apresentando um melhor desempenho quanto a sua capacidade de economizar água e sobre outros requisitos de desempenho:

- 1- quanto à remoção de sólidos, 94% dos usuários entrevistados afirmaram que a bacia bi-comando apresentou o mesmo desempenho da bacia de 6 litros;
- 2 - em nenhuma bacia sanitária foram observados vazamentos ou respingos de água durante a descarga;
- 3 - na bacia bi-comando não foi registrado ocorrência de obstrução.



Fonte: Deca (2012)

Figura 2– Bacia sanitária bi-comando.

Dentre os mais modernos, porém pouco usuais devido ao elevado preço de mercado, estão as bacias sanitárias a vácuo (Figura 3), muito utilizado em aeronaves e plataformas de petróleo com consumo de apenas 1,20 litros de água por acionamento. O sistema funciona com uma tubulação com pressão menor que a do ambiente externo, essa diferença de pressão gera uma entrada de aproximadamente 80 litros de ar para dentro da tubulação, carregando os dejetos. O volume de 1,20 litros é usado apenas para limpeza da bacia. Dentre as desvantagens estão a geração de ruído e o preço.



Fonte: Evac (2012)

Figura 3– Bacia sanitária a vácuo.

2.4.2 Torneira

As torneiras são dispositivos de controle de fluxo que, quando acionadas, liberam um determinado volume de água por tempo, podendo ser controlada para uma determinada utilidade, apresentando dois aspectos para economia de água (SCHMIDT, 2004):

- controle do tempo de acionamento;
- controle de vazão.

Os modelos econômicos disponíveis no mercado baseiam-se no sistema hidromecânico, por sensor de presença, por válvula de pé, por pedal, entre outras. Existem elementos que são adicionados a torneira que funcionam como redutores de água, os conhecidos arejadores.

As torneiras hidromecânicas, apresentada na figura 4, onde o controle de vazão é realizado pela regulagem de um registro de vazão, desta forma os usuários não interferem na vazão, que é convenientemente regulada em função da pressão no ponto. Já as torneiras com temporização de ciclo funcionam pressionando a válvula para liberação da água e a partir daí o fechamento é automático. Este tempo deve ser bem estabelecido para não ser curto demais e prejudicar a lavagem, tendo que ser acionando novamente, causando desconforto e excesso de água.



Fonte: Docol (2012)

Figura 4– Torneira hidromecânica.

As torneiras por sensores funcionam através da detecção da presença das mãos dos usuários, abrindo e fechando o fluxo de água de acordo com a proximidade. Este equipamento necessita de alimentação elétrica ou pelo uso de baterias alcalinas. A sua desvantagem está no

fato que faltando energia o sistema não funciona e no caso das baterias deve haver uma manutenção periódica para substituição quando descarregar (Figura 5).



Fonte: Draco (2012)

Figura 5– Torneira por sensor de presença.

Os arejadores são dispositivos reguladores e abrandadores do fluxo de saída de água, instalados na extremidade da torneira para promover o direcionamento do fluxo evitando dispersões laterais (respingo) e amortecimento do jato de água. Possui orifícios laterais para entrada de ar durante o funcionamento da peça, dando a impressão de maior vazão (Figura 6).



Fonte: Docol (2012)

Figura 6– Arejador para torneiras.

2.4.3 Mictórios

Mictórios são equipamentos instalados nos banheiros masculinos destinados a receber a urina em substituição do uso da bacia sanitária. Podem ser coletivos, atendendo a mais de um usuário simultaneamente ou individual.

Os coletivos têm a vantagem de propiciar o atendimento de mais usuários por metro linear de sanitário, podendo receber um número maior de pessoas em curtos períodos de pico. Contudo, as principais desvantagens, frente aos individuais, são a manutenção do aparelho, a pouca privacidade e a dificuldade de uso de um sistema eficiente de limpeza econômica.

Os individuais são fabricados em geral em louça cerâmica. Têm a vantagem de ser mais econômico e higiênico que o coletivo, pois o acionamento de água é individual.

Para propiciar mais economia de água, os mictórios estão sendo produzidos utilizando o mesmo sistema das torneiras hidromecânicas, através de acionamento com válvula temporizadora (Figura 7). Para o acionamento da descarga, o usuário deve pressionar o acionador, liberando o fluxo de água para a bacia do mictório, após determinado tempo ocorre o fechamento automático pela ação hidromecânica da válvula.



Fonte: Docol (2012)

Figura 7– Válvula hidromecânica para mictórios.

Existem ainda, válvulas de acionamento por sensor de presença (Figura 8). Quando o usuário se aproxima e se posiciona de frente ao mictório, o sensor capta sua presença, contudo o fluxo de água só é liberado após o afastamento do usuário.



Fonte: Draco (2012)

Figura 8– Válvula de acionamento por sensor de presença.

2.4.4 Aproveitamento de água pluvial

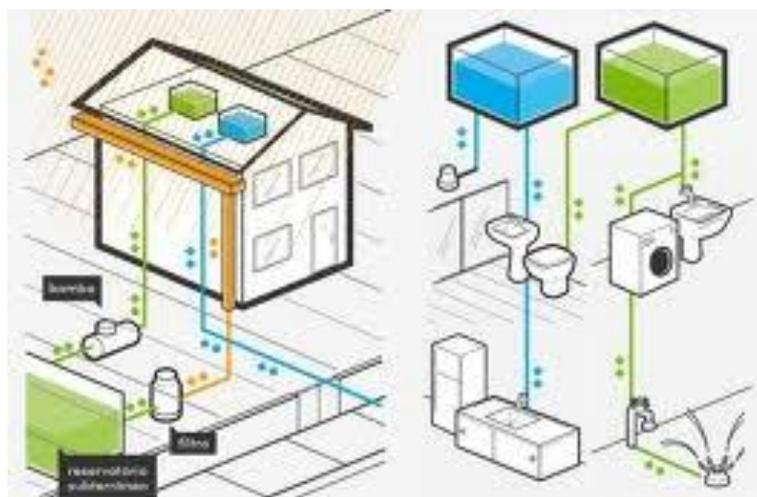
Uma das soluções para aumentar a oferta de água para as edificações é o aproveitamento da água pluvial. Esta se apresenta como uma boa alternativa, visto que, além dos benefícios de redução do consumo de água da concessionária, ainda surge como uma ação no combate às enchentes, funcionando como uma medida não-estrutural no sistema de drenagem urbana, reduzindo a pressão sobre estes sistemas (AMORIM; PEREIRA, 2008).

O Manual de Conservação e Reuso da Água em Edificações, elaborado em conjunto pela Agência Nacional das Águas (ANA), a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP) e o Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo (SindusCon) (ANA; FIESP; SINDUSCON-SP, 2005), apresentam uma metodologia básica para o projeto de sistemas de coleta, tratamento e uso de água de chuva. Esta metodologia consiste nas seguintes etapas:

- determinação da precipitação média local (mm/mês);
- determinação da área de coleta;
- determinação do coeficiente de escoamento;
- projeto dos sistemas complementares (grades, filtros, tubulações etc.);
- projeto do reservatório de descarte;
- escolha do sistema de tratamento necessário;
- projeto da cisterna;
- caracterização da qualidade da água pluvial;

- identificação dos usos da água (demanda e qualidade).

A Figura 9 ilustra um esquema do sistema de captação de água pluvial, na qual a área de captação é normalmente o telhado, por apresentar melhor qualidade, visto que são áreas isoladas do tráfego de pessoas e veículos. Outra vantagem é que permite que a água captada se direcione para o reservatório apenas por gravidade, diminuindo os custos de operação do sistema.



Fonte: Tratamento de água (2012)

Figura 9– Esquema do sistema de captação de água chuva.

Após a captação, a água escoa através de condutos horizontais (calhas) e depois nos tubos verticais que direcionam para o reservatório de armazenamento. Antes deve-se haver o descarte das primeiras águas, pois Xavier (2010) relata que de acordo com seu estudo sob condições controladas foi verificada acentuada melhoria na qualidade da água após 45 segundos de escoamento da água na tubulação, tempo esse equivalente a aproximadamente 0,5 mm de chuva após a eliminação, no desvio, do primeiro milímetro de água escoado sobre o telhado.

O reservatório de acumulação destina-se a retenção das águas pluviais coletadas, geralmente o reservatório de acumulação é o item mais oneroso para a implantação de um sistema de aproveitamento de água de chuva, por isso seu dimensionamento é de suma importância para evitar gastos desnecessários. Os materiais mais empregados para a construção são: alvenaria, concreto, fibra de vidro, placas pré-moldadas etc.

Para atenuar o problema da escassez hídrica, muitos países, incluindo o Brasil, além de incentivarem programas de combate ao desperdício, buscam a utilização de fontes alternativas de água, como o reuso das águas servidas e o aproveitamento da água de chuva. Esta última tem se destacado por ser relativamente barata e pela possibilidade de constituir fonte para usos potáveis, desde que seja realizado tratamento adequado (HAGEMAN, 2009).

2.4.5 Comportamento humano para conservação da água

Diante dos problemas de abastecimento de água, principalmente agravado pela tendência de crescimento e concentração desordenada dos grandes centros, há uma cobrança para os governos adotarem medidas de conservação de água em áreas urbanas. Contudo este desafio deverá ser enfrentado combinando estratégias tecnológicas e sócio-comportamentais para alcançar a conservação da água em todo mundo (CORRAL-VERDUGO, 2003).

O crescimento rápido da população humana é o grande foco dos problemas ambientais do planeta, segundo relatório da ONU, a população mundial elevou de 6 bilhões de habitantes em 1999 para a marca de 7 bilhões em 2011.

A mais grave ameaça que o mundo enfrenta é a ação humana, causada pelo crescimento populacional, consumo excessivo e falta de conservação dos recursos. Para escapar de um desastre ecológico e reverter este cenário, enormes mudanças em termos de comportamento humano e de práticas culturais da população devem ser necessárias. No entanto, é essencial perceber que esta conjuntura alarmante não está exclusivamente relacionada a problemas de cunho técnico e que suas possíveis soluções ultrapassam o domínio exclusivo das disciplinas de engenharia, física ou química. Segundo Oskamp (2000), trata-se sobretudo de uma questão de comportamento humano.

Dentre as formas de intervenção comportamental que mais apresentam êxito, estão aquelas acompanhadas por incentivos, seja com campanhas educacionais e legislações. Contudo, mudanças no estilo de vida normalmente são muito resistentes e antipáticas, devido ao fato de gerarem a sensação de corte, privação, obrigação, tornando essas medidas impopulares.

A resistência à mudança tem muitas fontes potenciais, segundo Oskamp (2000) dentre as quais: a) o comodismo, que pode adiar as ações até que os danos sejam irreversíveis;

b) o medo, que ao invés de servir de alerta pode levar as pessoas a negar as ameaças ambientais; c) a crença segundo a qual o desenvolvimento tecnológico é suficiente para solução dos problemas; d) a oposição à mudança de estilo de vida, entendida como sacrifício.

Um modo de vida sustentável requer, em teoria, uma propensão para o futuro. Antecipar as consequências do próprio comportamento e adotar um pensamento de longo prazo são características de indivíduos preocupados com o meio ambiente. Percebendo-se que as ações atuais têm consequências não apenas sobre o indivíduo, mas também sobre a coletividade, comportamentos sustentáveis são largamente recomendados (PINHEIRO, 2002).

Um dos fatores que interferem decisivamente para moldar o comportamento em prol da conservação dos recursos naturais é a educação, pois é através do conhecimento, do estudo, do aprendizado e das reflexões estimuladas no ambiente escolar e familiar que o cidadão é levado a perceber e discernir que suas atitudes no presente terão consequências futuras. Por intermédio de ações educativas, o cidadão, então consciente de seu papel de protagonista, entende que suas ações fazem a diferença tanto positivamente como negativamente para a sustentabilidade do meio ambiente, o que o leva a construir uma estrutura de referência e permitir a interiorização de comportamentos ambientais.

De acordo com Marques (1999) a expressão “colaboração escola-família” inclui as noções de parceria, responsabilidade e participação, baseada no entendimento de que o sucesso educativo só é possível com a colaboração de todos.

A correlação positiva e significativa entre escolaridade e orientação para o futuro aponta beneficentemente sobre as perspectivas de tempo. A experiência escolar ajuda na maturação, indução, capacidade de planejamento e responsabilidade. Assim, oferecer oportunidade de educação pode ser uma estratégia adequada aos entraves comportamentais e sócio-culturais ligados à problemática ambiental (CORRAL-VERDUGO *et al.*, 2006).

Neste sentido, torna-se imprescindível desenvolver projetos de educação ambiental com a comunidade, uma vez que a educação ambiental não deve ser vista como uma ação isolada, mas sim como um imperativo social a que cada cidadão esteja vinculado, procurando envolver a família e assim potencializar a adoção de comportamentos de uso eficiente da água (RIBEIRO, 2006).

A educação ambiental tende a formar uma população mais consciente e preocupada com o ambiente e seus problemas; uma população que tenha os conhecimentos, as

competências, o estado de espírito, as motivações e o sentido de compromisso que lhe permita trabalhar individual e coletivamente no enfrentamento dos problemas (RAPOSO, 1997).

Os objetivos da educação ambiental para servir de apoio para a implantação são definidos:

1 – consciência: tornar os cidadãos conscientes dos problemas e desafios, sensibilizando-os;

2 – conhecimento: ajudar os indivíduos e grupos a adquirir uma compreensão do ambiente global, dos problemas conexos, da importância do ser humano e do papel crítico que lhe incumbem;

3 – atitude: motivar os indivíduos para participarem ativamente de ações que visem o interesse na melhoria do meio ambiente;

4 – competência: ajudar a adquirir as competências necessárias à solução dos problemas do meio ambiente;

5 – capacidade de avaliação: ajudar em avaliar medidas e programas de educação ambiental, em função de fatores ecológicos, políticos, socioeconômicos, estéticos e educativos;

6 – participação: ajudar a desenvolver no indivíduo um sentimento de responsabilidade e urgência para tomada de medidas convenientes aos problemas do ambiente.

Estudos desenvolvidos por Watson *et al.* (1999) analisaram transformações no manejo eficiente da água, conhecimentos e intenções comportamentais, durante três anos, utilizando para isso programas curriculares nas escolas, assim como campanhas nas televisões em larga escala.

2.5 Ambientes públicos e o gerenciamento da demanda

O ambiente público é definido como aquele que, dentro do território urbano tradicional seja de uso comum e posse coletiva, pertence ao poder público (NARCISO, 2009).

Em edificações de uso público a eficiência do sistema de abastecimento de água assume grande importância, devido às seguintes características:

- grandes consumidores de água;

- altos índices de patologia nos sistemas hidráulicos;
- falta ou ineficiência na manutenção;
- falta de sensibilização dos usuários para conservação;
- o usuário não é o responsável direto pelo pagamento da conta de água.

Vale ressaltar que o ambiente público serve como referência para a sociedade, principalmente ambientes educacionais, pois tem o papel de formação de cidadãos, de maneira a conscientizar e preparar mentes capazes de praticar ações em benefício da própria sociedade.

Contudo os mais diversos trabalhos demonstram ainda a falta de coordenação e atuação dos gestores públicos para sanar os problemas.

Segundo Alitchkov e Ivanova (2003), o consumo de água em edifícios públicos depende do tipo de edifício e dos equipamentos sanitários; tipo e grau de manutenção dos sistemas prediais; cultura do uso da água pelos usuários; preço da água etc.

Os mais diversos trabalhos demonstram que a manutenção realizada na grande maioria dos edifícios públicos é ineficaz, sendo um reflexo da desvalorização ocorrida desde a fase inicial de concepção da edificação, agravado posteriormente pela baixa qualidade de materiais e componentes empregados, culminando na falta de políticas de manutenção (SALERMO, 2005).

Além disso, invariavelmente, o número de técnicos disponíveis para o serviço de manutenção é normalmente subdimensionado, principalmente se consideradas as edificações públicas. Ainda assim, nas edificações públicas têm-se o agravante de que o critério de seleção, tanto de produtos como de serviços em licitações é o de menor preço, acarretando, muitas vezes, a compra e instalação de componentes de baixa durabilidade, os quais necessitarão de intervenções frequentes.

Como consequência desse relativo descaso em todas as fases de geração, uso e operação de um empreendimento, tem-se verificado uma grande incidência de patologias nos sistemas prediais hidráulicos e sanitários.

A importância que a manutenção predial assume muda o paradigma de que o processo de construção é limitado à entrega da edificação para o uso. Desta forma, sua definição se contrapõe à ideia de se considerar as construções como produtos descartáveis, passíveis de simples substituição por novas construções, conceito avaliado como inviável sob o ponto de vista econômico e inaceitável sob o ponto de vista ambiental (ABNT, 1999).

Em uma análise mais abrangente, é possível destacar também as diferenças evidentes entre serviços públicos e privados, onde é perceptível uma maior dificuldade de aplicação de inovações e melhoria de serviços nas atividades públicas.

No serviço público, na maioria das vezes, os servidores possuem uma relação pouco participativa, alheios em relação ao que é produzido como um todo, gerando, dessa forma, uma relação onde todos são nivelados no mesmo patamar, independente de sua produtividade e do grau de qualidade do trabalho produzido.

Diante deste cenário o gerenciamento da demanda de água ganha um papel notório na solução e contribuição para redução substancial do consumo de água em qualquer ambiente, principalmente o público pelas questões levantadas.

2.6 Estudos e práticas de gerenciamento da demanda de água em instituições de ensino

Guedes (2009), em seu trabalho de dissertação, selecionou a cidade de Campina Grande na Paraíba para análise do gerenciamento da demanda de maneira a fornecer subsídios aos gestores quando da elaboração de um programa de uso racional da água para os setores residenciais e públicos (Hospital Universitário Alcides Carneiro), tendo para tanto simulado vários cenários de implantação hipotética das alternativas tecnológicas, verificando a possibilidade de reduzir de maneira expressiva a demanda de água. No setor residencial, os índices de redução de consumo 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. No HUAC a substituição de aparelhos por poupadores resultou em uma redução de 24,89% de consumo de água.

Albuquerque (2004) avaliou multicriterialmente alternativas tecnológicas de gerenciamento da demanda de água para um bairro da cidade de Campina Grande, incluindo a UFCG, com implantação hipotética das medidas (aparelhos hidrossanitários poupadores, captação de água de chuva, reuso de água e medição individualizada de água em edifícios) em casas e edifícios, para a redução de consumo de água. Foram estudados e elaborados projetos para a implantação das medidas, calculando-se os custos, retorno do investimento e economia de água. Com esse estudo observou-se uma economia de 142.043,12 m³/ano, que corresponde a 0,61% da quantidade de água fornecida anualmente para a cidade de Campina Grande. Entre

as medidas selecionadas pelo modelo multicriterial como aquelas que melhor atendem aos objetivos pré-definidos estão: bacia sanitária VDR e aparelhos poupadores.

Ywashima (2005) faz uma avaliação do uso de água em edifícios escolares públicos e analisa a viabilidade econômica da instalação de tecnologias economizadoras nos pontos de consumo. O trabalho utilizou a investigação de campo para identificar a forma da realização das diferentes atividades que envolvem o uso da água em escolas da rede pública de Campinas, com a indicação dos ambientes de maior consumo e a sugestão de uma metodologia para a avaliação qualitativa da percepção dos usuários para o uso racional da água. Além disso, foi destacado a instalação de equipamentos economizadores de água como os mais motivadores para a implantação, em vista que frequentemente, a escolha é sob a ótica financeira.

Amorim e Pereira (2008) propuseram métodos para avaliação da viabilidade econômico-financeira das dimensões dos reservatórios de captação. Para a análise foi selecionado um prédio localizado no Campus da Universidade de São Carlos, na qual foram aplicados o método de Rippl (analítico e gráfico), o método de consideração do período dos dias consecutivos sem chuva (simplificado e com análise estatística), o método de análise de simulação de um reservatório com capacidade suposta e os métodos práticos (brasileiro, alemão, inglês e australiano). A partir dos resultados, concluiu-se que o dimensionamento através do método de Rippl pode ser realizado através das médias mensais ou diárias do Modo Analítico e do Modo Gráfico, que levam a valores menores, porém ainda apresentam uma eficiência considerável.

Mendes (s.d.) propôs originalmente a instalação de um programa de uso racional da água em um prédio do Campus do Vale da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), porém devido a dificuldades de encontrar documentos sobre os principais dados e o funcionamento do sistema de água, optou-se por mudar o foco do trabalho para a implantação de um pré-PURA, visando a partir disso, juntar informações através de pesquisas documentais e entrevistas com os técnicos responsáveis pela manutenção do local para conhecimento básico necessário para qualquer intervenção. A conclusão da pesquisa mostrou que a referida universidade não tem elementos para implantar um PURA imediatamente devido a deficiência de banco de dados e da estrutura instalada, mostrando a falta de planejamento, controle e manutenção.

Fernandes *et al.* (2007) analisaram a viabilidade econômica relativa a implantação do sistema de aproveitamento de água de chuva, tendo como estudo de caso prédios da Universidade Federal de Rio Grande do Norte (UFRN). O trabalho mostrou que é mais viável instalar um sistema de captação de chuva do que continuar adquirindo a água por meio de um sistema público de distribuição, pois segundo a análise realizada pelo método do Valor Presente Líquido (VLP), o caso da cisterna é “menos” negativo do que adquirir água da CAERN.

Marinoski e Ghisi (2008) analisaram a viabilidade econômica da implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial para usos não potáveis em uma instituição de ensino localizada em Florianópolis. Foram feitos levantamentos das características do local e entrevistas do modo de utilização das atividades que consomem água. Estes levantamentos possibilitaram estimar a distribuição de consumo para cada aparelho. Com base no programa computacional Netuno foram determinados os volumes dos reservatórios de água pluvial. Os resultados mostraram uma economia de água potável em torno de 45% e com período de retorno de 4 anos e 10 meses, dados que comprovam a viabilidade econômica, pois além de apresentar um período de retorno de investimento curto, proporcionou grande potencial de economia de água potável.

Nunes *et al.* (2006) realizaram um estudo com soluções de usos finais para o efluente desperdiçado por um equipamento de análises clínicas localizado na divisão de Patologia Clínica do Hospital das Clínicas da Universidade Estadual de Campinas, São Paulo. Foi efetuada a quantificação do desperdício de água do aparelho e a definição dos parâmetros de qualidade da água, para depois alocar o uso final do efluente. Os resultados mostraram que aproximadamente 15,8 m³ de água são desperdiçados por dia, sendo que o efluente atende a todos os padrões de potabilidade, exceção do cloro livre e ferro.

Gonçalves *et al.* (2005) apresentaram uma avaliação através de levantamentos das patologias dos sistemas prediais de água realizado em uma amostra de escolas de Campinas, São Paulo, sendo avaliado o estado de conservação como também à condição de operação dos componentes dos sistemas. Foi observado que os materiais empregados nas instalações hidráulicas são de baixa qualidade, provocando grande incidência de problemas nos pontos de consumo, sendo uma das causas levantadas, o sistema de licitação de compra de materiais, que selecionam mediante o menor preço. Verificou-se também a falta de uma manutenção preventiva, assim como incidência de muitas improvisações nos reparos dos vazamentos.

Consideraram que para diminuir os índices de patologias, devem ser seguidas as recomendações: existência de projeto dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários, o qual deve atender às exigências típicas dos usuários dessa tipologia de edificação, especificação de materiais e componentes que atendam a normalização técnica, controle da execução, através da formalização de um termo de recebimento por parte da prefeitura e realização de uma ampla campanha de sensibilização dos usuários envolvidos, de modo a que as falhas que possam vir a acontecer sejam rapidamente corrigidas.

Silva, Tamaki e Gonçalves (2006) propõem uma metodologia de implementação de programas de uso racional da água em *campi* universitários. As etapas iniciais compreendem: motivação, objetivos e diagnóstico preliminar da situação e estruturação. Logo após procede-se com o aprofundamento do diagnóstico, redução de perdas físicas, redução de consumo nos pontos hidráulicos, determinação dos hábitos das atividades, campanhas de conscientização e treinamentos. Como exemplo, foi destacado a implantação do PURA na Universidade de São Paulo, onde obteve-se durante o programa uma redução no consumo de água de 36% e uma economia financeira de R\$ 46,61 milhões entre 1998 e 2003.

Nakagama *et al.* (2009) apresentam o Programa de Uso Racional da Água, denominado de ÁGUAPURA, desenvolvido na Universidade Federal da Bahia. O programa é baseado na minimização de perdas e desperdícios, manutenção e aprimoramento da redução obtida e implantação de tecnologias limpas. O impacto da aplicação do programa ocasionou uma redução no consumo de água, sendo o consumo médio mensal da UFBA no início da série histórica, 1998-2000, de 25.500 m³ diminuindo para 14.000 m³ nos anos de 2006 e 2007, uma redução de 45% no consumo. As principais medidas adotadas foram: investimento na manutenção preventiva e do sistema Via Net, criado para registro do consumo e de eventos relacionados a esse consumo.

Tamaki *et al.* (s.d) comentam as tecnologias disponíveis de telemedição, com destaque para o sistema via barramento de campo digital na aplicação na cidade universitária Armando de Salles Oliveira. Dentre as vantagens citada do advento da introdução da leitura remota estão: aquisição mais confiável, em tempo real, de um maior número de informações, além da detecção mais rápida de anomalias no sistema, ajuda na determinação de parâmetros de controle, pois fornece dados de leituras diárias, fornece perfis de vazão ao longo do dia, sendo um instrumento de gestão da demanda com o intuito de promover a economia de água do local. Conforme relatado no estudo, as atuações em prol da gestão resultaram redução de

36% no consumo de água (de 137.881 para 88.366 m³/mês) e um benefício de R\$ 46,7 milhões, entre 1998 e 2003.

Penedo (2003 *apud* YWASHIMA, 2005) relata o programa de uso racional da água gerido na Instituição São Camilo – ES, onde foram detectados muitos problemas nos pontos de consumo (bacia sanitária, torneiras, bebedouros). Após os conserto o consumo passou de 21 para 11 litros/pessoa.dia, além disso, quando foram aplicados campanhas de sensibilização o índice de consumo baixou ainda mais pra 7 litros/pessoa.dia.

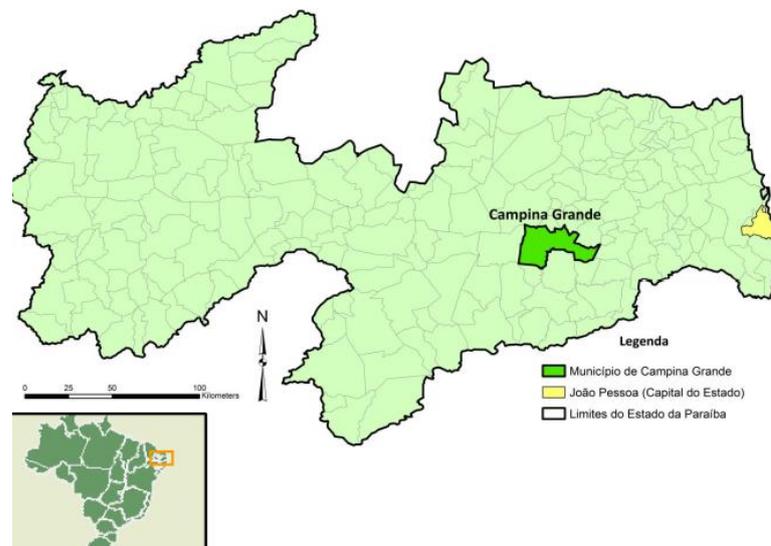
No campus de Cuité da Universidade Federal de Campina Grande, localizada na microrregião do Curimataú Ocidental, houve a instalação de um sistema de aproveitamento de água de chuva concebido e executado pelos próprios funcionários da instituição, com a finalidade de abastecimento dos bebedouros do referido campus, em virtude da baixa qualidade da água fornecida pela concessionária, assim como proposta para reduzir o consumo de água. O sistema é composto pela captação através dos telhados das próprias edificações, o transporte por meio de calhas nas coberturas, tubulações verticais de PVC e por fim valas enterradas de tijolos revestidas de argamassa de cimento e areia com tampa em concreto armado, na qual direcionam toda a água captada para um filtro de retenção das partículas composto por três câmaras e dois elementos filtrantes. Após o processo de filtragem a água é conduzida ao reservatório de armazenamento semi-enterrado de concreto armado com capacidade de 120 m³ situado na região mais baixa da área, de modo a aproveitar o sistema gravitacional. O tratamento é realizado após a análise da água, de acordo com a Portaria Ministerial 518 relativa a qualidade da água para consumo humano, sendo verificado constantemente as características físico-químicas. Diante da aprovação da qualidade da água armazenada, o líquido é bombeado para uma caixa d'água de polietileno de 1000 litros situada na cobertura de uma das edificações por onde é distribuído para os bebedouros instalados no térreo dos prédios da Universidade, utilizando assim água de excelente qualidade, a baixo custo com aproveitamento da água de chuva.

Dentro do ambiente público são inúmeros os trabalhos que destacam a eficiência da aplicação de medidas de gerenciamento da demanda, proporcionando redução no consumo de água e período de retorno de investimento considerado viável.

3.1 Cidade de Campina Grande

Campina Grande é um município brasileiro situado no estado da Paraíba, região Nordeste, conhecida por ser a segunda maior cidade do estado no aspecto econômico e uma das maiores cidade do interior do Nordeste (Figura 10). Situa-se no trecho mais alto do Planalto da Borborema, com altitude variando entre 500 e 600 m. Localiza-se em boa posição geográfica, entre o alto sertão e zona litorânea a 120 km de distância da capital João Pessoa. Segundo dados do IBGE (2010) a cidade possui 385.213 habitantes, área territorial de 594,179 km² e densidade demográfica de 648,31 hab/km².

O município está incluído na área geográfica de abrangência do semiárido brasileiro com elevado risco de desabastecimento, definida pelo Ministério da Integração Nacional em 2005. Esta delimitação tem como critérios o índice pluviométrico, que de acordo com Macedo *et al.* (2011) a precipitação média anual de Campina Grande é de 804,9 mm, o índice de aridez e o risco de seca.



Fonte: Cordão (2009)

Figura 10 - Localização da cidade de Campina Grande – Paraíba.

A cidade de Campina Grande faz parte da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba, mais especificamente na Região do Médio Paraíba. 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).

A cidade sofreu inúmeras crises no seu sistema de abastecimento de água, dentre as quais uma das mais recentes ocorreu entre os anos de 1997 e 2000, quando o açude Epitácio Pessoa - Boqueirão, responsável por abastecer Campina Grande, atingiu índices alarmantes em torno de 15% de sua capacidade máxima de armazenamento (RÊGO *et al.*, 2000).

Inserida neste contexto, a UFCG, uma vez que é um ambiente de uso público e apresenta grande demanda de água, estando sujeita a grandes desperdícios com vazamento e mau uso dos usuários, passa a desempenhar um papel estratégico para ajudar a reduzir o risco de desabastecimento de água na cidade, aproveitando o ambiente propício tanto para formação de cidadãos conscientes na exploração dos recursos hídricos como na disseminação de práticas de uso racional com exemplos na própria instituição. Estas presunções foram que motivaram a escolha desta área para servir de estudo para o desenvolvimento deste trabalho.

3.2 Crise no sistema de abastecimento de água de Campina Grande

A cidade de Campina Grande é abastecida pelo açude Epitácio Pessoa, mais conhecido como Boqueirão (Figura 11), por situar-se na cidade de mesmo nome, sua construção em 1957 foi parte da política do Governo Federal na solução de problemas contra seca, tendo como finalidade perenizar o rio Paraíba, gerar energia elétrica (potencial energético de 2.300 CV) e abastecer a cidade de Campina Grande, sendo apresentada como solução definitiva para a demanda de água da região.

A estimativa de seu volume de armazenamento máximo é de 535.680.000 m³ de água, porém sua capacidade está reduzindo ao longo do tempo devido ao assoreamento provocado principalmente pelo desmatamento na sua bacia hidrográfica, ocasionando assim, o transporte de sedimentos para o reservatório, reduzindo seu volume para em torno de 450.000.000 m³. O lago formado cobre uma área de 2.680 ha e sua bacia hidrográfica cerca de 12.410 km². A barragem principal é de terra com seção homogênea assente em fundação de rocha sã, possui altura máxima de 55,70m, largura do coroamento de 8m e extensão de 347m.



Fonte: DNOCS (1990)

Figura 11– Vista da barragem e vertedouro do açude Epitácio Pessoa-PB.

Devido os períodos de estiagem entre os anos de 1997 e 1999, o açude Epitácio Pessoa apresentou em termos de quantidade um dos níveis mais baixos de armazenamento de água ficando apenas com 15% de sua capacidade, comprometendo também sua qualidade.

Dentre as principais causas para o agravamento desta situação em um dos principais açudes do estado estão segundo Galvão *et al.* (2002):

- irrigação descontrolada na bacia hidráulica do reservatório, altas perdas na rede de distribuição de água e hábitos de consumo de água incompatíveis com um ambiente semiárido. Demanda muito superior a possibilidade de oferta hídrica do açude;
- construção de reservatórios a montante do açude de Boqueirão, causando a diminuição da oferta de água;
- monitoramento deficiente, na bacia hidrográfica, no açude Boqueirão, em Campina Grande e outros núcleos urbanos, provocando modificações do uso do solo, assoreamento da sua bacia hidrográfica, um grande consumo de água, tanto urbano quanto agrícola, manejo do solo e aplicação de fertilizantes e defensivos agrícolas nas culturas e perdas físicas nas redes de abastecimento;

- confuso contexto institucional de gestão dos recursos hídricos, o que contribuiu para a ocorrência de conflitos políticos e administrativos durante todo o período da crise do abastecimento de água de Campina Grande, induzindo ao racionamento de água para consumo humano antes das limitações das demandas de irrigação.

Durante o período crítico de falta de água, algumas medidas foram tomadas para evitar um colapso total do sistema, dentre as quais:

- racionamento: com essa medida a CAGEPA estimava alcançar uma redução de aproximadamente 30% no consumo de água. A aplicação do racionamento ocorreu de duas formas, no ano de 1998 a cidade foi dividida em duas zonas e cada zona ficaria sem água por um período de 24 horas. No ano de 1999 a situação ficou mais severa, ocorrendo à interrupção de fornecimento de água por 48 horas em cada zona. Apenas no ano de 2000 devido a melhora no cenário, o Governo do Estado resolveu finalizar com o racionamento.

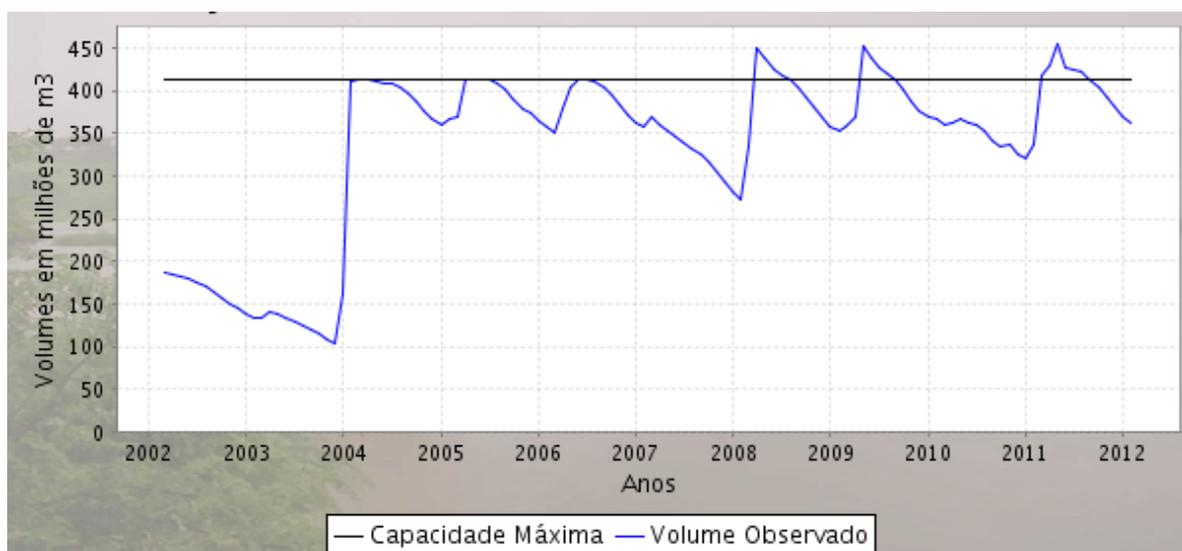
- suspensão de irrigação: os irrigantes das margens do açude de Boqueirão foram obrigados a pararem suas atividades de cultivo de verduras, frutas, legumes etc. ocasionando um sério impacto socioeconômico para a região. Além disso, as comportas do açude foram fechadas por determinação da justiça, aumentando ainda mais o impacto negativo para os irrigantes que utilizavam a água à jusante da barragem, tendo o IBAMA a responsabilidade pela fiscalização.

Para essa medida o IBAMA teve o suporte de órgãos estaduais como CAGEPA e a SEMARH (Secretaria Extraordinária do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e Minerais do Estado da Paraíba) recebendo apoio financeiro e de transporte, sendo iniciada uma verdadeira “operação de guerra” com prisão de motobombas e enfrentamentos entre irrigantes e fiscais do IBAMA (JUSTIÇA FEDERAL, 1999 *apud* GUEDES, 2009).

- construção do reservatório Argemiro de Figueiredo (Acauã): Diante de toda a problemática ocorrida que proporcionou consequências drásticas aos diversos usuários de água da região abastecida pela barragem de Boqueirão e todos os debates e discussões que envolveram as esferas política, técnica e o público, foi observado que nenhuma das propostas deu ênfase as ações de gestão da demanda (GUEDES, 2009). A solução apresentada novamente para resolver o problema de escassez de água foi à expansão da oferta, com a construção da barragem de Acauã em 2002, sendo o quarto maior reservatório do estado da Paraíba, localizado na cidade de Natuba, a jusante da barragem de Boqueirão. Apresenta capacidade máxima de 253 milhões de metros cúbicos. Sua construção teve como principal

objetivo o abastecimento dos municípios de Itatuba, Ingá e Juarez Távora, reduzindo assim a demanda do açude de Boqueirão.

Nos últimos anos, devido aos elevados índices pluviométricos ocorridos na região, principalmente no ano de 2004, fez com que o açude Epitácio Pessoa atingisse sua capacidade máxima de acumulação em anos sucessivos, voltando o abastecimento de água da cidade a normalização, apesar de ainda não significar o fim dos problemas de disponibilidade hídrica em virtude da região está sujeita a secas, ainda persistem práticas de desperdício e aumento da demanda (BRITO; VIANA, s.d.). Observa-se na Figura 12 a relação entre o volume de acumulação de água do açude Epitácio Pessoa durante os anos de 2002 até 2012. Verifica-se que a partir de 2004 a referida barragem apresenta confortável armazenamento de água, com volumes situando próximos a sua capacidade máxima, vertendo água quase que anualmente.



Fonte: adaptado da AESA (2012)

Figura 12 – Evolução do volume armazenado nos últimos 10 anos do açude Epitácio Pessoa.

Outra proposta destacada por muitos como alternativa para solucionar definitivamente os problemas de escassez hídrica do Nordeste é o projeto de integração do Rio São Francisco com as bacias hidrográficas do Nordeste setentrional, idealizado desde o século XIX, durante o reinado de D. João VI. Desde então houve inúmeras tentativas de executar o projeto, porém todas esbarradas por questões políticas e financeiras, a exemplo de 1877 com o imperador do Brasil D. Pedro II motivado em virtude de uma grande seca, como também em 1980 quando a ideia foi reativada visando transpor 15% das águas do rio São

Francisco para os estados do Ceará, Piauí, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Paraíba e posteriormente em inúmeras versões apresentadas do projeto. Até que em 2004 o Governo Federal retomou o projeto e iniciou definitivamente as obras de construção dos canais para a integração.

O projeto atual prevê a construção de dois canais com a finalidade de abastecimento humano, desenvolvimento socioeconômico e segurança hídrica para a região – um na direção norte que demandará ao Ceará e ao Rio Grande do Norte, outro na direção leste, direcionado a Pernambuco e Paraíba. A captação será de 26 m³/s, que representa apenas 1% da vazão do rio São Francisco, sendo de forma contínua, integrando os açudes de Castanhão (CE), Armando Ribeiro Gonçalves (RN), Santa Cruz (RN), Poço da Cruz (PE), Entremontes (PE), Engenheiro Ávidos (PB) e Epitácio Pessoa (PB). Atualmente o eixo norte está com 16% das obras concluídas e o eixo leste com aproximadamente 80%, com previsão de término para o ano de 2014 (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2012).

Importante destacar que o projeto inicial apenas previa a construção do eixo norte, sendo adicionado o eixo leste após a retomada do projeto em 2004. Um dos principais motivos que contribuíram para inserção desse eixo foi a grave crise ocorrida na cidade de Campina Grande nos anos de 1998-1999, quando o reservatório Epitácio Pessoa atingiu níveis próximos ao esgotamento, gerando risco de colapso do sistema de abastecimento de água (BRITO, 2008).

3.3 Universidade Federal de Campina Grande - UFCG

3.3.1 Breve histórico, contexto de criação e importância do ensino superior

Para entender a motivação da criação da UFCG na cidade de Campina Grande, precisa-se contextualizar os principais fatos econômicos, políticos e sociais vividos na região ao longo do tempo. Este tópico é baseado no trabalho (Escola Politécnica: construindo o imaginário de modernidade em Campina Grande através do Diário da Borborema) escrito por Torres e Montenegro (2007).

Desde os meados de 1930, a cidade de Campina Grande indicava claros sinais da sua pujante vocação para relações de produção e comércio, pois logo nesta época a cidade já

despontava no cenário internacional como a segunda maior exportadora de algodão do mundo, perdendo apenas para Liverpool na Inglaterra, o que acabou recebendo o título de “Liverpool Brasileira” pela sua liderança neste setor no país.

Prosseguindo com o processo de desenvolvimento econômico da cidade, nos anos 1950, Campina Grande é marcada por um novo período de considerável processo de industrialização. Segundo Araújo (2000), entre 1950 e 1954, o município contribuiu com 1/3 da arrecadação do Estado. É importante destacar também o peso político do município, em 1954, Campina Grande constituía-se no maior núcleo eleitoral do Estado, com 55.774 votantes, enquanto João Pessoa contava com 25.575 eleitores.

Porém, apesar desse processo de industrialização, a região Nordeste continuava apresentando uma histórica desigualdade regional em relação ao Centro-Sul do Brasil, fato este que se tornou mais expressivo com a chegada do presidente da república Juscelino Kubitschek e sua política desenvolvimentista com ideias de progresso e modernização, propondo “cinquenta anos em cinco”, ocasionando um forte crescimento da região Centro-Sul em detrimento de outras regiões que permaneciam estagnadas, mergulhadas no atraso. Desta forma, os debates a cerca das disparidades entre as regiões e as cobranças de medidas imprimidas nacionalmente chegassem ao âmbito local ganhavam força no Nordeste, impulsionadas principalmente pela forte seca da década de 1950.

Em sintonia com as discussões, Campina Grande liderava na busca de soluções para o problema do atraso econômico e social, defendido por vários setores da sociedade campinense e tendo como principal meio para o avanço da região o investimento em educação. É com esse pensamento da época que em 6 de outubro de 1952 é implantada a Politécnica, primeira escola de ensino superior do interior do Nordeste, sob a lei nº 792, no governo de José Américo de Almeida, com idealismo e obstinação de alguns cidadãos campinenses, que sonhavam com a criação de uma instituição de ensino superior em Campina Grande, como uma forma de lutar contra o atraso e superar os desafios que impediam a cidade de se desenvolver, contribuindo para alavancar o desenvolvimento econômico, científico e tecnológico não apenas do município, mas de toda a região.

A Escola Politécnica, um marco histórico que materializava parte desse imaginário de progresso, foi estrategicamente constituída em uma instituição voltada para a formação de mão de obra qualificada para atender a demanda existente e servir de atrativo para empresas que aqui porventura pudessem investir. Isto justifica em parte o motivo do primeiro curso a

ser instruído ser o de Engenharia Civil, responsável por ofertar profissionais para construção de edificações, estradas, ferrovias, abastecimento, ou seja, toda a infraestrutura necessária para o crescimento da região.

Inicialmente a Escola Politécnica foi instalada no colégio estadual da Prata, em 1957 foi realocada para o antigo prédio do colégio Solon de Lucena, em 1961 foi transferida definitivamente para o bairro de Bodocongó, (local onde funciona até os dias atuais – Figura 13 e 14), onde posteriormente em 1962 foi implantada a FACE (Faculdade de Ciências Econômicas) e mais tarde a criação de novos cursos, como engenharia elétrica, mecânica etc. Em meio a esse cenário, em 1967 houve a federalização da Politécnica, passando a integrar a Universidade Federal da Paraíba-UFPB.



Fonte: Projeto memória – UFCG (2011)

Figura 13– Construção da Escola Politécnica em Bodocongó.



Fonte: Projeto memória – UFCG (2011)

Figura 14– Escola Politécnica concluída (hoje atual Centro de Humanidades).

Contudo, em 09 de abril de 2002, de acordo com a lei Nº 10.419, foi declarado o desmembramento da Universidade Federal da Paraíba, sendo uma sediada em João Pessoa (com os campi de Areia e Bananeiras) e a outra em Campina Grande, transformando o Campus II da UFPB na UFCG, a qual integraria então os campi de Cajazeiras, Sousa, Patos, bem como a sede administrativa de Campina Grande. Contudo, devido aos programas de expansão, especialmente o Programa de Reestruturação e Expansão das Instituições Federais de Ensino Superior (REUNI), recentemente implantado pelo Governo Federal para a interiorização da educação, houve a criação dos campi de Pombal, Cuité e Sumé.

3.3.2 O programa REUNI

De acordo com o Governo Federal, o REUNI tem como principal objetivo ampliar o acesso a educação superior através de medidas para retomar o crescimento do ensino público superior, criando condições para que as universidades federais promovam a expansão física, acadêmica e pedagógica da rede federal de ensino superior, sendo iniciadas em 2003 com o Programa de Expansão Fase I e posteriormente com o REUNI com previsão de conclusão até 2012.

O REUNI foi instituído pelo decreto n° 6.096, de 24 de abril de 2007 e teve seu início de implantação em 2008, sendo uma das ações que integram o Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE).

As ações do programa contemplam o aumento de vagas nos cursos de graduação, a ampliação da oferta de cursos noturnos, a promoção de inovações pedagógicas e o combate à evasão, entre outras metas que têm o propósito de diminuir as desigualdades sociais do país.

O Programa REUNI também elenca como principais metas: a elevação gradual da taxa de conclusão média dos cursos de graduação presenciais para 90%; elevação gradual da relação aluno/professor para 18 alunos para 1 professor; aumento mínimo de 20% nas matrículas de graduação e o prazo de cinco anos, a partir de 2008 (ano de início do Programa) para o cumprimento das metas. Essas metas reforçam a proposta de aumento de vagas e consequentemente aumento do número de pessoas relacionadas as universidades.

Para a concretização do plano é fundamental a expansão física das universidades que desde o início do processo acumulam 14 novas universidades em mais de 100 novos campi distribuídos em 237 municípios brasileiros, segundo Figura 15.

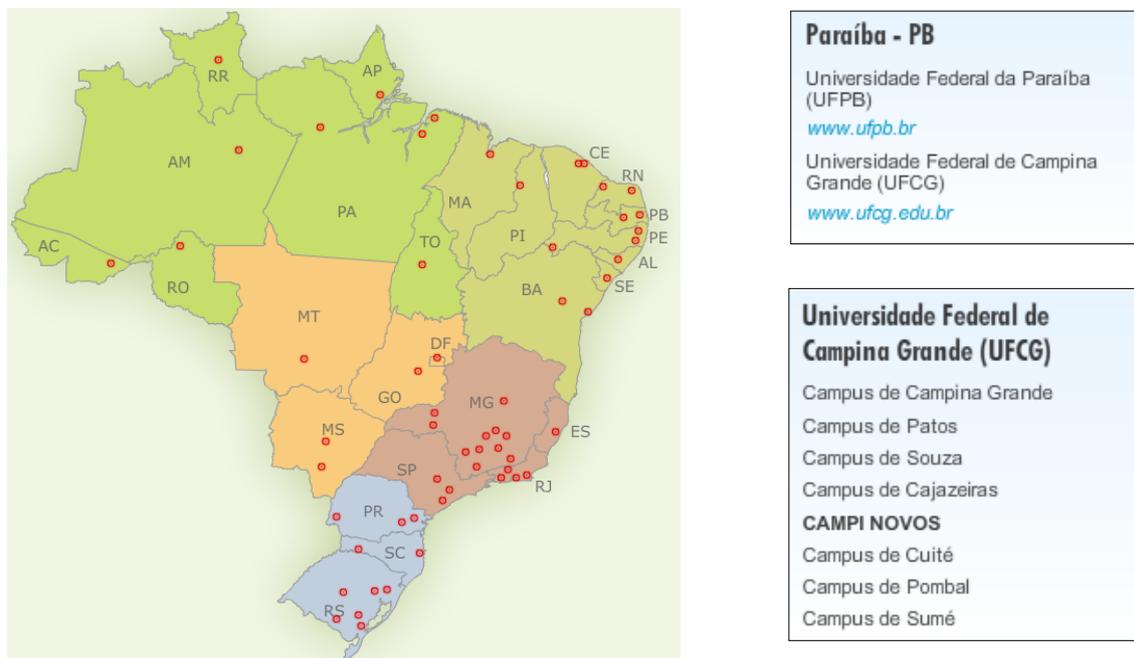


Fonte: Ministério da Educação – Governo Federal (2011)

Figura 15– Evolução da quantidade de universidades federais brasileiras entre 2003 e 2010.

Em outubro de 2007, a UFCG aderiu à primeira chamada do Programa REUNI, com o intuito de aperfeiçoar, consolidar e difundir o seu sistema público de educação superior no interior do estado da Paraíba, tornando compulsória a expansão dos seus Campi,

interiorização e ampliação do número de vagas, tendo consequência o surgimento dos campi de Pombal, Cuité e Sumé (Figura 16).



Fonte: Adaptado do Ministério da Educação – Governo Federal (2011)

Figura 16– Distribuição das universidades federais nos estados brasileiros, com destaque na Paraíba.

No Campus de Campina Grande, sede da reitoria, estão instalados 05 centros de ensino: Centro de Humanidades (CH), o centro de Ciências Biológicas e da Saúde (CCBS), o Centro de Engenharia Elétrica e Informática (CEEI), o Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN) e o Centro de Ciências e Tecnologia (CCT). Em Cajazeiras, situa-se o Centro de Formação de Professores (CFP); em Sousa, o Centro de Ciências Jurídicas e Sociais (CCJS); em Sumé, o Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido (CDSA); em Patos, o Centro de Saúde e Tecnologia Rural (CSTR); em Cuité, o Centro de Educação e Saúde (CES) e, em Pombal, o Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA).

Durante este período, a Instituição tem passado por um processo expressivo de transformações na sua estrutura administrativa e física, pois o plano inclui a meta de criação de novas vagas em cursos existentes e implantação de mais 22 novos cursos de graduação, passando dos atuais 60 para 82, com estimativa de contratação de 20% a mais de professores e com projeção para 2012 de uma ampliação de 8.654 novas matrículas. Este cenário expõe o grau de crescimento vigoroso que a Universidade Federal de Campina Grande está passando

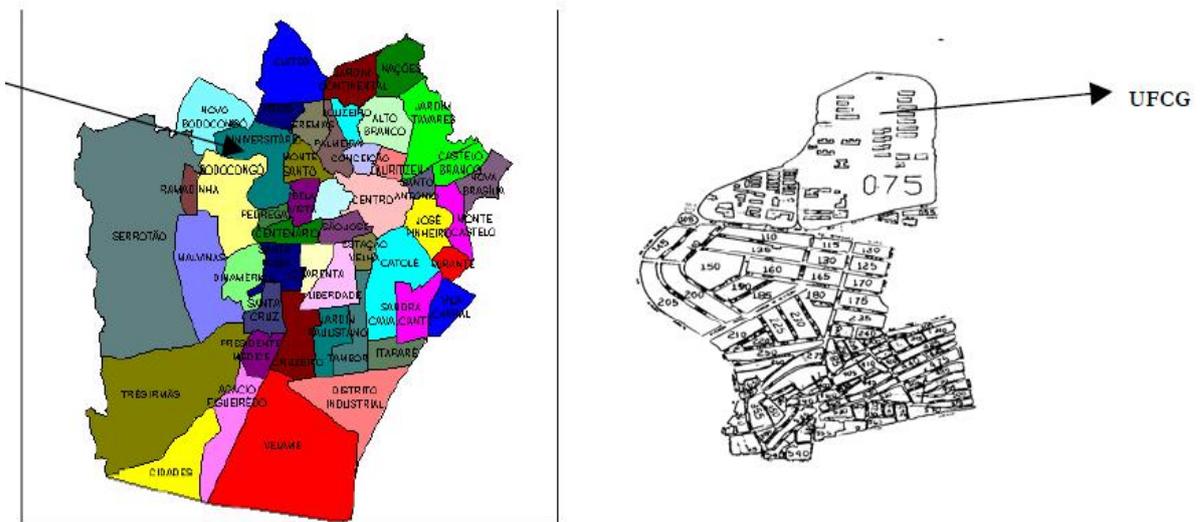
tanto em relação ao número de pessoas (estudantes, professores e funcionários) como obrigatoriamente na construção de novas edificações, o que refletirá no aumento expressivo da demanda de água, como também no aumento da responsabilidade da Universidade na análise, gerenciamento e controle dos impactos destas transformações sobre o sistema de abastecimento como um todo, de maneira a conduzir da melhor forma possível essa expansão visando à utilização correta do recurso água para evitar o desperdício e mau uso deste bem.

3.3.3 UFCG - Campus de Campina Grande

O caso de estudo é mais especificamente o Campus de Campina Grande, localizado no bairro de Bodocongó, possui uma área territorial de aproximadamente 31 hectares, subdividido em três Setores: A, B e C (o Setor D denominado CCBS será excluído do estudo por se encontrar afastado territorialmente dos Setores A, B e C), que computam respectivamente as seguintes áreas construídas: 13.818,03 m², 23.858,43 m² e 40.860,33 m² totalizando em conjunto uma área construída de **78.536,79 m²**, de acordo com dados da Prefeitura Universitária da UFCG (2011). A localização do Campus da UFCG é mostrada em mais detalhes nas Figuras 17, 18, 19 e 20.

O relevo do Campus é acidentado, com cotas variando de 544 m a 510 m e no seu interior é cortado por um riacho que divide o Setor C dos demais.

Segundo dados da Secretaria de Recursos Humanos e Pró-Reitoria de Ensino da UFCG, em 2011 a Universidade (Campus de Campina Grande) contabilizou **738** professores, **1.230** funcionários, **572** terceirizados e **8.319** estudantes, totalizando **10.859** pessoas, um número considerável de pessoas, fazendo jus ao nome Cidade Universitária. Vale ressaltar que a Universidade tem suas particularidades: por exemplo, a população não é fixa, enquadrando-se em um externato.



Fonte: Adaptado de Albuquerque (2004)

Figura 17 - Bairros de Campina Grande e seta indicando UFCG.



Fonte: Adaptado da Prefeitura Universitária da UFCG (2011)

Figura 18 - Vista aérea da cidade de Campina Grande com destaque para a UFCG (caso de estudo).



Fonte: Prefeitura Universitária da UFCG (2011)

Figura 19 - Vista aérea do Campus de Campina Grande da UFCG.

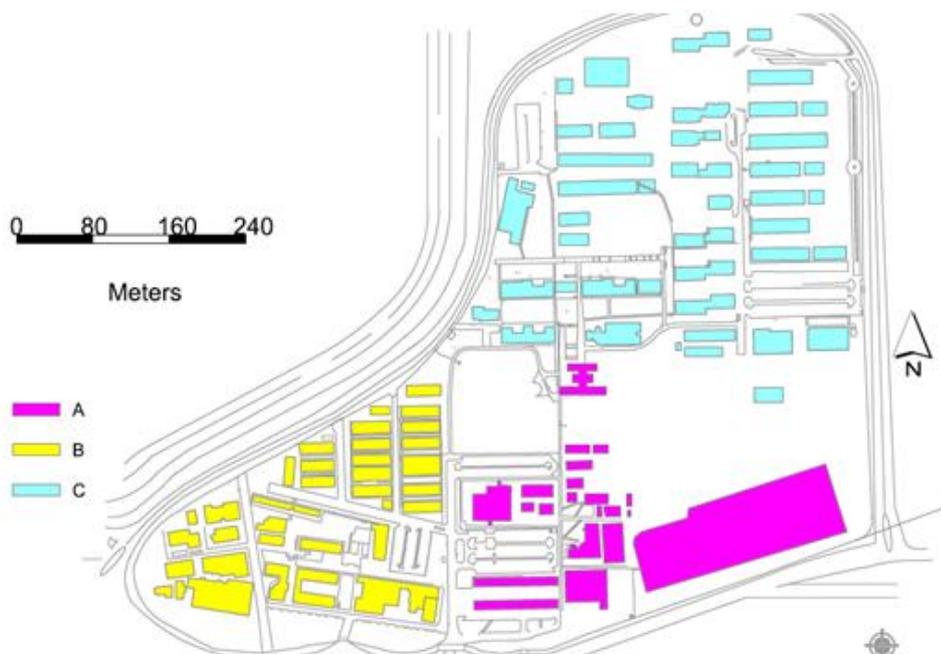


Figura 20 - Representação dos Setores (A, B e C) do Campus de Campina Grande – UFCG.

O conjunto dos 102 edifícios da UFCG mostra-se bastante heterogêneo, uma vez que apresenta características tipológicas e morfológicas distintas: laboratórios, salas de aulas, auditórios, ambiente de professores, museu, sindicatos, restaurante universitário, ambientes administrativos, complexo esportivo, biblioteca etc. Em consequência da variabilidade funcional das edificações, supõe-se que exista igualmente uma grande variabilidade no que concerne à demanda de água em cada.

Para atingir os objetivos desta pesquisa foram realizadas as seguintes etapas metodológicas:

- Diagnóstico do local e do sistema de abastecimento;
- Avaliação dos usuários e gestores da UFCG;
- Simulação de cenários de gerenciamento da demanda de água.

4.1 Diagnóstico do local e do sistema de abastecimento

Esta etapa tem a finalidade de conhecer e descrever as características da Universidade e de sua rede de abastecimento, de modo a obter dados relevantes para subsidiar o diagnóstico e avaliação da estrutura existente.

4.1.1 Diagnóstico do local

Esta etapa compreende a busca dos fatores que caracterizam e interferem nas mudanças, como: população, área construída e de coberta, pontos de consumo de água, sendo as informações obtidas através da própria administração da Universidade, como por exemplo, Prefeitura Universitária, Pró-Reitoria de Graduação e Pós-Graduação, como também, documentos do consumo de água da UFCG mediante contas da CAGEPA (Companhia de Água e Esgotos da Paraíba).

De acordo com os dados mensais das contas de água da CAGEPA de todos os hidrômetros da UFCG é calculado o consumo de água nos referidos anos de 2004, 2005, 2009 e 2010. Os anos de 2006, 2007 e 2008 não foram computados devido à falta de documentos.

O índice de consumo que mede a relação entre o volume real consumido e o número de estudantes em determinado período é calculado através das informações do volume consumido em cada mês dos anos considerados. Como forma de comparação da variação do índice de consumo foram utilizados os anos de 2004 e 2010, pois são dados extremos dentro

do período disponível. Assim o procedimento para a determinação desse indicador foi baseado na média do consumo nos meses do período letivo (excluídos os meses de férias: janeiro, fevereiro, julho e dezembro, visto que o consumo é atípico em função da população e período de permanência na Universidade serem diferenciados). Também foram desconsiderados os meses que estavam fora da média em análise mais ou menos duas vezes o desvio padrão. Assim sendo, calcula-se uma nova média, retirados os meses, e divide-se pela quantidade de alunos no ano e 22 dias do mês.

Os dados referentes ao consumo médio diário dos hidrômetros foram conseguidos por meio de visita ao local dos medidores durante os dias da semana nos horários do início da manhã, por volta do meio-dia e no final da tarde. As anotações foram registradas em um formulário composto da inscrição, nome do hidrômetro, horário da coleta e o número marcador de consumo. A partir disso, foi calculado o consumo médio dos hidrômetros durante os dias da semana e também finais de semana.

4.1.2 Diagnóstico do sistema de abastecimento de água

O diagnóstico compreende a investigação da rede de abastecimento de água e dos pontos de consumo existentes na UFCG. Para isso foram realizadas visitas às edificações da Universidade, busca de projetos existentes e informações adicionais aos profissionais na PU-UFCG do Campus para o preenchimento das planilhas de levantamento, as quais contemplam várias questões, como: locação da rede interna, diâmetro e material das tubulações, quantidade de hidrômetros e ligação com os blocos, quantidade de aparelhos hidrossanitários e investigação dos principais problemas e peculiaridades dos sistemas hidráulicos e sanitários.

Em relação à rede de distribuição interna de água do Campus de Campina Grande da UFCG foram levantados dois tipos de informações:

- 1- Rede planejada: de acordo com pesquisas em projetos existentes na própria Instituição que informavam a locação da rede, os diâmetros e materiais das tubulações. Vale ressaltar que esta é a única rede das onze existentes que possui projeto;
- 2- Redes secundárias: como são redes sem projeto na Universidade, a alternativa foi a obtenção de dados através de funcionários mais antigos (encanadores e

engenheiros) que descreveram o caminharmento das redes e suas características físicas. Vale destacar, que são redes independentes entre si e da rede planejada.

4.2 Avaliação dos usuários e gestores da UFCG

A avaliação do comportamento e percepção dos usuários (alunos, professores e funcionários) e gestores da UFCG sobre o uso racional da água foi efetuada através da aplicação de questionários estruturados, a partir de perguntas fechadas e diretas (GRAWITZ, 2001) sobre o modo de utilização dos aparelhos hidrossanitários, bem como sobre a percepção dos entrevistados a respeito de temas relacionados ao gerenciamento da demanda de água.

Para isso foi efetuada o cálculo da amostra dos usuários de água da UFCG, a qual compreende alunos, professores, funcionários. Para a categoria gestores, foram entrevistados os responsáveis pela administração da Universidade.

4.2.1 Seleção da amostra

Para o cálculo do tamanho da amostra dos usuários, para a quantificação dos questionários, utilizou-se a abordagem referente a populações finitas, conforme a Equação 1 (FORGIARINI, 2006):

$$n = \frac{\left(Z_{\alpha/2}\right)^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{e_o^2 \cdot (N - 1) + \left(Z_{\alpha/2}\right)^2 \cdot p \cdot q} \quad (1)$$

onde:

n: tamanho da amostra;

$Z_{\alpha/2}$: grau de confiança (aqui adotado em 95%);

e_0 : erro amostral, ou seja, a diferença entre um resultado amostral e o verdadeiro resultado populacional (adotado 5%);

p: proporção da amostra, correspondente aos indivíduos que pertencem à categoria que será analisada (adotado 0,50);

q: proporção da população de indivíduos que não pertencem à categoria analisada (adotado 0,50);

N: número de usuários (professores, alunos e funcionários) da UFCG.

4.2.2 Aplicação dos questionários

Para a obtenção dos dados referentes à análise dos usuários e gestores, foi aplicado um questionário objetivo, estruturado em duas partes:

1 – Referente ao uso do aparelho hidrossanitário com a finalidade de avaliar quantitativamente e qualitativamente a forma de uso da água em determinadas atividades e avaliar o grau de patologia dos aparelhos e suas possíveis causas. Estas informações serviram de contribuição para a determinação da distribuição do consumo de água de cada aparelho investigado, que subsidiará a simulação dos cenários de GDA.

O questionário elaborado (Anexo I) abrangeu os seguintes aparelhos hidrossanitários: lavatório, mictório, chuveiro e bacia sanitária. As questões envolveram perguntas como:

- frequência de uso;
- forma de uso;
- tempo médio de uso;
- se apresentam histórico de vazamento;
- se observa o aparelho aberto; e
- os motivos pelos quais são deixados abertos.

2 – Referente à percepção dos entrevistados, com a finalidade de avaliar o nível de consciência sobre o uso racional da água, avaliar o gerenciamento do sistema de água da

Universidade, uma auto-avaliação e obter informações sobre o nível de informação sobre os problemas de abastecimento e aceitabilidade das soluções de problemas.

4.2.3 Categorias de análise

Segundo Grawitz (2001, *apud* TRIGUEIRO, 2008), o estabelecimento de categorias ajuda a preparar o trabalho de análise e de interpretação dos dados recolhidos em uma entrevista. Em sua pesquisa de doutorado, Trigueiro (2008) procedeu de maneira inversa: “ao invés de recorrer ao estabelecimento das categorias em função das respostas dos questionários, ou ainda da classificação destas respostas por intermédio de códigos, [empregou-se] o estabelecimento das categorias a partir das hipóteses de pesquisa e, somente então, [a exploração] dos resultados através da trama temática resultante” (TRIGUEIRO, 2008).

A ideia aqui é proceder de maneira similar, ou seja, de atribuir categorias de análise para o presente estudo com o objetivo de buscar filtros para facilitar o entendimento das respostas dos usuários de água da UFCG.

Segundo Minayo (1996 *apud* VENDRAMINI 2000) categoria “[...] se refere a um conjunto que abrange elementos ou aspectos com características comuns ou que se relacionam entre si. [...] As categorias são empregadas para se estabelecerem classificações. Nesse sentido, trabalhar com elas significa agrupar elementos, ideias ou expressões em torno de um conceito capaz de abranger tudo isso”.

Sendo assim, foram determinadas duas categorias de análise. Sintetizados na Categoria 1 (Percepção do próprio uso), estando todos os aspectos relacionados às respostas que compreendem assuntos desde a frequência do uso dos pontos hidráulicos dos usuários até a distribuição do consumo de água. A Categoria 2, por sua vez, (análise da percepção geral sobre a sua própria consciência no uso da água, do gerenciamento local do sistema e GDA) abrange aspectos que permitem uma avaliação mais geral sobre a percepção do usuário, no que diz respeito aos problemas de gerenciamento local da Universidade, a sua auto-avaliação quanto aos hábitos de uso de água e os conhecimentos dos aspectos relacionados a mecanismos de aplicação de políticas de gerenciamento da demanda de água.

4.3 Simulações de cenários de gerenciamento da demanda de água

O objetivo desta etapa é propor mecanismos de redução do consumo de água considerando tanto os fatores inerentes aos problemas diagnosticados no sistema interno de abastecimento como também relacionando e integrando para a discussão a visão do usuário, suas preocupações, seus conhecimentos, suas sugestões, seus hábitos, suas preferências, fazendo com que as soluções não se deem apenas sob a ótica numérica das várias opções existentes, mas também levando em consideração o impacto na capacidade de engajamento e escolha do usuário, para que a conquista de uma maior eficiência no uso da água ocorra tanto com a ajuda da evolução tecnológica como no sentimento de participação social. As alternativas foram definidas com base na revisão de literatura e considerando as respostas dos questionários dos usuários.

Com isso a utilização de equipamentos poupadores de água e aproveitamento de água de chuva torna-se um dos mecanismos alternativos eficientes na busca pela redução do consumo de água. Para isso foram simulados cenários de gerenciamento da demanda de água com a implantação de alternativas tecnológicas e aproveitamento da água de chuva e o retorno de investimento para a instituição pública: Universidade Federal de Campina Grande.

Os cenários de simulação, como mostrado na tabela 1, foram compostos pela substituição de equipamentos convencionais por equipamentos poupadores de água: bacias sanitárias bi-comando (3/6 litros), torneiras hidromecânicas (fechamento automático) e com sensor de presença, mictórios com fechamento automático, como também a construção de cisternas para aproveitamento de água de chuva para o abastecimento das bacias sanitárias. Vale salientar que foi considerado que todos os aparelhos hidrossanitários da Universidade são convencionais, não deduzindo os aparelhos que porventura já sejam econômicos.

Tabela 1 – Descrição das simulações dos cenários de GDA.

Simulação	Descrição dos cenários
1-	Substituição das bacias sanitárias convencionais por bi-comando (3/6 litros)
2-	Substituição das torneiras convencionais por hidromecânicas
3-	Substituição das torneiras convencionais por sensor de presença
4-	Substituição dos mictórios convencionais por hidromecânicos
5-	Construção de cisterna para captação de água de chuva e aproveitamento no abastecimento das bacias sanitárias

4.3.1 Determinação do índice de redução de consumo de água e retorno do investimento

Fundamentando-se na metodologia apresentada por Guedes (2009) para a simulação dos cenários de gerenciamento da demanda, verificou-se que o cálculo do índice de redução de consumo e o retorno do investimento seguem os seguintes procedimentos.

Para a simulação dos cenários foi considerado o consumo anual de água do ano de 2010, obtido através da Prefeitura Universitária (PU) da Universidade Federal de Campina Grande, quantidade de aparelhos hidrossanitários presentes no Campus e a distribuição de consumo de cada aparelho hidrossanitário de acordo com a percepção dos usuários, sendo calculado através da obtenção dos números de usos, duração e vazões obtidas em campo.

O consumo de água de cada aparelho foi calculado segundo a Equação 2:

$$CAC = DCA \times CMR \quad (2)$$

Onde:

CAC: Consumo anual de água do aparelho convencional (m^3/ano);

DCA: Distribuição de consumo de água por aparelho hidrossanitário de acordo com a percepção do usuário;

CMR: Consumo anual da UFCG (Campus de Campina Grande) no ano de 2010 (m^3).

Através da Equação 3 determina-se o consumo de água utilizando o aparelho poupador.

$$CAP = (1 - Fr) \times CAC \quad (3)$$

onde:

CAP: Consumo anual de água do aparelho poupador (m^3/ano);

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: Consumo anual de água do aparelho convencional (m^3/ano).

A partir destas equações, determina-se a economia de água gerada na comparação entre o sistema convencional e o poupador, segundo a Equação 4.

$$\text{Economia de água} = CAC - CAP \quad (m^3/\text{ano}) \quad (4)$$

Onde:

CAC: Consumo anual de água do aparelho convencional (m^3/ano);

CAP: Consumo anual de água do aparelho poupador (m^3/ano).

O período do retorno de investimento foi determinado através da conta de água da instituição, levando em consideração a tarifa de água no ano de 2010; por se tratar de uma instituição pública, enquadra-se na devida categoria da CAGEPA (Companhia de Água e Esgotos da Paraíba). A estrutura tarifária está reproduzida na Tabela 2. Como as edificações da UFCG não são ligadas à rede de esgoto, essa taxa não é cobrada. Com isso, calculado o valor do investimento para a implantação do sistema poupador, calcula-se a redução no consumo de água e conseqüentemente a redução do valor da conta de água a ser paga. Assim sendo, determina-se o tempo necessário para que a economia gerada pague o investimento realizado.

Vale destacar que as despesas consideradas na implantação incluem o material, mão de obra, leis sociais e BDI (Bonificação/Benefícios e Despesas Indiretas); contudo as despesas com manutenções periódicas e vida útil dos pontos de intervenção não foram assumidas na análise.

Para a realização do orçamento, os preços praticados da mão de obra referem-se à tabela do SINTRICON (Sindicato dos Trabalhadores nas Indústrias da Construção e do Mobiliário de João Pessoa e Região) e dos materiais foi efetuada a cotação dos valores dos insumos em lojas da cidade de Campina Grande, com também dados do SINAPI – Caixa Econômica Federal (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) do Estado da Paraíba.

Tabela 2 – Estrutura Tarifária da CAGEPA para categoria pública.

CATEGORIA: PÚBLICO				
Faixas de consumo mensal	Água (A)	Esgoto (E)	A + E	% Esgoto
Tarifa Mínima – até 10m³	42,42	42,42	84,84	100%
Acima de 10m³	7,12	7,12		100%

$$\text{Retorno de investimento} = CI / EF \quad (\text{anos}) \quad (5)$$

Onde:

CI: Custo de implantação do sistema poupador de água;

EF: Economia financeira anual gerada pela implantação do sistema poupador.

Deve ser observado que o cálculo do tempo de amortização foi feito com base em uma metodologia bastante simplificada, relacionando apenas o investimento inicial para implantação e a redução no consumo de água, de acordo com a Equação 5. Uma avaliação mais rigorosa pode resultar em um período de retorno do investimento superior ao apresentado.

Para o cálculo do índice de redução de consumo utiliza-se a seguinte Equação (6):

$$IR (\%) = (\text{Economia de água} / CAC) \times 100 \quad (6)$$

Onde:

Economia de água: determinada segundo Equação 4(m³/ano);

CAC: Consumo anual de água do aparelho convencional (m³/ano).

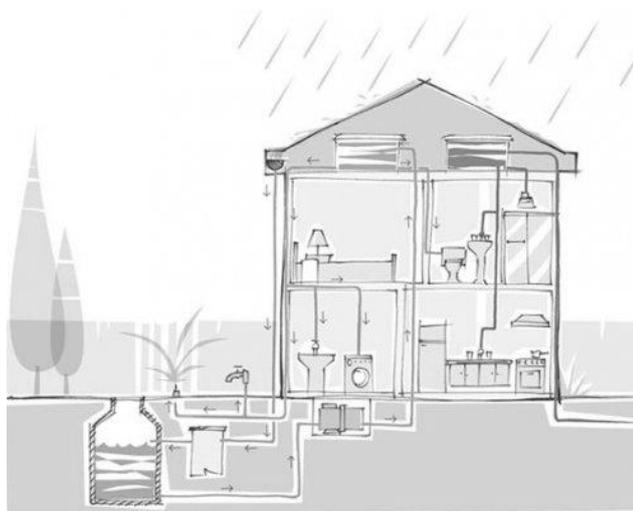
4.3.2 Projeto de captação de água de chuva na UFCG

O dimensionamento do reservatório de armazenamento de água de chuva para as edificações da UFCG foi realizado na tentativa de atender a toda a demanda em descargas de bacias sanitárias pelo maior período possível e com o menor custo de implantação, analisando o critério hidrológico, as peculiaridades pluviométricas locais e o critério financeiro,

estabelecendo as relações entre o custo de implantação do sistema e o retorno financeiro pela redução de consumo de água tratada.

A concepção do projeto de aproveitamento da água de chuva (Figura 21) tem a captação realizada através dos próprios telhados das edificações (área de coberta), o transporte por calhas e condutos verticais até o reservatório inferior, sendo posteriormente recalcado por meio de bombas eletrônicas para um reservatório elevado de polietileno para alimentação dos pontos de consumo.

Nessas condições, o conceito de “substituição de fontes” mostra-se como a alternativa mais plausível para satisfazer as demandas menos restritivas, liberando as águas de melhor qualidade para usos mais nobres, como o abastecimento doméstico (MANCUSO; SANTOS, 2003). Com isso, neste trabalho a água pluvial captada será aproveitada apenas para as descargas das bacias sanitárias, não sendo discutidos aspectos sobre a purificação e tratamento indicados para uso potável.



Fonte: Econservar (2012)

Figura 21 – Esquema do sistema de captação e distribuição da água de chuva.

A série de dados de chuva utilizada no dimensionamento provém da estação Embrapa – Campina Grande, disponibilizada pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA. Foram utilizados valores em escala temporal diária de dados de

chuva compreendidos entre janeiro de 1994 até dezembro de 2010, referente a 17 anos de observações, abrangendo 6.209 dias.

A demanda média de água pluvial foi considerada apenas para as descargas das bacias sanitárias. A frequência de uso do aparelho foi determinada de acordo com pesquisa realizada através de questionários com os usuários de água da UFCG e considerando que cada acionamento equivale a um volume de 9 litros, correspondente a média entre 12 litros para bacias convencionais e 6 litros para bacias econômicas.

Como exemplo de aplicação foi idealizado uma edificação hipotética média, com área média das coberturas das edificações da UFCG, representando a superfície de captação. A quantidade de bacias sanitárias por blocos foi variável de 2, 4, 6 e 8 unidades.

O objetivo final desta simulação é encontrar o consumo de água anual variando a capacidade do reservatório de captação de água de chuva, sendo verificado simultaneamente o índice de aproveitamento da água de chuva, o custo para implantação, a economia de água e o período de retorno do investimento. Para os cálculos de implantação do método foi utilizada uma planilha eletrônica. Vale ressaltar que na estimativa sempre foi arbitrado o reservatório cheio no início da simulação.

Para isso o método empregado para a simulação do consumo de água tratada é baseado no conceito de conservação de massa, determinado através das Equações 7 e 8:

$$V_t = V_{t-1} + (VC_t - D_t) \quad (7)$$

$$VC_t = P \times A \times \eta \quad (8)$$

onde:

V_{t-1} e V_t = volume armazenado no fim dos dias $t-1$ e t , respectivamente (m^3);

VC_t = volume coletado pelo sistema a partir da precipitação no dia t (m^3);

D_t = demanda do dia t (m^3);

P = precipitação diária (mm);

A = área de cobertura (m^2);

η = coeficiente de runoff (0,80).

As equações 7 e 8 deverão possuir restrições tanto para reservatório cheio, pois qualquer volume excedente deverá ser rejeitado, assim como para vazio, situação na qual não haverá fornecimento de água pelo reservatório. Assim como existe a necessidade de limitar o volume coletado V_{Ct} , tendo o V_r (volume do reservatório) como limite máximo do V_{Ct} .

A partir dessas considerações o consumo de água tratada (CA_t) poderá ser determinado para o período de tempo analisado ocorrendo na situação de reservatório vazio, já que não há água pluvial armazenada no reservatório, restando apenas água tratada como fonte para abastecimento dos pontos de consumo e o CA_t não poderá ser superior a demanda diária e nem inferior a zero.

Calcula-se inicialmente o volume precipitado no dia considerado a partir do produto da altura diária precipitada pela área da cobertura, multiplicado pelo coeficiente de *runoff* igual a 0,80. A partir disso, calcula-se o volume pluvial coletado, o volume armazenado no final do dia e por fim o consumo de água tratada.

O índice de aproveitamento da captação de água de chuva é medida através da relação entre os dias que não houve uso de água tratada e o total de dias da simulação, ou seja, representa a autonomia do sistema.

As equações utilizadas para determinação da economia de água e retorno de investimento foram as mesmas descritas no item 4.3.1. Para o cálculo do custo de implantação foram simulados dois tipos de materiais para construção das cisternas sendo de alvenaria e outra de concreto armado. A escolha destes materiais foi devido a facilidade na manutenção, pois compreende insumos (areia, brita, cimento, aço etc.) utilizados com frequência pela equipe de manutenção.

5.1 Diagnosticar o local e o sistema de abastecimento

Esta etapa compreende uma investigação das principais características do ambiente e do sistema de abastecimento de água da UFCG.

5.1.1 Diagnóstico do local

Em virtude principalmente da adesão da UFCG ao REUNI em 2007, houve uma mudança significativa no aspecto físico e populacional, acompanhando o aumento do número de vagas destinadas ao ensino superior, consequência natural da proposta do programa.

5.1.1.1 População

A população classificada como fixa da Universidade é composta por professores, alunos e funcionários. Existe também a população flutuante, aquela que aparece no local de maneira esporádica e com curta permanência, como: familiares de alunos etc. Esta categoria não foi considerada em virtude da dificuldade de quantificação.

Com isso no ano de 2010 a população total da UFCG (apenas o *Campus* de Campina Grande exceto o CCBS) chegou à marca de 10.859, de acordo com a Tabela 3, sendo, deste total, os estudantes representando 77%, professores 7% e funcionários 17%. Em relação ao ano de 2004 houve um aumento de aproximadamente 28% em relação à população total; os funcionários com 64% foram os que mais cresceram seguido dos professores com 26% e alunos com 22%.

Tabela 3 - Evolução da população da UFCG de 2004 para 2010.

Tipo	Ano 2004	Tipo	Ano 2010
Professores	588	Professores	738
Alunos (Grad + Pós)	6.810	Alunos (Grad + Pós)	8.319
Funcionários	1.096	Funcionários	1.802
Total	8.494	Total	10.859

5.1.1.2 - Área construída e de cobertura

Com o aumento verificado da população da UFCG nos últimos anos, fica compulsória também a necessidade do aumento dos ambientes para dar suporte a esta demanda. Desta forma, a área construída refletiu a tendência de acréscimo, sendo verificada, na Tabela 4, uma evolução de 23,60% entre o ano de 2004 e 2010. O Setor C foi o que apresentou o maior índice de crescimento com 40%, seguido do Setor B com 12% e por último o Setor A com 5% de variação.

A área de cobertura por ser um fator associado à área construída também sofreu variação. A soma das áreas dos telhados das 102 edificações resultou no ano de 2010 o valor de 44.219,88 m², dado obtido por levantamento em projetos.

Tabela 4 – área construída da UFCG em 2004 e 2010.

Setor	Área 2004 (m²)	Setor	Área 2010 (m²)
A	13.169,38	A	13.818,03
B	21.208,30	B	23.858,43
C	29.170,58	C	40.860,33
Total	63.548,26	Total	78.536,79

5.1.1.3 Pontos de consumo

Por meio de levantamentos encontrados em documentos e com auxílio de projetos arquitetônicos das novas edificações foi contabilizada a quantidade dos aparelhos hidrossanitários, apresentada na Tabela 5.

Tabela 5 – Quantidade de aparelhos hidrossanitários da UFCG.

2010	
Aparelho	Quantidade
Bacia Sanitária	300
Chuveiros	45
Mictórios	68
Torneiras	365

5.1.1.4 Características do consumo de água da UFCG

Diante do panorama de crescimento de todos os dados observados das principais características da UFCG - população, novas edificações, instalações hidráulicas, sobrecarga do sistema etc. - é de se esperar, por consequência, um aumento do consumo de água, o que foi verificado, como mostra a Figura 22. Contudo os valores apresentados indicam uma forte e impressionante taxa de crescimento na demanda de água, fato comprovado pelo avanço absoluto de 118% entre os anos 2004 e 2010, uma informação que no mínimo suscita reflexão e sensação de inquietação na forma de como está sendo utilizado o recurso hídrico.

Em relação ao desembolso no pagamento da conta de água, em 2004 a UFCG pagou cerca de R\$139.906,60 e em 2010 o gasto com água chegou ao valor de R\$ 531.756,03. Os valores apresentados tanto de volume consumido quanto financeiro ratificam a relevância da UFCG como grande consumidora de água. Sua participação na busca pelo uso eficiente da água é fundamental para o sucesso de qualquer programa que aponte para diminuição do risco de desabastecimento da cidade de Campina Grande, pois qualquer iniciativa que seja implantada gera grandes impactos a esse favor.

A avaliação de consumo de água é recomendada como etapa preliminar em programas de GDA, pois fornece informações sobre o estágio atual de consumo para comparação com estágios de aplicação de gerenciamento da demanda, orientando sobre possíveis aprimoramentos, aprovações ou modificações das intervenções adotadas.

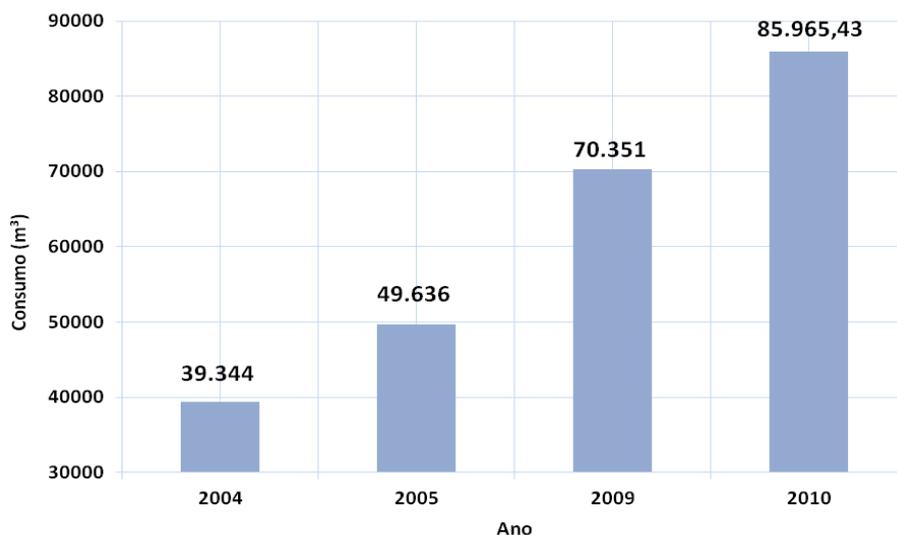


Figura 22 – Evolução do consumo anual de água do Campus de Campina Grande – UFCG.

O índice de consumo de água para instituições de ensino mede a relação entre o consumo de água em um determinado período e o número de estudantes. O índice serve como um termômetro da qualidade do consumo de água pelos usuários, o qual é então comparado com um valor de referência. Caso o índice esteja acima do limite estabelecido, o sistema pode ser melhorado, e o consumo então, otimizado. Este indicador constitui referência para avaliação do impacto de redução de consumo de água após ações de GDA.

Novamente na UFCG houve um aumento expressivo no valor do índice de consumo de água, podendo ter sido alterado tanto pela mudança de hábitos dos usuários como aumento excessivo do uso de água, devido ao descaso dos usuários, como também pelas perdas por vazamentos e desperdício provocado pelo mau uso, demonstrando uma redução na eficiência do uso da água com o passar do tempo.

A literatura tradicional de projetos de instalações hidráulicas considera o índice de consumo (IC) para tipologia escolas/externatos em 50 litros/aluno.dia (MACINTYRE, 1982), porém estudos mais recentes divergem deste valor relatando índices em torno de 23 litros/aluno.dia, como por exemplo, Ywashima (2005). Na comparação com a primeira

referência, a UFCG estaria abaixo do limite em quase 10 litros/aluno.dia, no entanto em relação a segunda referência o índice extrapola quase 20 litros/aluno.dia. Apesar destas discrepâncias entre os critérios, o fato relevante está no aumento de quase 78% no índice de consumo em relação de 2004 para 2010 (Figura 23).

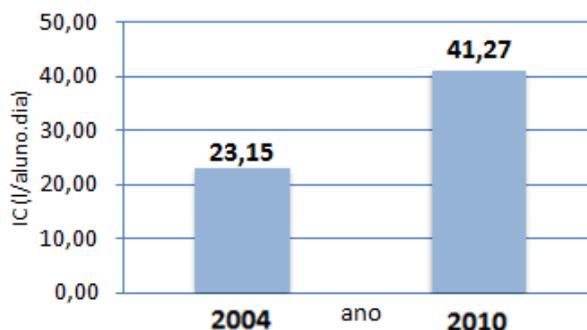


Figura 23 - Índice de consumo da UFCG nos anos de 2004 e 2010.

Na comparação do consumo mensal de anos subsequentes, como os anos de 2009 e 2010, observa-se uma tendência de aumento de consumo de água, como mostra a Figura 24, pois em quase todos os meses (exceto em março e dezembro) foi verificada esta circunstância. Contudo, em dezembro de 2009 houve um vazamento de grande magnitude no reservatório principal, o que justifica um valor tão desproporcional de consumo para este mês.

Outro fato que indica a suspeita de vazamentos no sistema é que nos meses de recesso escolar a demanda de água continua em patamares consideráveis, apesar do número reduzido de pessoas na Universidade.

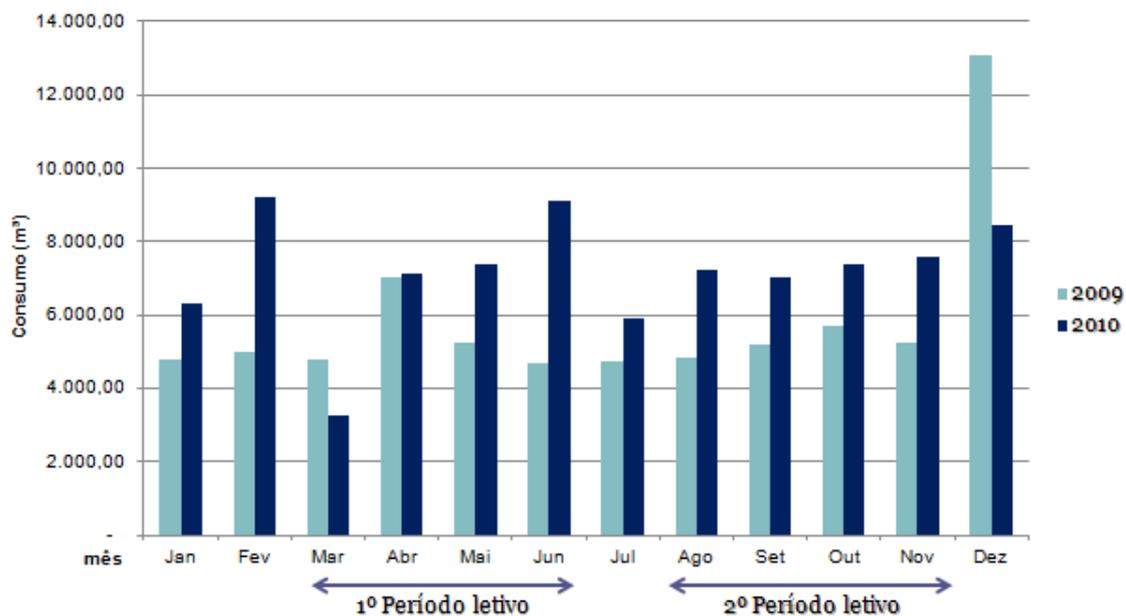


Figura 24 – Variação do consumo de água mensal no ano de 2009 e 2010.

A Tabela 6 apresenta os consumos de água ao longo do dia verificados através da leitura *in loco* dos onze hidrômetros espalhados no Campus, fornecendo dados da variação do consumo no período da manhã, tarde, noite e madrugada. Verifica-se no subtotal que o maior consumo de água ocorre no turno da noite e madrugada, fato que pode ser explicado pelo enchimento dos reservatórios e perdas no sistema de água.

Observando-se os valores de consumo de cada hidrômetro, percebe-se que o hidrômetro reservatório é o que tem maior influência no abastecimento das edificações do Campus de Campina Grande, isso porque ele é responsável por quase toda a demanda do Setor C e de algumas ligações com blocos de outros setores.

A Tabela 7 mostra o consumo durante os finais de semana, desde às 18 horas da sexta-feira até às 8 horas da segunda-feira.

Tabela 6 – Consumo médio diário dos hidrômetros durante a semana em período letivo (2011).

CONSUMO MÉDIO DOS HIDROMETROS UFCG (m³)					
DIA DA SEMANA / PERÍODO LETIVO					
Hidrômetro	Manhã (07h - 12h)	Tarde (12h-18h)	Noite e Madrugada (18h-07h)	Soma (m³)	%
Reservatório	64,00	51,17	65,00	180,17	49,57%
Bloco AB	0,67	0,63	0,97	2,27	0,62%
Guarita do CH	2,43	2,53	3,17	8,13	2,24%
RU	3,27	4,37	9,90	17,54	4,83%
Bloco BP BQ	1,01	1,44	1,33	3,78	1,04%
Bloco BS BT	1,64	1,82	5,17	8,63	2,37%
Bloco AA	1,42	1,61	3,71	6,74	1,85%
Setor B	0,53	0,76	0,98	2,27	0,62%
Calçada da Prai	18,50	20,30	59,00	97,80	26,91%
UEI	6,20	7,08	14,75	28,03	7,71%
Alta tensão	1,81	2,44	3,82	8,07	2,22%
Subtotal (m³)	101,46	94,14	167,79	363,43	100,00%

Tabela 7 – Consumo médio dos hidrômetros durante final de semana (2011).

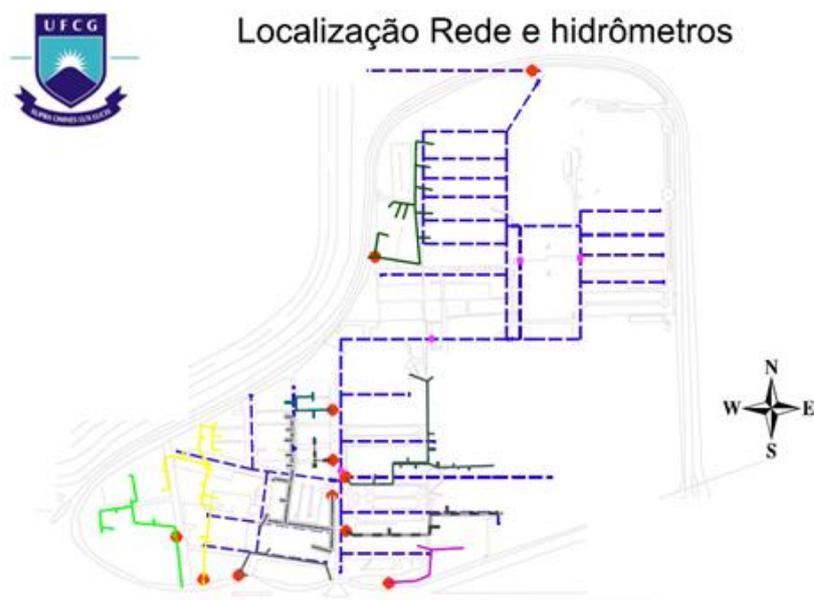
CONSUMO MÉDIO DOS HIDROMETROS - UFCG (m³) FINAL DE SEMANA	
Hidrômetro	Sábado e Domingo
Reservatório	117,00
Bloco AB	0,50
Guarita do CH	12,70
RU	63,30
Bloco BP BQ	3,87
Bloco BS BT	16,51
Bloco AA	11,52
Setor B	30,09
Calçada da Prai	35,00
UEI	48,75
Alta tensão	23,68
Total (m³)	362,92

5.1.2 Diagnóstico do sistema de abastecimento de água

Ao longo da sua história a Universidade Federal de Campina Grande vem passando por um processo de expansão territorial aliado à construção de novas edificações, havendo a necessidade de instalações de novas redes de abastecimento de água como também a incorporação de redes já existentes nos locais de sua expansão.

Atualmente a UFCG conta com 11 diferentes e independentes redes de abastecimento, conseqüentemente 11 hidrômetros e 11 contas de água, o que, por um lado, tem a vantagem de centralização das contas de água, facilitando pagamento, tendo em vista o número reduzido de hidrômetros comparado com a quantidade de 102 edificações, enquanto que, por outro lado, tem a desvantagem no monitoramento, pois dificulta na detecção de vazamentos pelo sistema não ser muito setorizado.

Os Setores A e B são os mais antigos e os que apresentam a maior quantidade de redes independentes, totalizando 9 redes, enquanto que o Setor C por ter sido concebido através de um plano diretor, possui apenas duas redes; é também onde localiza-se a rede planejada e mais extensa da UFCG, ligada ao principal reservatório de acumulação de água. Na Figura 25 observa-se a espacialização das redes de abastecimento, suas respectivas ligações com as edificações e localização dos hidrômetros. A Tabela 8 tem-se o nome dos hidrômetros e sua referente inscrição na companhia de água do Estado da Paraíba - CAGEPA.



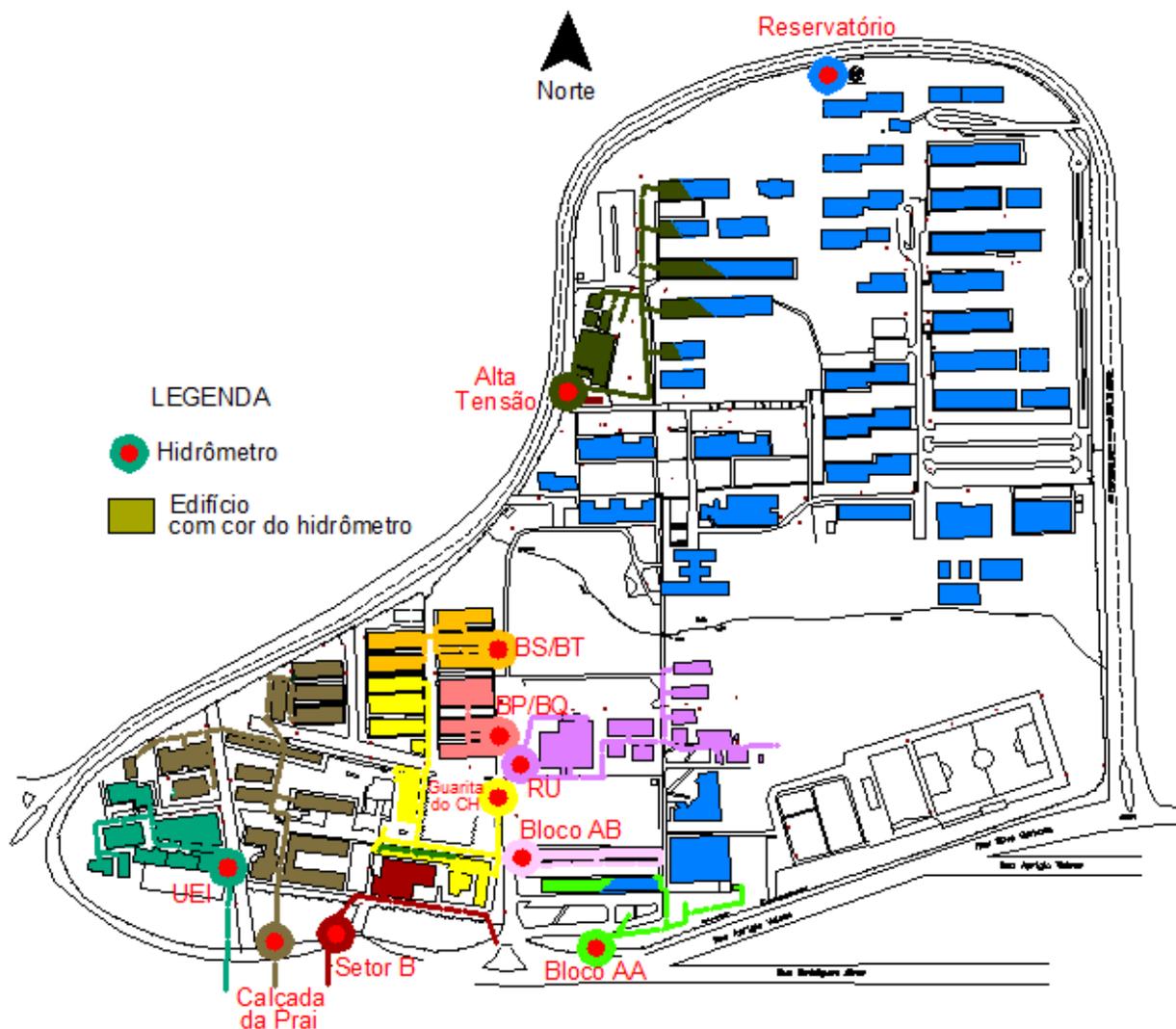


Figura 25 – Detalhe do posicionamento da rede de abastecimento interna do Campus.

Tabela 8 – Nome dos hidrômetros e número de inscrição.

Setor	Nome do hidrômetro	Nº Inscrição Cagepa
A	Bloco AA	018.37.075.0380
	Bloco AB	018.37.075.0489
	RU	018.37.075.0539
B	Calçada da Prai	018.37.075.0950
	Bloco BS BT	018.37.075.0614
	Bloco BP BQ	018.37.075.0670
	Guarita do CH	018.37.075.0690
C	Setor B	018.37.075.0896
	UEI	018.37.075.1010
	Alta Tensão	018.37.075.1640
	Reservatório	018.37.075.2010

A rede planejada tem seu projeto datado de 1978 e elaborado com a finalidade de prover segurança hídrica, unificação e centralização no sistema de abastecimento de água interno da Universidade, pois de acordo com o projeto, a execução compreendeu:

- a) Construção na cota mais elevada do Campus (543,50 m) de um reservatório em concreto armado semi-enterrado com dimensões de 5,0 m de altura de lâmina d'água por 9,50 m de diâmetro e capacidade de armazenamento de 350 m³ de água (Figura 25).



Figura 26 – Reservatório em concreto armado para abastecimento do Campus.

- b) Rede de abastecimento em tubos de PVC com diâmetros compreendidos entre 160 mm e 60 mm partindo desde o reservatório no Setor C até edificações nos Setores A e B, pois o conceito do projeto é tornar o sistema integrado onde todos os blocos no interior da Universidade fossem abastecidos pelo reservatório do Setor C. Porém, vale ressaltar que, apesar desta rede ter sido construída com esse objetivo ainda hoje não houve a integração completa dos setores, ficando apenas o Setor C responsável quase por completo pelo consumo da água do reservatório.

As tubulações em geral, assim como mostra a Figura 27, apresentam-se expostas em muitos locais, sujeitas a danos causados por impactos mecânicos e também a exposição prolongada à radiação solar, diminuindo assim a sua vida útil e aumentando a frequência de vazamentos. Por outro lado, segundo os encanadores da Universidade esse tipo de situação tem a vantagem na detecção e conserto de vazamentos e na ligação de água para as novas edificações.



Figura 27 – Tubulações expostas.

Os aparelhos hidrossanitários, as tubulações e as estruturas de armazenamento de água (reservatório principal e caixa d'água na parte superior das edificações) apresentam na sua grande maioria problemas de manutenção, agravados principalmente por serem equipamentos antigos. Deveria haver maior preocupação em vistorias e manutenções preventivas periódicas. Apresentam grande ocorrência de problemas de vazamento, especialmente as estruturas de concreto armado, a exemplo do reservatório principal, que apresenta perda de água pela ocorrência de infiltrações devido à deterioração das suas paredes, e em algumas ocasiões por extravasamento de água decorrente da danificação da bóia que regula o fechamento da entrada de água, sendo o seu fechamento realizado manualmente.

Ainda assim, a equipe de manutenção é composta apenas de três encanadores, número insuficiente, segundo os próprios, considerando o atendimento de tantas demandas, fato somado à grande área do Campus de Campina Grande e suas instalações antigas. Os encanadores ainda são solicitados para o atendimento em áreas externas, como o CCBS (Centro de Ciências Biológicas e da Saúde) e as residências universitárias (ambientes que apresentam grande ocorrência de danos as instalações).

Outro fato que dificulta a agilidade e eficiência por parte da manutenção na solução dos problemas, evitando ou até mesmo reduzindo o desperdício de água devido a vazamentos

e quebra de aparelhos, é a burocracia que acomete as instituições públicas de um modo geral, e a UFCG não é uma exceção, refletindo na morosidade do sistema de compras públicas, que demanda tempo para a escolha e aquisição do insumo. Dependendo da demanda, há situações de falta de materiais essenciais para o conserto dos vazamentos, induzindo os profissionais a buscarem soluções de improviso no reparo, comprometendo o bom funcionamento e qualidade do sistema. Além disso, quando ocorrem problemas em pontos de alta pressão na rede interna, há a dependência da CAGEPA para auxiliar no conserto dos vazamentos, ocasionando retardamento na correção e aumento no desperdício de água.

Dentre as alternativas utilizadas atualmente em substituição à água tratada da concessionária há o uso para irrigação, através de bombeamento, da água do riacho que atravessa a Universidade. Apesar de visualmente ser notória a baixa qualidade desta água, e motivo de queixa de desconforto pelos jardineiros no seu manejo, ainda assim serve de fonte para a rega dos jardins do Setor A (Prefeitura, bancos e centro de extensão) e principalmente na completa irrigação do complexo esportivo, composto de dois campos gramados de futebol e muitas áreas verdes, consumindo em torno de 70.000 litros/dia para manutenção desses espaços (Figura 28 e 29). Desta maneira observa-se a importância do uso desta fonte na obtenção da redução no consumo de água da UFCG, que apesar de ainda não ser intensamente explorada na sua quantidade e qualidade, se destaca como uma medida potencialmente importante no gerenciamento da demanda de água, especialmente quando a Universidade investir fortemente na urbanização e paisagismo dos ambientes, concepção esta que já está sendo elaborada para execução em curto prazo.



Figura 28 – Riacho como fonte de rega dos jardins.



Figura 29 – complexo esportivo da UFCG.

No sentido de exemplificar ações da gestão da demanda que estão sendo implantadas na Universidade foi constatada, apesar de forma inicial, a introdução nos projetos e orçamentos, elementos para captação e aproveitamento da água de chuva e/ou o uso de aparelhos poupadores de água, nas novas edificações a serem licitadas e construídas, a exemplo a ampliação do DART e a ampliação da Unidade de Engenharia de Produção, obras que estão em processo de construção que contemplam estes mecanismos para o uso eficiente da água.

5.2 Avaliação dos usuários e gestores da UFCG

O número de entrevistados foi baseado de acordo com a Equação 1, resultando para a amostra dos usuários a quantidade de 95 pessoas. No caso dos gestores foram entrevistados toda a equipe técnica da Prefeitura Universitária composta de 11 pessoas (engenheiros, arquitetos e prefeito).

5.2.1 Categoria de análise 1 – percepção do próprio uso

De acordo com os dados do diagnóstico do local, como população (10.859), quantidade de aparelhos hidrossanitários e o consumo de água da UFCG, juntamente com as respostas dos questionários da percepção dos usuários sobre a forma e frequência de uso dos

aparelhos hidrossanitários, procedeu-se o cálculo da distribuição de consumo de cada aparelho. Vale destacar que os dados utilizados se referem ao ano de 2010 e o volume de água considerado foi durante o período letivo do mesmo ano (Tabela 9), por ocasião em que toda a população encontrava-se no local.

Tabela 9 – Consumo mensal durante período letivo de 2010.

Mês	Mar	Abr	Mai	Jun	Ago	Set	Out	Nov	TOTAL
Consumo (m³)	3.283	7.136	7.374	9.105,43	7.251	7.002	7.398	7.603	56.152,43

5.2.1.1 Bacia Sanitária

Para o cálculo da distribuição de consumo da bacia sanitária foi considerado um volume de acionamento de 9 litros, média entre bacias antigas de 12 litros com válvulas e bacias modernas de 6 litros.

A frequência de uso do aparelho respondida pelos usuários é mostrada na Figura 30, na qual a opção pelo uso de 1 vez é a mais empregada com 30%, seguida pelo uso de 2 vezes com 17%, 3 vezes com 10% e 4 ou mais vezes com 11% das respostas, contudo mais de 30% não sabem ou não responderam a pergunta.

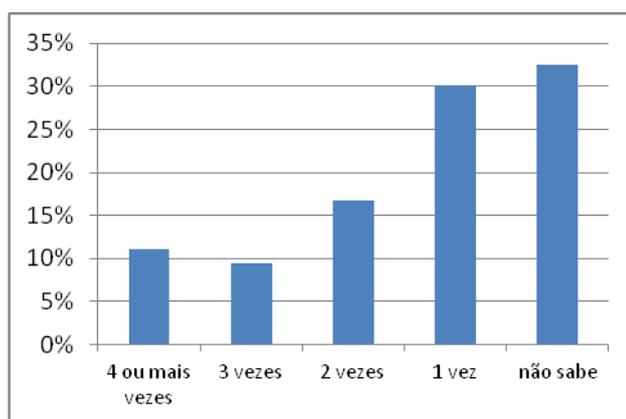


Figura 30 – Resposta dos usuários sobre frequência de uso da bacia sanitária.

Assim sendo, o cálculo da parcela da bacia sanitária segue o seguinte roteiro: considera-se a porcentagem da população que respondeu determinada frequência de uso multiplicado pelo número de vezes de acionamento, o volume de descarga e a duração do período letivo considerado.

$$\text{- 4 ou mais vezes} = 11\% \times 10.859 \times 4 \times 9 \text{ litros} \times 22 \text{ dias} \times 8 \text{ meses} = 7.568,29 \text{ m}^3$$

$$\text{- 3 vezes} = 10\% \times 10.859 \times 3 \times 9 \text{ litros} \times 22 \text{ dias} \times 8 \text{ meses} = 5.160,20 \text{ m}^3$$

$$\text{- 2 vezes} = 17\% \times 10.859 \times 2 \times 9 \text{ litros} \times 22 \text{ dias} \times 8 \text{ meses} = 5.848,22 \text{ m}^3$$

$$\text{- 1 vez} = 30\% \times 10.859 \times 1 \times 9 \text{ litros} \times 22 \text{ dias} \times 8 \text{ meses} = 5.160,20 \text{ m}^3$$

A contribuição no consumo de água da alternativa “não sabe ou não respondeu” foi considerada como proporção em relação às outras respostas: como 68% dos entrevistados utilizam 23.736,90 m³, logo 33% consomem 11.519,38 m³. Desta forma, o consumo total de água da bacia sanitária durante o período letivo foi de 35.256,28 m³, representando em torno de **63%** do consumo total de água da UFCG.

Esta porcentagem encontra-se elevada em relação às faixas de valores utilizadas em outros estudos, porém é importante observar que esse valor foi calculado através da percepção do usuário.

5.2.1.2 Torneira

Para o cálculo da distribuição de consumo da torneira foi utilizado o mesmo procedimento em relação à bacia sanitária, sendo relacionadas questões como: frequência diária de uso (Figura 31) e tempo médio de uso (Figura 32). A vazão considerada no uso da torneira foi medida *in loco* e computada a sua média, ficando em aproximadamente 0,046 litros por segundo.

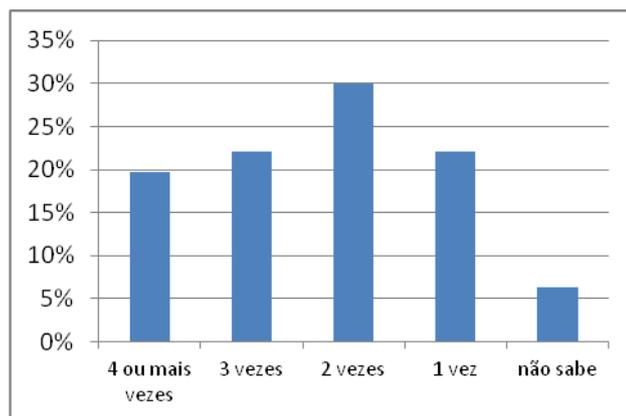


Figura 31 – Frequência de uso das torneiras dos lavatórios.

A maioria dos entrevistados (30%) disse que usa em média a torneira do lavatório 2 vezes por dia, enquanto que 22% usam 3 vezes, outros 22% usam 1 vez, 20% usam 4 ou mais vezes e 6% não sabem ou não responderam.

Em relação ao tempo médio de uso da torneira, observa-se que a grande parte, 61% dos entrevistados acreditam utilizar em torno 1 minuto para lavagem das mãos, 25% acreditam que gastam cerca de 30 segundos, 9% necessitam de 2 minutos e uma parcela mínima de 4% e 2% usam, respectivamente, 4 minutos ou mais e 3 minutos.

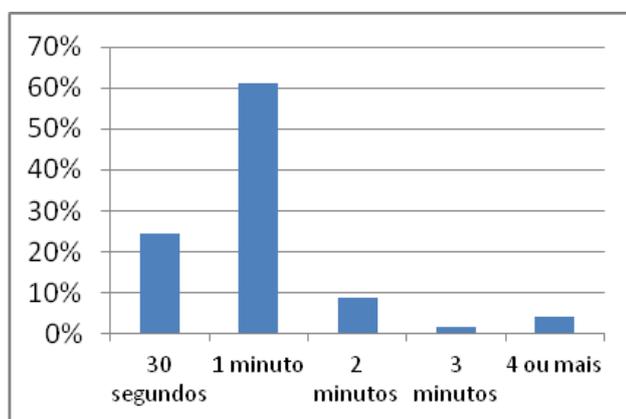


Figura 32 – Tempo médio de uso das torneiras dos lavatórios.

Com esses dados calculou-se a porcentagem representativa do consumo da torneira na Universidade, como a seguir:

Primeiramente é obtido o número de vezes que a torneira é utilizada.

$$- 4 \text{ ou mais vezes} = 20\% \times 10.859 \times 4 = 8.687 \text{ vezes}$$

$$- 3 \text{ vezes} = 22\% \times 10.859 \times 3 = 7.166 \text{ vezes}$$

$$- 2 \text{ vezes} = 30\% \times 10.859 \times 2 = 6.515 \text{ vezes}$$

$$- 1 \text{ vez} = 22\% \times 10.859 \times 1 = 2.388 \text{ vezes}$$

A contribuição no consumo de água da alternativa “não sabe ou não respondeu” foi considerada como proporção em relação às outras respostas: como 94% dos entrevistados utilizam 24.758 vezes a torneira por dia, logo 6% acionam 1.580 vezes. Desta maneira, a frequência total de utilização da torneira é de 26.338 vezes.

Para obter o consumo, precisa-se agregar o tempo em cada uso da torneira, segundo o auxílio da Figura 32. Após esta etapa, multiplica-se pela vazão do aparelho e pelo período letivo:

$$- 26.338 \times 25\% \times 30 \text{ seg.} = 197.535 \text{ seg.} \times 0,046\text{l/s} \times 22 \text{ dias} \times 8 \text{ meses} = 1.599.243 \text{ l}$$

$$- 26.338 \times 61\% \times 60 \text{ seg.} = 963.970 \text{ seg.} \times 0,046\text{l/s} \times 22 \text{ dias} \times 8 \text{ meses} = 7.804.308 \text{ l}$$

$$- 26.338 \times 9\% \times 120 \text{ seg.} = 284.450 \text{ seg.} \times 0,046\text{l/s} \times 22 \text{ dias} \times 8 \text{ meses} = 2.302.910 \text{ l}$$

$$- 26.338 \times 2\% \times 180 \text{ seg.} = 94.816 \text{ seg.} \times 0,046\text{l/s} \times 22 \text{ dias} \times 8 \text{ meses} = 767.637 \text{ l}$$

$$- 26.338 \times 4\% \times 240 \text{ seg.} = 252.844 \text{ seg.} \times 0,046\text{l/s} \times 22 \text{ dias} \times 8 \text{ meses} = 2.047.032 \text{ l}$$

Assim sendo, o volume total de água utilizado no período letivo da UFCG é de 14.521 m³, representando **26%**.

5.2.1.3 Mictório

A utilização do mictório é realizada, segundo 26% dos entrevistados, apenas 1 vez; 25% disseram que utilizam 2 vezes; cerca de 16% 4 ou mais vezes, 15% 3 vezes e 17% não sabem ou não responderam (Figura 33).

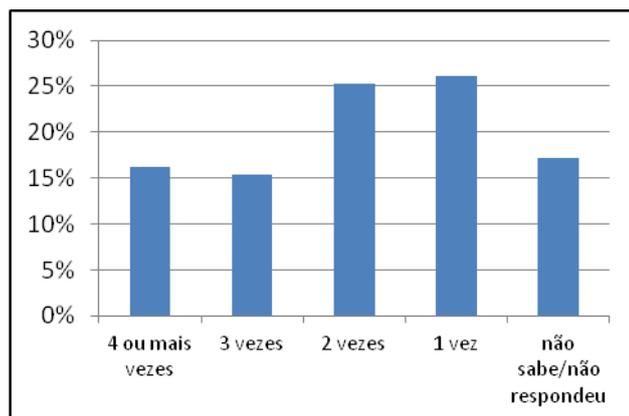


Figura 33 – Frequência de uso dos mictórios.

Para o cálculo do volume consumido nos mictórios individuais foi considerada uma vazão média de 0,50 litros por acionamento, medida *in loco* nas edificações da UFCG.

$$- 4 \text{ ou mais vezes} = 16\% \times 10.859 \times 4 \times 0,50 \text{ litros} \times 22 \text{ dias} \times 8 \text{ meses} = 611.578 \text{ l}$$

$$- 3 \text{ vezes} = 15\% \times 10.859 \times 3 \times 0,50 \text{ litros} \times 22 \text{ dias} \times 8 \text{ meses} = 430.016 \text{ l}$$

$$- 2 \text{ vezes} = 25\% \times 10.859 \times 2 \times 0,50 \text{ litros} \times 22 \text{ dias} \times 8 \text{ meses} = 477.796,00 \text{ l}$$

$$- 1 \text{ vez} = 26\% \times 10.859 \times 1 \times 0,50 \text{ litros} \times 22 \text{ dias} \times 8 \text{ meses} = 248.453,92 \text{ l}$$

Assim sendo, o volume total de água utilizado no período letivo da UFCG é de 1.767 m³, representando **3%**.

5.2.1.4 Chuveiro

O chuveiro não foi considerado no cálculo, pois segundo a Figura 34, o resultado das respostas da grande maioria dos entrevistados disse que não utiliza este aparelho. Desta forma, a sua contribuição no resultado final é quase desprezível. Isso acontece pelo fato que poucas edificações dentro da Universidade possuem chuveiro, sendo restritos apenas aos funcionários os blocos que possuem. O ginásio esportivo é o local onde se percebe maior uso do chuveiro.

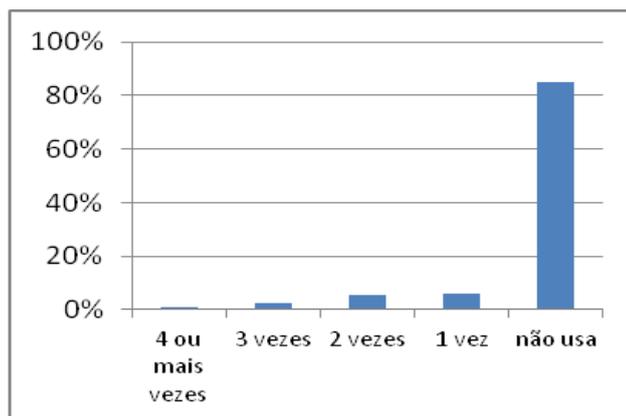


Figura 34 – Frequência de uso do chuveiro.

5.2.2 Categoria de análise 2 – análise da percepção geral sobre a sua própria consciência no uso da água, do gerenciamento local do sistema e GDA.

Usuários (alunos, professores e funcionários)

Um dos questionamentos levantados nas entrevistas foi a respeito da visão do usuário de qual aparelho é considerado o maior consumidor de água no interior da Universidade. Segundo a Figura 35, quase 50% dos entrevistados responderam que a bacia sanitária é esse aparelho, seguido do lavatório e mictório.

Este dado reflete exatamente a mesma sequência obtida para a distribuição de consumo sob o ponto de vista do usuário no item 5.2.1, demonstrando consistência entre as respostas da frequência e tempo de uso do aparelho com a visão geral de consumo de água por aparelho.

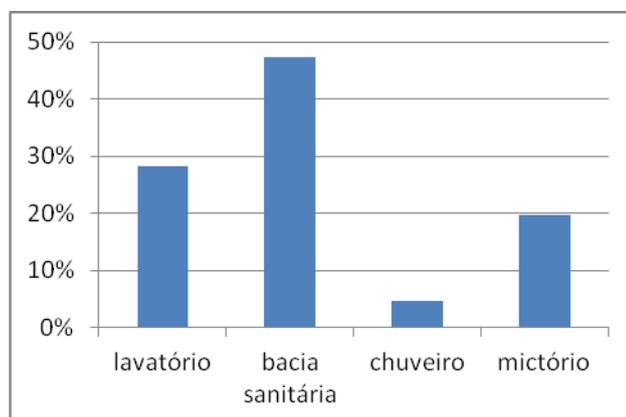


Figura 35 – Aparelhos que mais consomem água na UFCG segundo os usuários.

Em relação à auto-avaliação do usuário, cerca de 75% dos entrevistados responderam que desperdiçam muita água na utilização dos aparelhos e apenas 13% se intitulam como usuários que possuem hábitos de uso correto da água (Figura 36). Este dado é muito preocupante, pois a grande maioria da população da UFCG reconhece que não utiliza a água de maneira correta, proporcionando um gasto excessivo no consumo.

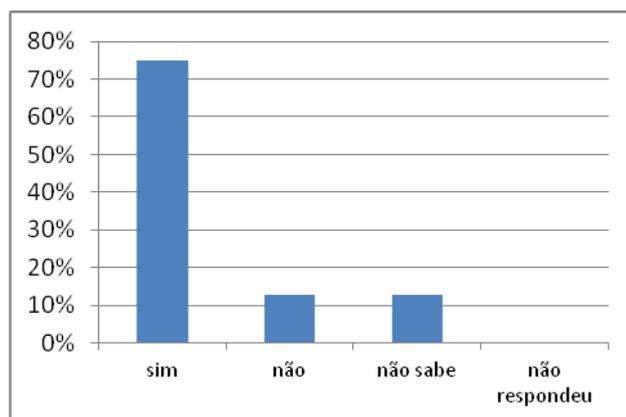


Figura 36 – Porcentagem dos usuários que tem hábitos de desperdício de água.

Para complementar a discussão acima, foi solicitado que os entrevistados dessem uma nota para avaliar a consciência do usuário para a economia de água (Figura 37). A resposta, assim como o resultado da Figura 36, confirmou a má avaliação dos próprios usuários consigo mesmos, pois cerca de 76% deram nota abaixo de 6,0 para suas condutas, demonstrando reprovação com seus hábitos de conservação de água.

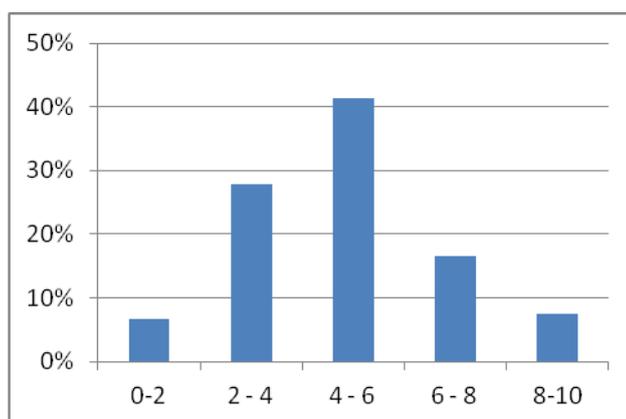


Figura 37 – Nota dada para a consciência dos usuários para economia de água.

Esta nota reflete diretamente o modo como os usuários utilizam os aparelhos hidrossanitários. A Figura 38 mostra que mais de 60% observam as torneiras abertas “as vezes”, 3% sempre vêm “aberta” e outros 22% “nunca” verificam abertas desnecessariamente. Atendo-se a estes resultados, o que mais impressiona é a informação sobre a grande frequência do aparelho desperdiçando água, seja devido ao mau uso ou por vazamento. Contudo, e paradoxalmente, nota-se que 56% das torneiras abertas verificadas pelos entrevistados foram deixadas neste estado pelos mesmos, seja propositalmente ou por esquecimento. Importante destacar que esse fato se repete em todos os outros aparelhos.

Ainda em relação à Figura 38, verifica-se a importância da manutenção periódica como um dos meios de se reduzir o consumo de água na Universidade, pois há uma grande ocorrência de aparelhos quebrados, necessitando de uma reposição mais rápida e ágil.

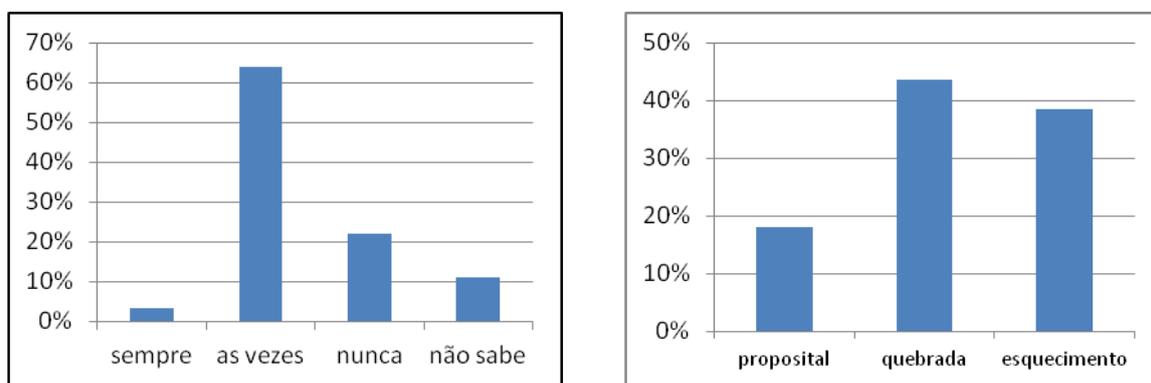


Figura 38 – Observação das torneiras abertas e os motivos que os usuários consideram que são deixadas abertas.

Outro motivo pode explicar esse comportamento dos usuários em não utilizar a água de maneira mais eficiente é a desinformação a respeito da situação de escassez relativa de água que apresenta a região, pois quase a metade dos entrevistados não tem conhecimento dos problemas de abastecimento de água de Campina Grande, de acordo com a Figura 39. Este é um dado que merece reflexão, pois há menos de 15 anos a cidade sofreu uma das piores crises de escassez de água de sua história. Este fato pode ser explicado pela grande mobilidade e renovação da população da cidade, composta por muitos estudantes e profissionais de outros municípios.

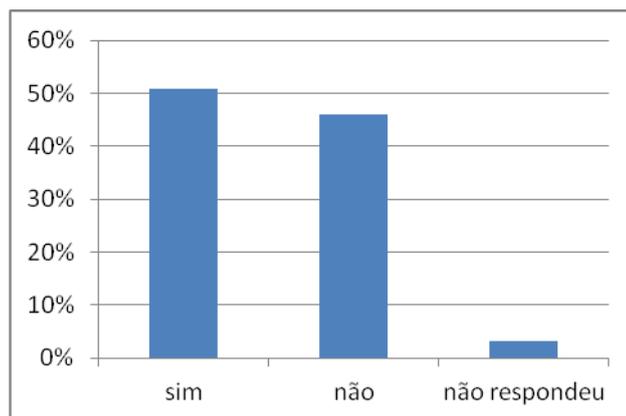


Figura 39 – Porcentagem dos entrevistados que tem conhecimento dos problemas de abastecimento de água de Campina Grande.

Em relação ao sistema local de abastecimento da UFCG, a Figura 40 mostra que os usuários têm a percepção de que há uma grande perda de água por vazamentos, pois quase 80% constataram esse fato, seja pela observação de problemas nos pontos de consumo, pela perda de água na rede de abastecimento ou pelo retardamento no conserto dos vazamentos.

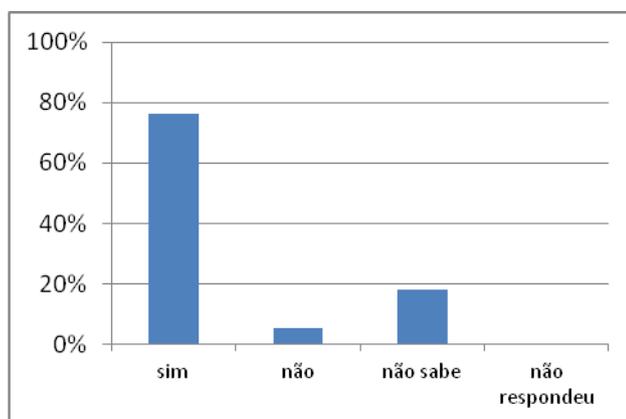


Figura 40 – Porcentagem dos entrevistados que acham que a UFCG perde muita água por vazamentos.

Observa-se que a mesma proporção de verificação de perda de água no sistema é mais uma vez comprovada pelas respostas em relação aos problemas de vazamento na bacia sanitária e lavatório, onde apenas 20% não constataram esse tipo de problema (Figura 41).

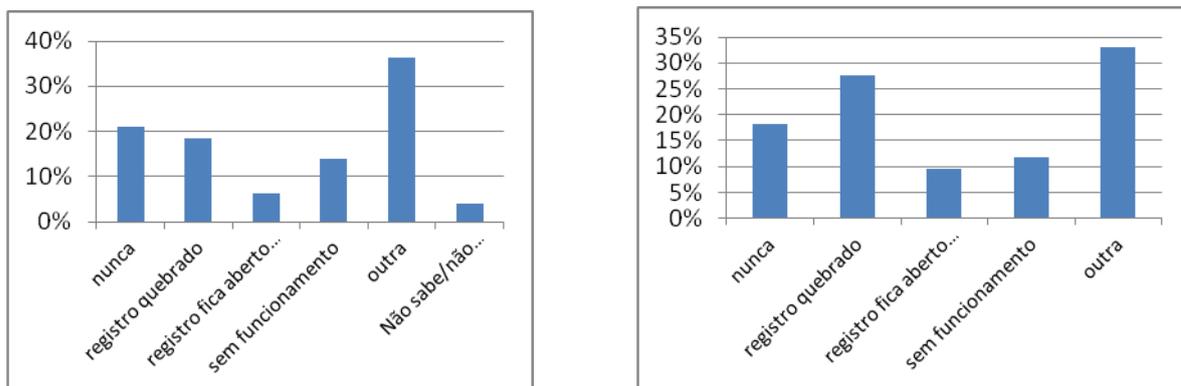


Figura 41 – Porcentagem dos entrevistados que observam problemas de vazamento na bacia sanitária (esquerda) e lavatório (direita).

A maioria dos entrevistados (72%) acha que o serviço da UFCG não é eficiente, devido à morosidade na correção de vazamentos, agravando ainda mais a situação (Figura 42).

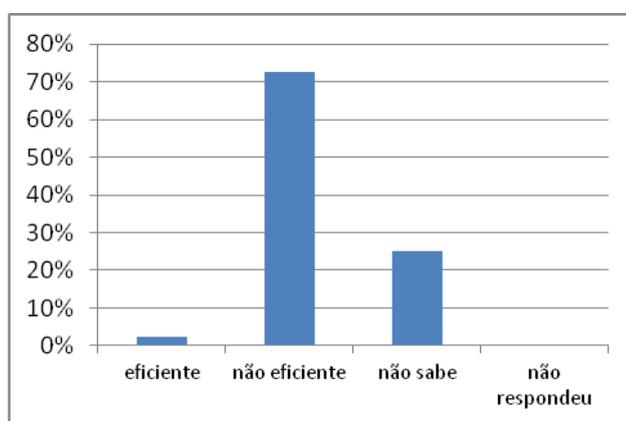


Figura 42 – Porcentagem dos entrevistados que avaliam a UFCG no quesito correção de vazamentos.

Contudo, de acordo com a Figura 43, mais de 80% acham interessante a UFCG investir em programas de redução no consumo de água, seja através de uso de bacias sanitárias de descarga reduzida, torneiras e chuveiros econômicos, reuso de água e aproveitamento de água de chuva, medidas mais conhecidas e aceitáveis por parte dos usuários como solução do problema, segundo Figura 44. Vale destacar que nesta pergunta os entrevistados poderiam escolher múltiplas alternativas.

Porém os usuários enfatizam que a não implantação destas medidas no interior do Campus universitário deve-se à falta de interesse dos gestores da instituição (Figura 45), que não estão comprometidos com o combate ao desperdício de água, corroborado pelos casos de grandes vazamentos observados nas instalações hidráulicas da UFCG.

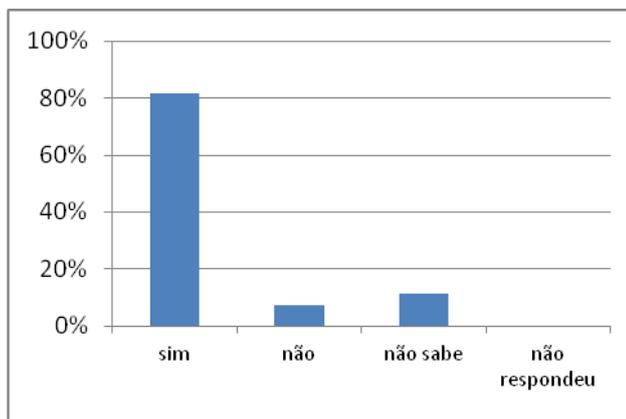


Figura 43 – Porcentagem dos usuários que acham que a UFCG deveria investir em programas de redução de água.

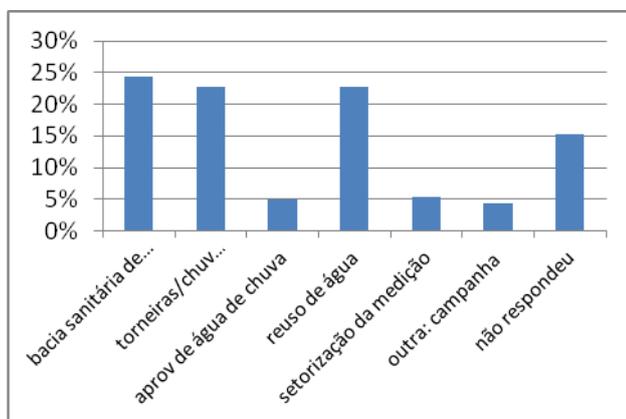


Figura 44 – Conhecimento dos usuários das medidas para reduzir consumo de água.

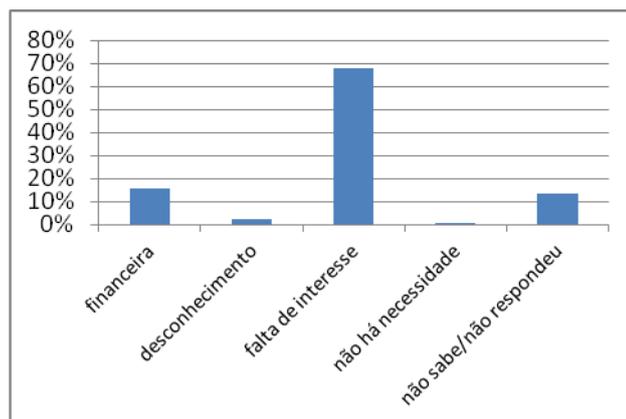


Figura 45 – Principal obstáculo para não implantação de medidas de redução do consumo de água.

Por fim, observa-se segundo avaliação das respostas dos questionários que a Universidade necessita investir muito na conscientização, informação, divulgação de práticas de uso racional da água com os usuários, assim como na intervenção do sistema de água interno, pois ficou evidente que o mau uso da água por parte dos usuários e percepção de muitos vazamentos no Campus foram fortemente confirmados em todas as respostas, sendo fatores determinantes para a elevação dos índices de consumo de água. Sendo assim, ações estruturais e não estruturais de gerenciamento da demanda, como por exemplo, campanhas educativas, substituição de aparelhos hidráulicos e uso de fontes alternativas de água tornam-se imprescindíveis para a mudança deste cenário.

Gestores

Em relação à avaliação dos gestores foram abordadas as mesmas perguntas feitas aos usuários de modo a confrontar determinados assuntos e observar a opinião das pessoas que administram a Universidade. Foram entrevistados o prefeito, os engenheiros e arquitetos da Prefeitura Universitária da UFCG.

A Prefeitura Universitária (PU) é a responsável pelos serviços de manutenção predial e de áreas verdes, elaboração de projetos arquitetônicos, elétricos, hidrossanitários e estruturais, reforma e execução de obras, assim como a fiscalização dos serviços prestados por empresas contratadas. Desta forma, é o órgão executor da UFCG, tendo papel importante na

concepção e implantação de qualquer projeto, em especial neste caso, dos programas de uso racional da água, visando reduzir o consumo de água.

As perguntas realizadas abordaram a percepção dos gestores sobre o sistema atual da Universidade, o seu próprio conhecimento a cerca de medidas para redução de água e sua avaliação sobre o comportamento dos usuários.

Inicialmente foi questionado aos entrevistados se os mesmos achavam que a Universidade perdia muita água por vazamentos. De acordo com as respostas pôde-se observar que todos confirmam este fato, tendo plena consciência da grande ocorrência de vazamentos (Figura 46).

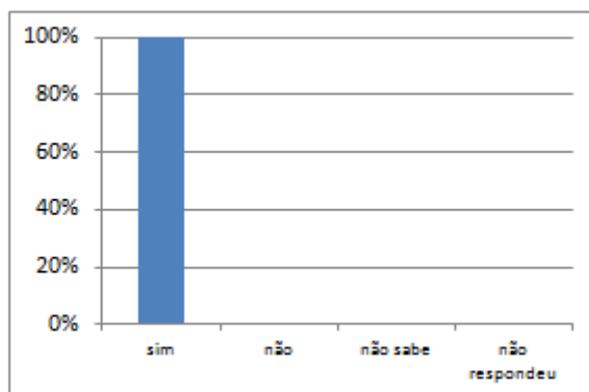


Figura 46- Porcentagem dos entrevistados que acham que a UFCG perde muita água por vazamentos (Gestores).

No entanto, 80% consideram que as correções dos vazamentos não são realizadas com eficiência, segundo Figura 47, sendo justificado pelo número reduzido de encanadores responsáveis pela manutenção, assim como falta de materiais para reposição imediata.

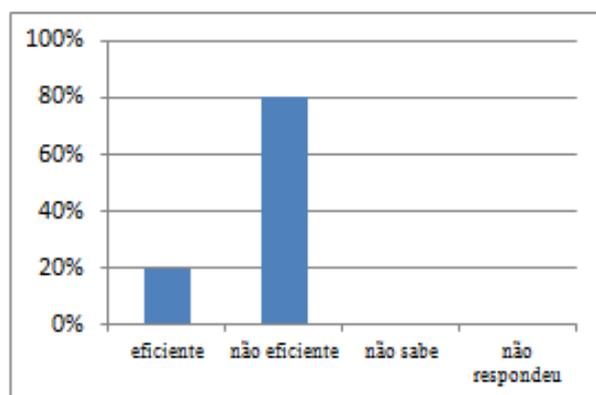


Figura 47- Porcentagem dos entrevistados que avaliam a UFCG no quesito correção de vazamentos (Gestores).

Questionada em uma pergunta aberta, com ilustração a Figura 22, qual seria a explicação para o aumento tão expressivo do consumo de água no Campus de Campina Grande. Dentre as respostas apresentadas, a que mais se repetiu foi aumento da área construída devido ao processo de expansão da UFCG. Logo depois apareceu o aumento da população universitária, aumento do desperdício, falta de manutenção e por fim instalações antigas.

Porém, todos concordam que a Universidade deveria investir em um programa de redução de água (Figura 48) com a finalidade de reverter essa situação de ineficiência e de grande desperdício. As alternativas apontadas como mais aceitáveis foram: a troca de bacia sanitária convencional por bi-comando, substituição das torneiras, chuveiros e mictórios pelo sistema hidromecânico, reuso de água e aproveitamento de água de chuva. O principal obstáculo destacado para a implantação dessas medidas foi a falta de interesse da instituição, com 40%, seguido de problemas financeiros, desconhecimentos e falta de projeto, todos empatados com 20%.

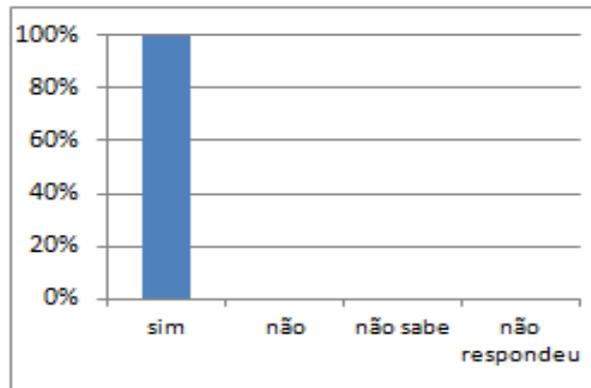


Figura 48– Porcentagem dos gestores que acham que a UFCG deveria investir em programas de redução de água.

Em relação à percepção dos gestores a respeito do comportamento dos usuários do Campus (Figura 49), 100% dos entrevistados afirmaram que os usuários são grandes desperdiçadores de água, devido às muitas solicitações que chegam à Prefeitura decorrentes de quebra de aparelhos pelos usuários, especialmente quando ocorrem confraternizações, congressos, calouradas etc. no interior da própria Universidade.

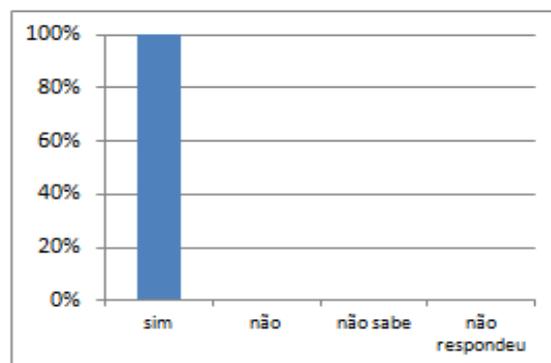


Figura 49– Porcentagem dos gestores que consideram os usuários desperdiçadores de água.

De acordo com a Figura 50, para 80% dos gestores a nota para a consciência dos usuários para economia de água ficou abaixo de 6,0, ou seja, os usuários são mais uma vez reprovados por suas condutas.

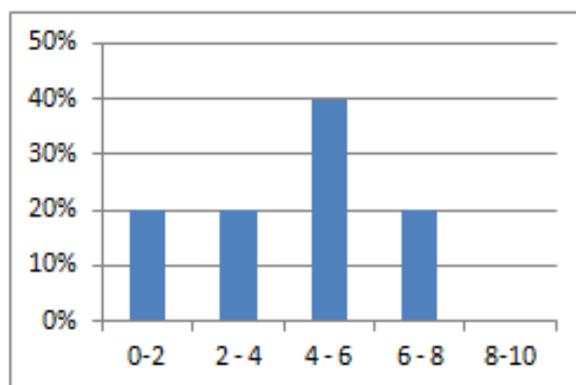


Figura 50– Nota dada pelos gestores para medir a consciência dos usuários para economia de água.

5.3 Simulações de cenários de gerenciamento da demanda de água

A partir da determinação da distribuição do consumo de água conforme o item 5.2.1, calculado através da percepção dos entrevistados no uso dos aparelhos hidrossanitários na UFCG, assim como as preferências e aceitabilidade dos usuários quanto a determinadas medidas de GDA e o diagnóstico do local (onde foi possível fazer o levantamento das características da Universidade) foram simulados cenários com o objetivo de avaliar os impactos na redução de água e a viabilidade do investimento sob o aspecto financeiro e ambiental, por meio do retorno do investimento e o índice de redução do consumo de água, respectivamente.

5.3.1 Simulação 1 - Substituição das bacias sanitárias convencionais por bi-comando (3/6 litros).

O consumo anual de água estimado da bacia sanitária convencional é de 54.158,22 m³, considerando os 9 litros por acionamento. Com a implantação das bacias sanitárias bi-comando (3/6 litros) com média de 4,5 litros por acionamento, o fator de redução no consumo de água é de 50%, resultando em um consumo anual de 27.079,11 m³. Estes valores demonstram uma economia significativa de água com a troca dos aparelhos, pois a UFCG deixaria de utilizar 27.079,11 m³ de água anualmente.

A economia financeira anual gerada pela implantação do aparelho poupador é de $27.079,11 \text{ m}^3 \times \text{R\$ } 7,12 = \text{R\$ } 192.803,26$. O montante investido para a substituição das bacias por bi-comando, sendo considerada a mão-de-obra, material, encargos sociais (125%) e BDI (24,46%) é de: $300 \text{ unidades de bacia} \times \text{R\$ } 569,08$ (Anexo II) do preço do serviço = $\text{R\$ } 170.724,00$. Logo, o retorno do investimento para a Simulação 1 é de 0,89 anos, representando um valor altamente viável, pois em menos de um ano todo o investimento seria pago.

Importante destacar que, por ser a tarifa de água do setor público uma das mais altas da CAGEPA, perdendo apenas para o setor industrial, há uma redução do período do retorno do investimento, tornando mais atrativa a implantação das medidas. Além disso, o período de retorno reduziria ainda mais se a taxa de esgoto fosse cobrada.

Observa-se também que a bacia sanitária, por ser o aparelho hidrossanitário com maior consumo dentro da UFCG, tende a ser prioridade na aplicação de medidas de GDA. Além disso, como o sistema bi-comando em comparação com o sistema atual reduz significativamente o consumo de água, torna-se uma das opções mais viáveis.

5.3.2 Simulação 2 - Substituição das torneiras convencionais por hidromecânicas

O consumo anual de água estimado com a torneira convencional é de $22.351,01 \text{ m}^3$, considerando uma vazão de $0,046 \text{ l/s}$. Com a implantação das torneiras hidromecânicas, adotando um fator de redução de água de 20%, resulta em um consumo anual de $17.880,81 \text{ m}^3$ tendo um total de $4.470,20 \text{ m}^3$ de economia anual de água.

A economia financeira anual gerada pela implantação do aparelho poupador é de $4.470,20 \text{ m}^3 \times \text{R\$ } 7,12 = \text{R\$ } 31.827,84$. O custo para a implantação da substituição das torneiras convencionais por hidromecânicas é de $365 \text{ unidades} \times \text{R\$ } 186,61 = \text{R\$ } 68.112,65$. Logo, o retorno do investimento para a simulação 2 é de 2,14 anos, representando ainda assim um valor viável financeiramente, pois o prazo para pagar a implantação é curto.

5.3.3 Simulação 3 - Substituição das torneiras convencionais por sensor de presença

O consumo anual de água da torneira convencional é de 22.351,01 m³, considerando uma vazão de 0,046 l/s. Com a implantação das torneira por sensor de presença, adotando um fator de redução de água de 40%, resulta em um consumo anual de 13.410,61 m³, tendo um total de 8.940,40 m³ de economia anual de água.

A economia financeira anual gerada pela implantação do aparelho poupador é de 8.940,40 m³ x R\$ 7,12 = R\$ 63.655,68. O custo para a implantação da substituição das torneiras convencionais por torneiras com sensor de presença é de 365 unidades x R\$ 564,10 = R\$ 205.896,50. Logo, o retorno do investimento para a Simulação 3 é de 3,23 anos, representando ainda assim um valor viável financeiramente.

5.3.4 Simulação 4 - Substituição dos mictórios convencionais por hidromecânicos

O consumo anual de água do mictório convencional é de 2.578,96 m³, considerando uma vazão de 0,50 litros por acionamento. Com a implantação dos mictórios hidromecânicos, adotando um fator de redução de água de 20%, resulta em um consumo anual de 2.063,17 m³, tendo um total de 515,79 m³ de economia anual de água.

A economia financeira anual gerada pela implantação do aparelho poupador é de 515,79 m³ x R\$ 7,12 = R\$ 3.672,44. O custo para a implantação da substituição dos mictórios convencionais por mictórios hidromecânicos é de 68 unidades x R\$ 147,40 = R\$10.023,20. Vale destacar que o custo do serviço refere-se apenas à válvula de acionamento hidromecânico e não inclui a substituição da louça. Logo, o retorno do investimento para a Simulação 4 é de 2,73 anos.

Observamos na Tabela10 o resumo dos resultados das simulações dos cenários de aplicações de medidas de gerenciamento da demanda de água para substituições de aparelhos convencionais por poupadores.

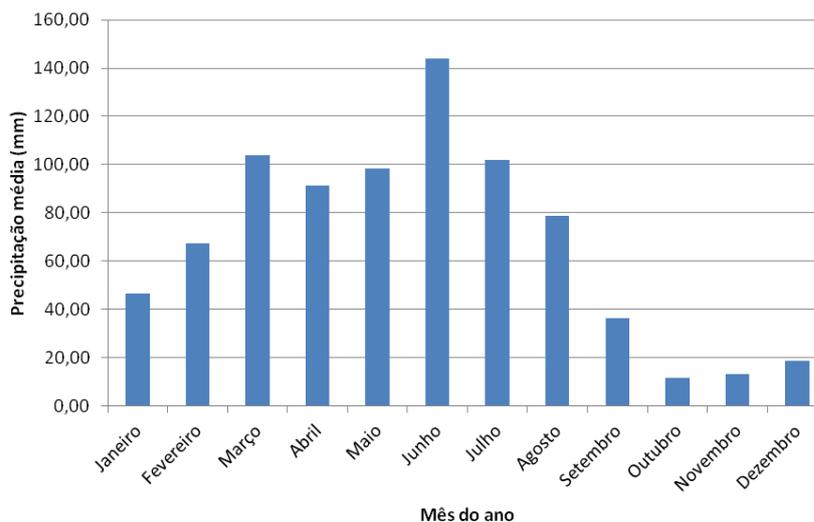
Tabela 10 – Resumo dos resultados das simulações

Simulação	Descrição dos cenários	Redução no consumo de água (%)	Retorno do investimento (anos)
1-	Substituição das bacias sanitárias convencionais por bi-comando (3/6 litros)	50%	0,89
2-	Substituição das torneiras convencionais por hidromecânicas	20%	2,14
3-	Substituição das torneiras convencionais por sensor de presença	40%	3,23
4-	Substituição dos mictórios convencionais por hidromecânicos	20%	2,73

5.3.5 Simulação 5 - Construção de cisterna para captação de água de chuva e aproveitamento no abastecimento das bacias sanitárias

A Simulação 5 é empregada de acordo com a metodologia no item 4.3.2. Para a construção da cisterna para captação de água de chuva para cada edificação da UFCG é adotado um edifício hipotético médio, na qual a área de cobertura para captação é a média da área dos telhados, avaliada no valor de 433,53 m², resultado da divisão de 44.219,88 m² de área de cobertura por 102 blocos.

Os dados de precipitação pluviométrica de Campina Grande entre os anos de 1994 e 2010 mostraram uma precipitação anual média de longo período igual a 812,33 mm, variando entre a mínima de 360,80mm e máxima de 1.365,10mm. A Figura 51 apresenta a distribuição das precipitações médias mensais ao longo do período de estudo para a cidade de Campina Grande-PB. Observa-se que os meses mais chuvosos ocorrem no meio do ano e as menores precipitações no final do ano, com isso verifica-se que o sistema de captação de água de chuva terá menor disponibilidade hídrica nos meses de setembro, outubro, novembro, dezembro e janeiro.



Fonte: AESA (2011)

Figura 51 – Precipitação média mensal para o período de estudo.

A demanda diária de água pluvial para abastecimento apenas das bacias sanitárias variou de acordo com a quantidade do aparelho, pois foi considerada a existência de quatro cenários: 2, 4, 6 e 8 unidades, com o objetivo de flexibilizar o dimensionamento da cisterna decorrente da variação deste aparelho nas edificações da UFCG. Importante destacar que a análise é efetuada apenas para uma edificação e não para a toda a Universidade.

Assim sendo, o cálculo da demanda diária para cada cenário segue abaixo:

- Consumo anual da bacia em 2010 / Quantidade de bacias x 365 dias
- $54.158,22 \text{ m}^3 / (300 \times 365) = 0,49 \text{ m}^3/\text{bacia} \cdot \text{dia}$

Diante dos dados de entrada da Tabela 11, aplica-se o princípio da conservação de massa, simulando dia a dia o consumo de água tratada, variando a capacidade do reservatório de acumulação.

Tabela 11 – Cálculo da demanda diária.

Nº Bacias	Cálculo	Demanda diária (m³)
2	$0,49 \times 2 =$	1,0
4	$0,49 \times 4 =$	2,0
6	$0,49 \times 6 =$	3,0
8	$0,49 \times 8 =$	4,0

Verifica-se, a partir da Tabela 12, parte da sequencia dos resultados até o cálculo do consumo de água tratada por dia. Neste exemplo, a demanda diária é de 4 m³ e o volume do reservatório igual a 25 m³. Ressalta-se que o volume precipitado é o produto dos dados pluviométricos diários pela área de cobertura e coeficiente de runoff (0,80). Já na coluna do volume pluvial coletado, caso o volume precipitado seja menor que a capacidade do reservatório, o resultado será o próprio volume precipitado, caso contrário será o volume do reservatório.

Tabela 12 – Exemplo da planilha de simulação da conservação de massa.

Dia /Mês	Dados Pluviométricos Diários (mm)	Vol. Precipitado no dia t (m³)	Vol. Pluvial Coletado (m³)	Vol. Armazenado no fim do dia (m³)	Consumo de Água Tratada (m³)
1-jan-94	0,00	0,00	0,00	21,00	0,00
2-jan-94	0,00	0,00	0,00	17,00	0,00
3-jan-94	0,00	0,00	0,00	13,00	0,00
4-jan-94	1,40	0,49	0,49	9,49	0,00
5-jan-94	1,50	0,52	0,52	6,01	0,00
6-jan-94	5,00	1,73	1,73	3,74	0,00
7-jan-94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26
8-jan-94	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00
9-jan-94	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00
10-jan-94	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00
11-jan-94	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00
12-jan-94	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00
13-jan-94	1,20	0,42	0,42	0,00	3,58
14-jan-94	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00
15-jan-94	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00
16-jan-94	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00
17-jan-94	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00
18-jan-94	1,20	0,42	0,42	0,00	3,58
19-jan-94	0,40	0,14	0,14	0,00	3,86
20-jan-94	4,40	1,53	1,53	0,00	2,47
21-jan-94	0,20	0,07	0,07	0,00	3,93
22-jan-94	1,60	0,55	0,55	0,00	3,45
23-jan-94	0,20	0,07	0,07	0,00	3,93
24-jan-94	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00
25-jan-94	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00
26-jan-94	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00

Na Figura 52, observa-se que quanto maior a capacidade do reservatório, menor será o consumo de água tratada, um comportamento esperado, tendo em vista que aumentar a capacidade do reservatório implica em ter mais água de chuva para atender a demanda solicitada. No entanto, é importante destacar que quanto maior a demanda de água, mais perceptível a tendência de um valor limite de consumo constante e diferente de zero. É o que ocorre, por exemplo, com a quantidade de 6 bacias, onde o consumo anual de água tratada tende a 800m³. Este limite é definido pela disponibilidade natural da precipitação local, pois a lógica é que não adianta construir um reservatório de grandes proporções se não há chuva suficiente para enchê-lo. Este fato fica mais notório para grandes demandas de água.

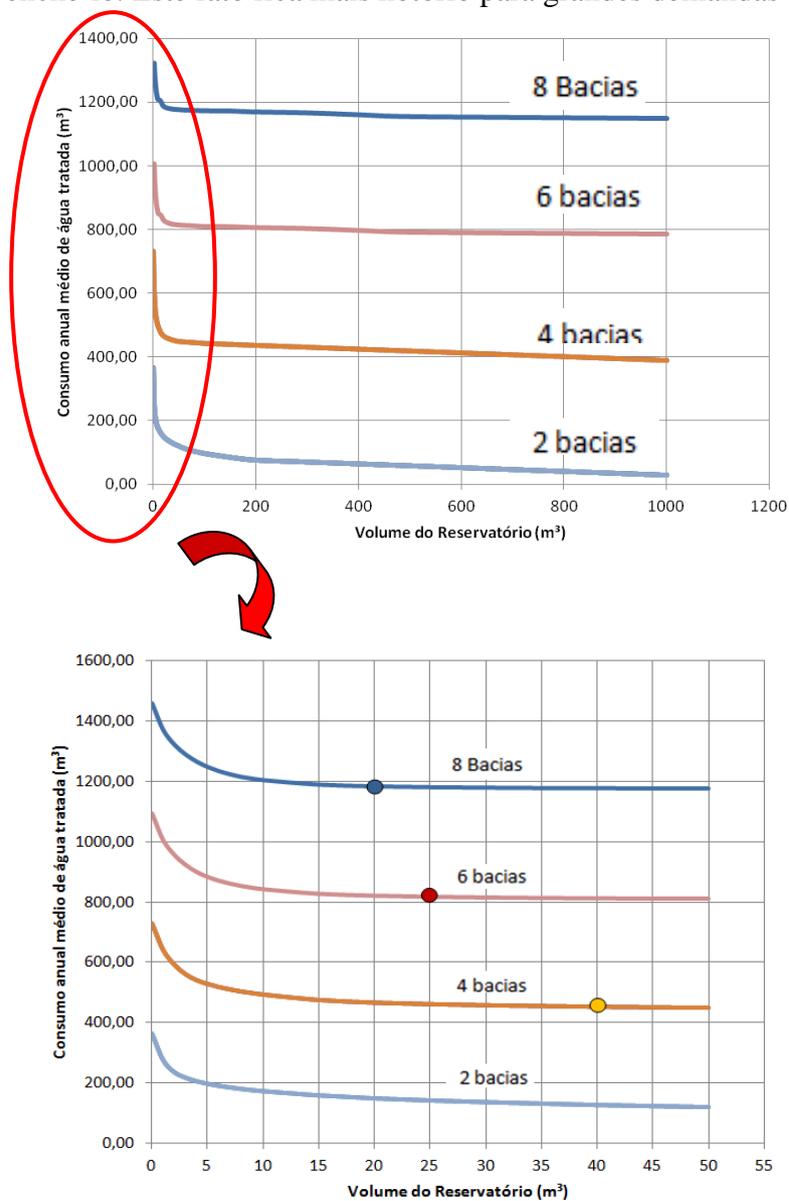


Figura 52 – Relação volume do reservatório e consumo de água tratada para diferentes demandas diárias. Abaixo, detalhe das curvas.

Ainda segundo a Figura 52, observa-se que o volume ótimo para os reservatórios nas situações apresentadas é determinado pelo ponto no qual um aumento do volume de armazenamento não implica em uma redução substancial do consumo de água tratada que compense os custos associados ao aumento do reservatório. Assim sendo, recomenda-se para o caso de 8 bacias a capacidade do reservatório ótima de aproximadamente de 20 m³, para 6 bacias de 25m³, para 4 bacias de 40m³; já para a de 2 bacias o gráfico é menos conclusivo a esse respeito devido à baixa demanda, dificultando a determinação de um valor ótimo graficamente.

Em relação ao índice de aproveitamento, representado por meio da Figura 53, verifica-se que quanto menor a demanda de água, maior poderá ser o índice, conseqüentemente, maior a confiabilidade do sistema. Observa-se, como esperado, que o comportamento assintótico se mantém para as curvas. Para o caso de 8 bacias o índice tende a menos de 20%. Para 6 bacias tende a pouco mais de 20%, para 4 bacias tende a 40% e para 2 bacias tende a 80%.

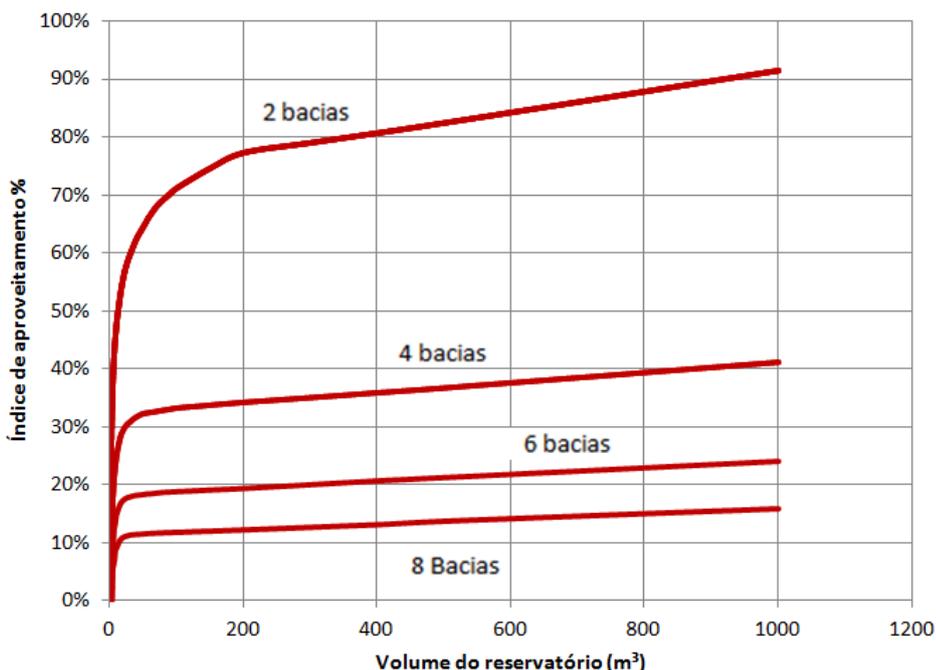


Figura 53 – Relação volume do reservatório e índice de aproveitamento do sistema para diferentes demandas de água.

Nas Tabelas 13 e 14 são apresentados os valores do consumo de água tratada e o índice de aproveitamento do sistema variando a capacidade do reservatório.

Tabela 13 – Consumo de água tratada e índice de aproveitamento para diferentes valores do volume do reservatório (2 e 4 bacias).

Volume do Reservatório (m ³)	2 Bacias		4 Bacias	
	Consumo de água tratada (m ³)	Índice de aproveitamento	Consumo de água tratada (m ³)	Índice de aproveitamento
0	365,24	0%	730,47	0%
1	276,56	17%	641,80	0%
2	236,58	28%	593,17	11%
3	218,40	33%	561,28	14%
4	206,50	37%	541,22	18%
5	198,00	40%	528,46	19%
6	191,08	42%	518,37	21%
7	185,69	44%	510,41	22%
8	180,86	46%	503,51	23%
9	176,79	47%	497,91	24%
10	173,27	48%	493,09	25%
15	159,41	53%	474,96	28%
20	149,29	56%	466,05	29%
25	142,16	58%	460,99	30%
30	136,61	60%	457,48	31%
35	131,75	61%	454,70	31%
40	127,21	63%	452,22	32%
45	123,58	64%	450,30	32%
50	120,05	65%	448,95	32%

Tabela 14 – Consumo de água tratada e índice de aproveitamento do sistema para diferentes valores do volume do reservatório (6 e 8 bacias).

Volume do Reservatório (m ³)	6 Bacias		8 Bacias	
	Consumo de água tratada (m ³)	Índice de aproveitamento	Consumo de água tratada (m ³)	Índice de aproveitamento
0	1095,71	0%	1460,94	0%
1	1007,03	0%	1372,27	0%
2	958,40	0%	1323,64	0%
3	925,60	8%	1290,84	0%
4	901,90	8%	1267,07	6%
5	885,11	10%	1248,91	6%
6	872,60	12%	1235,06	7%
7	863,20	13%	1224,49	7%
8	855,39	13%	1216,12	9%
9	849,25	14%	1210,16	9%
10	844,35	15%	1205,29	9%
15	829,19	17%	1190,10	10%
20	822,82	17%	1184,45	11%

25	819,21	18%	1181,78	11%
30	816,98	18%	1180,12	11%
35	815,21	18%	1178,85	11%
40	814,08	18%	1178,26	11%
45	813,49	18%	1177,67	11%
50	812,90	18%	1177,08	11%

A análise financeira segue o mesmo processo das simulações anteriores, sendo destacado que, para a construção das cisternas, foram considerados dois tipos de materiais: alvenaria e concreto armado. De acordo com a composição de preço unitário, o custo da cisterna em alvenaria é de R\$ 350,21 por metro cúbico e do concreto armado é de R\$ 640,45 por metro cúbico de capacidade de armazenamento. Além disso, foi considerada uma taxa de 5% sobre o valor da execução referente à manutenção e operação do sistema.

Desta forma, foram simulados para diferentes volumes de armazenamento do reservatório, a economia de água tratada, o custo de implantação e o retorno de investimento, apresentados nas Tabelas 15, 16, 17 e 18, respectivamente para 2 bacias, 4 bacias, 6 bacias e 8 bacias.

Tabela 15 – Análise financeira para bloco com 2 bacias.

Volume do Reservatório (m³)	Economia na conta de água anual por bloco (R\$)	Custos dos Reservatórios (Alvenaria) + Manutenção e operação (R\$)	Período de Retorno (anos)	Custo do Reservatório (concreto) + Manutenção e operação (R\$)	Período de Retorno (anos)
0	0,00	-	-	0,00	-
1	631,40	367,72	0,58	672,47	1,07
2	916,06	735,45	0,80	1344,94	1,47
3	1045,50	1.103,17	1,06	2017,41	1,93
4	1130,23	1.470,90	1,30	2689,88	2,38
5	1190,75	1.838,62	1,54	3362,35	2,82
6	1240,02	2.206,35	1,78	4034,82	3,25
7	1278,40	2.574,07	2,01	4707,29	3,68
8	1312,79	2.941,80	2,24	5379,76	4,10
9	1341,76	3.309,52	2,47	6052,23	4,51
10	1366,83	3.677,25	2,69	6724,70	4,92
15	1465,51	5.515,87	3,76	10087,04	6,88
20	1537,56	7.354,49	4,78	13449,39	8,75
25	1588,33	9.193,12	5,79	16811,74	10,58
30	1627,85	11.031,74	6,78	20174,09	12,39
35	1662,45	12.870,36	7,74	23536,44	14,16
40	1694,77	14.708,99	8,68	26898,78	15,87
45	1720,62	16.547,61	9,62	30261,13	17,59

Em relação a capacidade ótima dos reservatórios para a edificação de 4 bacias, observa-se que a economia anual de água chega a R\$ 1.981,14 com custo de implantação em alvenaria de R\$ 14.708,99, acarretando um período de retorno de 7,42 anos. Quando considera a cisterna em concreto o período de retorno eleva para 13,58 anos (Tabela 16).

Tabela 16 – Análise financeira para bloco com 4 bacias.

Volume do Reservatório (m³)	Economia na conta de água anual por bloco (R\$)	Custos dos Reservatórios (Alvenaria) + Manutenção e operação (R\$)	Período de Retorno (anos)	Custo do Reservatório (concreto) + Manutenção e operação (R\$)	Período de Retorno (anos)
0	0,00	0,00	-	0,00	-
1	631,33	367,72	0,58	672,47	1,07
2	977,58	735,45	0,75	1344,94	1,38
3	1204,63	1103,17	0,92	2017,41	1,67
4	1347,46	1470,90	1,09	2689,88	2,00
5	1438,31	1838,62	1,28	3362,35	2,34
6	1510,15	2206,35	1,46	4034,82	2,67
7	1566,83	2574,07	1,64	4707,29	3,00
8	1615,96	2941,80	1,82	5379,76	3,33
9	1655,83	3309,52	2,00	6052,23	3,66
10	1690,15	3677,25	2,18	6724,70	3,98
15	1819,23	5515,87	3,03	10087,04	5,54
20	1882,67	7354,49	3,91	13449,39	7,14
25	1918,70	9193,12	4,79	16811,74	8,76
30	1943,69	11031,74	5,68	20174,09	10,38
35	1963,48	12870,36	6,55	23536,44	11,99
<u>40</u>	<u>1981,14</u>	<u>14708,99</u>	<u>7,42</u>	<u>26898,78</u>	<u>13,58</u>
45	1994,81	16547,61	8,30	30261,13	15,17
50	2004,42	18386,24	9,17	33623,48	16,77

Em relação a capacidade ótima dos reservatórios para a edificação de 6 bacias, observa-se na Tabela 17 que a economia anual de água chega a R\$ 1.968,68 com custo de implantação em alvenaria de R\$ 9.193,12, acarretando um período de retorno de 4,67 anos. Quando considera a cisterna em concreto o período de retorno eleva para 8,54 anos.

Tabela 17 – Análise financeira para bloco com 6 bacias.

Volume do Reservatório (m³)	Economia na conta de água anual por bloco (R\$)	Custos dos Reservatórios (Alvenaria) + Manutenção e operação (R\$)	Período de Retorno (anos)	Custo do Reservatório (concreto) + Manutenção e operação (R\$)	Período de Retorno (anos)
0	0,00	0,00	-	0,00	-
1	631,40	367,72	0,58	672,47	1,07
2	977,65	735,45	0,75	1344,94	1,38
3	1211,18	1103,17	0,91	2017,41	1,67
4	1379,93	1470,90	1,07	2689,88	1,95
5	1499,47	1838,62	1,23	3362,35	2,24
6	1588,54	2206,35	1,39	4034,82	2,54
7	1655,47	2574,07	1,55	4707,29	2,84
8	1711,08	2941,80	1,72	5379,76	3,14
9	1754,80	3309,52	1,89	6052,23	3,45
10	1789,68	3677,25	2,05	6724,70	3,76
15	1897,62	5515,87	2,91	10087,04	5,32
20	1942,98	7354,49	3,79	13449,39	6,92
<u>25</u>	<u>1968,68</u>	<u>9193,12</u>	<u>4,67</u>	<u>16811,74</u>	<u>8,54</u>
30	1984,56	11031,74	5,56	20174,09	10,17
35	1997,16	12870,36	6,44	23536,44	11,78
40	2005,21	14708,99	7,34	26898,78	13,41
45	2009,41	16547,61	8,24	30261,13	15,06
50	2013,61	18386,24	9,13	33623,48	16,70

Da mesma forma para a capacidade ótima dos reservatórios para a edificação de 8 bacias, observa-se na Tabela 18 que a economia anual de água chega a R\$ 1.968,61 com custo de implantação em alvenaria de R\$ 7.354,49, acarretando um período de retorno de 3,74 anos. Quando considera a cisterna em concreto o período de retorno eleva para 6,53 anos.

Tabela 18 – Análise financeira para bloco com 8 bacias.

Volume do Reservatório (m³)	Economia na conta de água anual por bloco (R\$)	Custos dos Reservatórios (Alvenaria) + Manutenção e operação (R\$)	Período de Retorno (anos)	Custo do Reservatório (concreto) + Manutenção e operação (R\$)	Período de Retorno (anos)
0	0,00	0,00	-	0,00	-
1	631,33	367,72	0,58	672,47	1,07
2	977,58	735,45	0,75	1344,94	1,38
3	1211,11	1103,17	0,91	2017,41	1,67
4	1380,35	1470,90	1,07	2689,88	1,95
5	1509,65	1838,62	1,22	3362,35	2,23
6	1608,27	2206,35	1,37	4034,82	2,51
7	1683,52	2574,07	1,53	4707,29	2,80
8	1743,12	2941,80	1,69	5379,76	3,09
9	1785,55	3309,52	1,85	6052,23	3,39
10	1820,23	3677,25	2,02	6724,70	3,69
15	1928,38	5515,87	2,86	10087,04	5,23
<u>20</u>	<u>1968,61</u>	<u>7354,49</u>	<u>3,74</u>	<u>13449,39</u>	<u>6,83</u>
25	1987,62	9193,12	4,63	16811,74	8,46
30	1999,44	11031,74	5,52	20174,09	10,09
35	2008,48	12870,36	6,41	23536,44	11,72
40	2012,68	14708,99	7,31	26898,78	13,36
45	2016,88	16547,61	8,20	30261,13	15,00
50	2021,08	18386,24	9,10	33623,48	16,64

Com isso, verifica-se que para a construção de cisternas para aproveitamento de água chuva, dependendo da quantidade de bacias sanitárias, os volumes ótimos de acumulação variam de 20 m³ para 8 bacias, 25 m³ para 6 bacias e 40 m³ para 4 bacias. Sendo que os máximos retornos de investimentos, no caso de concreto armado, apresentam-se respectivamente, 6,83 anos, 8,54 anos e 13,58 anos, período inferior a 15 anos de amortização do investimento.

CAPÍTULO VI – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Diante dos problemas evidenciados de escassez de água nos núcleos urbanos, e como forma de subsidiar e de demonstrar os impactos devido à implantação de programas de uso racional da água, foi escolhida como caso de estudo a Universidade Federal de Campina Grande, localizada na cidade de Campina Grande, Nordeste brasileiro, região semiárida, caracterizada por ser ambiente público, grande consumidora de água, propícia a altos índices de patologias, ineficiência na manutenção, falta de sensibilização dos usuários para conservação da água e principalmente pelo seu papel de referência na educação, na formação de cidadãos conscientes e na propagação de ideias para a sociedade.

Para isso, inicialmente foram realizados levantamentos, entrevistas, estudos e diagnósticos da Universidade como forma de orientar as ações de gerenciamento da demanda de água. Em relação ao diagnóstico do local percebeu-se que a Universidade encontra-se em um quadro de intensa expansão física de suas edificações (área construída), da população (estudantes, professores e funcionários) e do consumo de água, tendo respectivamente taxas de crescimento de 23,60%, 28% e 118% entre 2004 a 2010.

A rede interna de abastecimento de água é composta de 11 diferentes redes com tubulações na grande maioria antigas; por exemplo, a rede principal de abastecimento é datada de 1978, ocasionando muitos problemas de vazamentos devido à quebra de tubos e de aparelhos hidráulicos. Constatou-se também que a equipe de manutenção é insuficiente para o atendimento do grande número de demandas, agravando ainda mais a situação, pois os consertos dos vazamentos não são realizados de maneira imediata. Outro fato que impede a agilidade e eficiência por parte da manutenção é a burocracia do sistema de compras públicas que demanda tempo para a escolha e aquisição do insumo que, dependendo da demanda, provocam situações de falta de materiais essenciais para o conserto dos vazamentos, induzindo os profissionais a buscarem soluções de improviso no reparo dos serviços, comprometendo o bom funcionamento e qualidade do sistema.

De acordo com entrevistas realizadas com os usuários, 75% afirmam desperdiçar muita água na utilização dos aparelhos, sendo atribuída por eles próprios (76%) nota abaixo de 6,0 em suas condutas, demonstrando reprovação com seus próprios hábitos de conservação

de água. Ainda de acordo com os usuários entrevistados, das torneiras observadas abertas, 56% teriam sido deixadas neste estado pelos próprios usuários, provavelmente por esquecimento ou propositadamente, comprovando o descompromisso desta categoria de atores com o gasto de água na Universidade. A percepção dos usuários sobre o sistema local de abastecimento da UFCG reforça igualmente este panorama, uma vez que quase 80% constataam uma grande perda de água por vazamentos, 72% acham ineficiente a correção dos vazamentos no Campus e mais de 60% atestam que a Universidade não tem interesse em mudar o cenário de desperdício de água.

Do ponto de vista da percepção dos gestores, todos confirmaram o fato de que a Universidade desperdiça muita água, tendo plena consciência da grande ocorrência de vazamentos. Entretanto, 80% consideraram que as correções dos vazamentos não são realizadas com eficiência, devido ao número reduzido de encanadores responsáveis pela manutenção, assim como à falta de materiais para reposição imediata. Dentre as razões para o aumento expressivo no consumo de água no Campus de Campina Grande, segundo os gestores, está, em ordem de relevância, o aumento da área construída, o aumento dos usuários, o aumento do desperdício, a falta de manutenção e, por fim, as instalações antigas. Porém, todos concordam que a Universidade deveria investir em um programa de redução de consumo de água. O principal obstáculo para a adoção desta medida, destacado pelos entrevistados, foi a falta de interesse da instituição (40% das respostas), seguido de problemas financeiros, desconhecimentos e falta de projeto (20% das respostas, respectivamente). Em relação à percepção dos gestores a respeito do comportamento dos usuários do Campus, 100% apontam que os usuários são grandes desperdiçadores de água.

Na simulação da implantação dos cenários de gerenciamento da demanda de água, verificou-se no Cenário 1, caso da substituição das bacias convencionais (12 litros por acionamento) por bacias com sistema bi-comando, uma redução de 50% no consumo de água e um retorno no investimento de 0,89 anos. Para o Cenário 2 e 3, troca das torneiras convencionais por, respectivamente, hidromecânica e por sensor de presença, resultaram em uma redução de 20% e 40% no consumo de água e 2,14 anos e 3,23 anos de retorno do investimento. A substituição dos mictórios por hidromecânicos implicou na redução de 20% no consumo de água e 2,73 anos para amortização do investimento.

Quando considerado o Cenário 5, construção de cisternas para captação da água de chuva e aproveitamento no abastecimento das bacias sanitárias, verificou-se que para

edificações com 4 bacias sanitárias, a capacidade ótima do reservatório é de 40 m³ com um índice de aproveitamento do sistema em 32%. Já para edifícios com 6 bacias, a capacidade ótima fica em torno de 25m³ e índice de 18%. Para 8 bacias o volume ótimo é de aproximadamente 20 m³ e índice de aproveitamento de 11%.

Através dos resultados dos diagnósticos do local e do sistema de abastecimento de água interno do Campus, da avaliação das práticas atuais e percepções dos usuários e gestores da UFCG acerca do uso racional da água e, por fim, das simulações de aplicação de GDA, permitiu-se concluir que a UFCG necessita de uma intervenção tanto no sistema quanto de uma campanha junto aos usuários, a fim de reduzir o desperdício de água devido a vazamentos e ao mau uso do recurso. As implantações de medidas tecnológicas simuladas se mostraram viáveis tanto ambientalmente, pois haveria uma significativa redução do consumo de água, como financeiramente, com retorno do investimento em pouco tempo.

À guisa de recomendação para futuros estudos, considera-se a verificação dos impactos com a simulação de outros cenários de gerenciamento da demanda, tais como: setorização da medição, campanhas educativas, reúso de água etc., como também a aplicação de outros métodos financeiros para determinação do retorno do investimento, aplicação de outra metodologia para determinar a distribuição do consumo de água dos aparelhos hidrossanitários, verificar o impacto da utilização de equipamentos poupadores de água já implantadas nas edificações da UFCG.

CAPÍTULO VII – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). NBR 5674: Manutenção de edificações – Procedimento. Rio de Janeiro. 1999.

ADENE- AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE. *A região semiárida brasileira*. Disponível em: <www.adene.gov.br>. Acesso em março de 2011.

AESA – AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA. Dados sobre precipitação. Campina Grande. 2011.

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.

ALMEIDA, J. A problemática do desenvolvimento sustentável. In: BECKER; Dinizar Fermiano. (Org.). *Desenvolvimento sustentável: necessidade e/ou possibilidade?*. Santa Cruz do Sul – RS. EDUNISC, 2002.

ALITCHKOV, D.; IVANOVA, P. *Systematic approach for investigation of water demand in buildings*. In: CIB-W62 Water Supply and Drainage for Buildings, 29., 2003, Turquia. Proceedings. Turquia: CIB W62, p. 447-459. 2003.

AMORIM, S. V.; PEREIRA, D. J. A.. *Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento para reservatórios utilizados em aproveitamento de água pluvial*. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 53-66, 2008.

ANA - Agência Nacional de Águas. *The establishment of the Brazilian National Water agency–ANA #158*. Disponível em <

<http://www.pacificwater.org/userfiles/file/IWRM/Toolboxes/Brazil%2520158.pdf> >. Acesso em janeiro de 2012. 2005.

ANA; FIESP; SINDUSCON-SP. *Manual de Conservação e Reúso da Água em Edificações*, elaborado em conjunto pela Agência Nacional das Águas – ANA, a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo – FIESP e o Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo – SindusCon. 2005.

APPAN, A. *Trends in Water Demands and the Role of Rainwater Catchment Systems in the Next Millennium*. In: 9ª Conferência Internacional sobre Sistemas de Captação de Água de Chuva. 1999.

ARAÚJO, M. L. R.. *A Ciranda da Política Campinense*. In: IMAGENS Multifacetadas da História de Campina Grande: Campina Grande: PMCG, pp. 79-100. 2000.

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

BENJAMÍN, A. H.; MARQUES, C. L.; TINKER, C. *The Water Giant Awakes: An Overview of Water Law in Brazil*. 2005.

BRAGA, B.; GOBETTI, L. *Análise Multiobjetivo. Técnicas Quantitativas para o Gerenciamento de Recursos Hídricos*. Editora Universidade. Pg. 361-418. Porto Alegre, 1997.

BRAGA, C. F. C. *Avaliação multicriterial e multidecisória no gerenciamento da demanda urbana de água*. Dissertação apresentada ao curso de mestrado em Engenharia Civil da Universidade Federal da Paraíba. 2001.

BRITO, F. B. *O conflito pelo uso da água do Açude Epitácio Pessoa – PB*. Dissertação de Mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia – UFPB, João Pessoa – PB. 2008.

BRITO, F.B. VIANNA, P. C. G. *Conflito pelo uso da água do açude Epitácio Pessoa* – PB. S.D.

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.

BROOKS, D. B. *An Operational Definition of Water Demand Management*. International Journal of Water Resources Development. 2005.

CMMDA – COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE. *Our Common Future*. New York: Oxford University Press. 383p.1987.

CORDÃO, M. J. S. *Modelagem e otimização da disposição espacial de unidades de reservação em redes de distribuição de água utilizando geotecnologias*. (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Unidade Acadêmica de Engenharia Civil. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande. 2009.

CORRAL-VERDUGO, V. *et al. Sustainable behavior and time perspective: present, past, and future orientations and their relationship with water conservation behavior*. Interam. j. psychol. v.40 n.2 Porto Alegre ago. 2006.

CORRAL-VERDUGO, V. *Determinantes psicológicos e situacionais do comportamento de conservação de água: um modelo estrutural*. Estudos de Psicologia, 8(2), 245-252. 2003.

DECA. Bacia sanitária bi-comando (Dual Flux). Disponível em < www.deca.com.br >. Acesso em 12 de janeiro de 2012.

DNOCS – DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS. *Barragens no Nordeste do Brasil. Experiência do DNOCS em barragens na região semiárida*. 2 ed. Fortaleza. 1990.

DOCOL. *Aparelhos sanitários*. Disponível em < <http://www.docol.com.br/pt> >. Acesso em 12 de janeiro de 2012.

DRACO. *Aparelhos hidrossanitários automáticos*. Disponível em < <http://www.dracoeletronica.com.br> >. Acesso em 13 de janeiro de 2012.

ECONSERVAR, *Consciência Ambiental no Cotidiano*. Disponível em < <http://radames.manosso.nom.br/ambiental/agua/captacao-de-agua-da-chuva/>>. Acesso em 15 de janeiro de 2012.

EVAC. *Bacia sanitária a vácuo*. Disponível em < <http://evacbuilding.com/br> >. Acesso em 12 de janeiro de 2012.

FERNANDES, D. R. M.; NETO V. B. M.; MATTOS, K. M. C. *Viabilidade Econômica do Uso da Água da Chuva: Um Estudo de Caso da Implantação de Cisterna na UFRN/RN*. XVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. 2007.

FORGIARINI, F. S. *Modelagem da cobrança pelo uso da água bruta para aplicação em escala real na bacia do rio Santa Maria*. Dissertação apresentada ao mestrado em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Maria - RS. 2006.

FRIEDMAN, K. *et al. Water Demand Management optimization methodology*. American Water Works Association. 2011.

GALVÃO, C. O.; RÊGO, J. C.; RIBEIRO, M. M. R.; ALBUQUERQUE, J. P. T. 2002 *Sustentabilidade da Oferta de Água para Abastecimento Urbano no Semi-Árido Brasileiro: O caso de Campina Grande*. In: Seminário: Planejamento, Projeto e Operação de Redes de Abastecimento de Água – O Estado da Arte e Questões Avançadas. João Pessoa, Jun. 2002.

GARRIDO, R. *Water Resources National Policy in Brazil*. World Commission on Dams. v. 3 [s.d.].

GFN, *Global Footprint Network. Ecological Footprint: Overview*. 2007. Disponível em: <<http://www.footprintnetwork.org/>>. Acesso em janeiro. 2012.

GONÇALVES, O. M. *et al. Patologias dos sistemas prediais de água fria em escolas municipais de Campinas, São Paulo*. VIII Congreso Latinoamericano de Patología de la Construcción. 2005.

GONÇALVES, O. M., *et al. Indicadores de Uso Racional da Água para Escolas de Ensino Fundamental e Médio com Ênfase em Índices de Consumo*. In: Conferência Latinoamericana de Construção Sustentável, Encontro Nacional de Tecnologia de Ambiente Construído, São Paulo, 2004.

GONÇALVES, O.M. *Bases metodológicas para racionalização do uso de água e energia no abastecimento público no Brasil*. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1995.

GRAWITZ, M. *Méthodes en sciences sociales*. Paris: Editions Dalloz, 2001.

GUEDES, M. J. F. *Gerenciamento da Demanda de Água: Proposta de Alternativas na Escala de uma Cidade*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Unidade Acadêmica de Engenharia Civil. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande. 2009.

HAGEMANN, S. E. *Avaliação da Qualidade da Água da Chuva e da Viabilidade de sua Captação e Uso*. (Mestrado em Engenharia Civil). Santa Maria, RS, Brasil. 2009.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo demográfico*. 2010. Disponível on-line: <www.ibge.gov.br>. Acesso em dezembro de 2011.

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.

MACEDO, M. J. H.; GUEDES, R.V.S; SOUSA, F. A. S. *Monitoramento e intensidade das secas e chuvas na cidade de Campina Grande/PB*. Revista Brasileira de Climatologia. Ano 7. Vol. 8. 2011.

MANCINTYRE, A. J. *Instalações Hidráulicas*. Editora Guanabara Dois. 1982

MANCUSO, P. C. S; SANTOS, H. F. *Participação Comunitária e Aceitabilidade da Água de Reuso*. In: Reúso de Água. Editora Manole Ltda. Baruerí- SP. 2003.

MARINOSKI, A. K.; GHISI, E. *Aproveitamento de água pluvial para usos não potáveis em instituições de ensino: estudo de caso em Florianópolis – SC*. Ambiente Construído, Porto Alegre, V.8, n.2, p. 67-84. 2008.

MARQUES, R. *A escola e os pais. Como colaborar?*. 6ª edição. Lisboa. 1999.

MENDES, C. F. D1. *The pre-implantation of a water use program in Anel Viário of Campus do Vale of Federal University of Rio Grande do Sul, Universidade Federal do Rio Grande do Sul*. Escola de Engenharia, Programa de Pós- Graduação em Engenharia Civil, Porto Alegre, Brazil. S.d.

MINAYO, M. C. S. *Pesquisa Social: teoria, método e criatividade*. 6. Edição. Petrópolis, RJ. Vozes, 1996.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO – GOVERNO FEDERAL. *REUNI – Reestururação e Expansão das Universidades Federais*. Disponível em < <http://reuni.mec.gov.br/> > Acesso em 09 de abril de 2011.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL – GOVERNO FEDERAL. *Projeto São Francisco*. Disponível em < www.integracao.gov.br > Acesso em 03 de fevereiro de 2012.

MONTANA ON LINE – disponível no site:

<www.montanahidrotecnica.com.br/OBanhoPage.htm>. Acesso em janeiro de 2012.

MOTA, S. *Água: Controle do desperdício e reúso*. Seminário Água e Desenvolvimento Sustentável no Semi-Árido. Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer, Série Debates nº 24, dezembro 2002.

NAKAGAWA, A. K.; *et al.* *Programa de Uso Racional da Água em uma Universidade: Metodologia e Resultados*. 25º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2009.

NARCISO, C. A. F.. *Espaço público: ação política e práticas de apropriação. Conceito e precedência*. Estudos e Pesquisas em Psicologia, UERJ, RJ, ano 9, N. 2, P. 265-291, 2º semestre de 2009.

NUNES, S. *et al.* *Avaliação do Potencial de Reúso de Água em Equipamentos de Análises Clínicas*. XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído. 2006.

OLIVEIRA, L. H. *Bacias sanitárias com sistema dual de descarga: quanto é possível reduzir o consumo de água?*. Revista Hydro. Março de 2007.

OSKAMP, S. *Psychological Contributions to Achieving an Ecologically Sustainable Future for Humanity*. Journal of Social Issues, Vol. 56, No. 3, pp. 373–390. 2000.

PENEDO, A. *Apresentação das melhores práticas Prêmio Água e Cidade*. Água e Cidade. CD- ROM. 2003.

PINHEIRO, J. Q. *Apego ao futuro: Escala temporal e sustentabilidade em Psicologia Ambiental*. In V. Corral-Verdugo (Ed.), *Conductas protectoras del ambiente. Teoría, investigación y estrategias de intervención* (pp. 29–48). Ciudad de Mexico: CONACYT–UniSon. 2002.

PIO, A. A. *Água como fator crítico ao desenvolvimento sustentável*. In: THAME, A. C. M. et al. (Orgs.). *A cobrança pelo uso da água*. São Paulo.2000.

PROJETO MEMÓRIA – UFCG. *Acervo fotográfico da Universidade Federal de Campina Grande*. Disponível em <http://www.ch.ufcg.edu.br/pmemoria/historico.htm>. Acesso em 15 de junho de 2011.

RAPOSO, I. *Não há Bichos-de-Sete-Cabeças*. Cadernos de educação ambiental, 2. Lisboa: IIE/IPAMB. 1997.

RÊGO, J. C et al. *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. 2000.

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. 2001.

RIBEIRO, S. I. R. *Educação Ambiental, envolvimento familiar e mudança de comportamento*. Dissertação de Mestrado. Instituto Superior de Psicologia Aplicada. 2006.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Disponível on-line em: <www.sabesp.com.br>. Acesso em janeiro 2012.

SALATI, E et al. *Água e o desenvolvimento sustentável*. In: *Água doce no Brasil-Capital ecológico, uso e conservação*. São Paulo: Escrituras Editoriais, 1999.

SALERMO, L. S. *Aplicação de ferramentas da mentalidade enxuta e da manutenção autônoma aos serviços de manutenção dos sistemas prediais de água. estudo de caso: hospital das clínicas da UNICAMP / Lia Soares Salermo.--* Campinas, SP: [s.n.], 2005.

SAMPAIO, D. T. *Sustentabilidade Urbana: Conceitos e Controvérsias*. V Encontro Nacional e III Encontro Latino-Americano sobre edificações e comunidades sustentáveis. 2009.

SAVENIJE, H. H. G.; VAN DER ZAAG, P. *Water as an economic good and demand management: paradigms and pitfalls*. Water International, v. 27, nº. 1, p. 98-104. 2002.

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

SICHE, R. *et al. Índices versus indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países*. Ambient. soc. vol.10. No.2 Campinas. 2007.

SILVA *et al. A gestão integrada dos recursos hídricos como política de gerenciamento hídrico no Brasil*. IX Encontro Nacional da ECOECO. Brasília - DF – Brasil. Outubro de 2011.

SILVA, G. S.; TAMAKI, H.O.; GONÇALVES, O.M. *Implementação de programas de uso racional da água em campi universitários*. Ambiente Construído, Porto Alegre, V.6, n.1, p.49-61. 2006.

SILVA, R. T.; CONEJO, J. G. L.; GONÇALVES, O. M. *Apresentação do programa. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. DTA – Documento Técnico de Apoio nº A1*. Brasília: Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano. 1999.

SOUZA, I. V. A; VIEIRA, V. P. P. B. *A influência do Banco Mundial no Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Nordeste Brasileiro*. VII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2004.

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.

TAMAKI, H. O. *et al.* Implementação de leitura remota de hidrômetros em campi universitários no contexto de programas de uso racional da água – estudo de caso: Universidade de São Paulo. S.d.

TOMAZ, P. Economia de água para empresas e residências. São Paulo: Navegar, 2000.

TORRES, J. V. O.; MONTENEGRO, R. D. Escola Politécnica: Construindo o imaginário de modernidade em Campina Grande através do Diário da Borborema. Universidade Federal de Campina Grande. 2007.

TRATAMENTO DE ÁGUA. *Esquema do sistema de captação de água pluvial*. Disponível em < <http://www.tratamentodeagua.com.br/r10/home.aspx> >. Acesso em 15 de janeiro de 2012.

TRIGUEIRO, M.. *Eléments pour une prise en compte du rôle des espaces publics dans les grands ensembles. Les cas lyonnais de la Ville Nouvelle et des Minguettes* [Elementos para a consideração do papel dos espaços públicos nos grandes conjuntos habitacionais. O caso dos bairros Ville Nouvelle e Minguettes]. Tese de Doutorado. Lyon: Institut National des Sciences Appliquées, 443 p, pp. 184-189. 2008.

VENDRAMINI, P.. *Liderança e mudança organizacional: as categorias essenciais do líder facilitador*. Dissertação de mestrado (Engenharia de Produção e Sistemas). Universidade Federal de Santa Catarina. 2000.

VILLIERS, M. *Água: Como o uso deste precioso recurso natural poderá acarretar a mais séria crise do século XXVI*. Rio de Janeiro: Ediouro, 2002.

WATSON, R. K. *et al.* *An opportunistic field experiment in community water conservation. Population and Environment: A journal of Interdisciplinary Studies*. 1999.

WINPENNY, J. T. *Demand Management for efficient and equitable use*, in Water: Economic, Management and Demand, Melvyn Kay, Tom Franks and Laurence Smith (eds.) 1997.

XAVIER, R. P. *Influência de barreiras sanitárias na qualidade da água de chuva armazenada em cisternas no semiárido paraibano.* — Campina Grande, 2010.

YWASHIMA, L. A. *et al. Método para Avaliação da Percepção dos Usuários para o Uso Racional da Água em Escolas.* 2006.

YWASHIMA, L.A. *Avaliação do Uso de Água em Edifícios Escolares Públicos e Análise de Viabilidade Econômica da Instalação de Tecnologia Economizadoras nos Pontos de Consumo.* Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas). 2005.

ANEXOS 1 – Questionários aplicados aos usuários e gestores da UFCG

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: RECURSOS HÍDRICOS

QUESTIONÁRIO

Nome da Instituição:	UFCG – Campus de Campina Grande		
Entrevistador:			
Data:			
Horário:			
Função do entrevistado:	<input type="checkbox"/> Aluno	<input type="checkbox"/> Professor	
Sexo:	<input type="checkbox"/> Masculino	<input type="checkbox"/> Feminino	
Comentários:			

ATENÇÃO!!! Todas as perguntas se referem ao ambiente UFCG

- LAVATÓRIO

Frequência diária de uso dos lavatórios na UFCG?

4 ou mais vezes 3 vezes 2 vezes 1 vez Não sabe

Forma de uso das torneiras de lavatório?

Aberta somente o necessário Sempre aberta Não respondeu Não sabe

Tempo médio de uso das torneiras do lavatório?

- 1 minuto 2 minutos 3 minutos 4 ou mais minutos

As torneiras dos lavatórios têm histórico de apresentarem problemas de vazamento?

- nunca Registro quebrado Registro fica aberto direto sem funcionamento outra.

Observação das torneiras dos lavatórios aberta?

- Sempre às vezes nunca não sabe

Motivos pelos quais os usuários consideram que as torneiras são deixadas abertas?

- Proposital Quebrada Esquecimento

- MICTÓRIO

Frequência diária do uso dos mictórios?

- 4 ou mais vezes 3 vezes 2 vezes 1 vez Não sabe

Forma de uso dos mictórios?

- Abre e fecha o registro Não dá descarga Registro quebrado Registro fica aberto direto

Os mictórios têm histórico de apresentarem problemas de vazamento?

- Nunca Registro quebrado registro fica aberto direto sem funcionamento outra

Observação dos registros dos mictórios abertos?

Sempre às vezes nunca não sabe

Motivos pelos quais os usuários consideram que os registros do mictório são deixados abertos?

Proposital Quebrada Esquecimento

- CHUVEIRO

Frequência diária de uso dos chuveiros?

4 ou mais vezes 3 vezes 2 vezes 1 vez Não usa

Forma de uso dos chuveiros?

Aberto somente o necessário Sempre aberta Não respondeu Não sabe

Tempo de uso do chuveiro?

Superior a 20 minutos 20 minutos 15 minutos 10 minutos até 5 minutos

Os chuveiros têm histórico de apresentarem problemas de vazamento?

Nunca Registro quebrado registro fica aberto direto sem funcionamento outra

Observação dos registros dos chuveiros abertos?

Sempre às vezes nunca não sabe

Motivos pelos quais os usuários consideram que os chuveiros são deixados abertos?

Proposital Quebrada Esquecimento

- BACIA SANITÁRIA

Frequência de uso das bacias sanitárias?

4 ou mais vezes 3 vezes 2 vezes 1 vez Não sabe

As bacias têm histórico de apresentarem problemas de vazamento?

Nunca Registro quebrado Registro fica aberto direto sem funcionamento outra

- GERAL

Qual o aparelho você considera que consome mais água na UFCG?

Lavatório Bacia sanitária Chuveiro Mictório

Você acha que a Universidade Federal de Campina Grande perde muita água por vazamentos?

Sim não não sabe

De que maneira você avalia a Universidade Federal de Campina Grande no quesito correção de problemas de vazamento?

Eficiente não eficiente não sabe

Você acha que os usuários, de modo geral, desperdiçam muita água?

Sim não não sabe

Que nota você daria para avaliar a consciência do usuário para a economia de água:

0 – 2 2 – 4 4 – 6 6 – 8 8 – 10

Você acha que a UFCG deveria investir em um programa de redução de água no interior do campus?

Sim Não Não sabe

Você tem conhecimento sobre as medidas abaixo usadas para reduzir o consumo de água (Marque para sim):

Bacia sanitária de descarga reduzida torneiras chuv econômicos Aproveitamento de água de chuva Reuso de água Setorização da medição

outra: _____

Qual das medidas elencada você teria mais aceitação de implantação para redução do consumo de água na UFCG (enumerar de acordo com a prioridade):

- troca por bacia sanitária de descarga reduzida VDR
- troca por torneiras/chuveiros econômicos
- Aproveitamento de água de chuva/cisternas
- Reuso de água
- Setorização da medição
- Campanhas educativas
- Correção de vazamentos
- outra: _____

Qual seria o principal obstáculo para a Universidade implantar um programa de redução de água:

- Financeira Desconhecimento Falta de interesse Não há necessidade Não sabe
- Não respondeu

Você tem conhecimento dos problemas de abastecimento de água em Campina Grande?

- Sim Não

ANEXOS 2 – Composição de preço unitário

8.5 - Cisterna em alvenaria com capacidade para 40.000 l (altura de 1,0m e largura de 6,35m)				(un)
Concreto Armado (preparo na obra com betoneira) para estruturas (vigas e pilares) com fck = 25 MPa (formas e aço) de madeira resinada 12 mm reaproveitamento de 5 vezes	m ³	2,54	1.607,59	4.080,06
Impermeabilização de reservatório com argamassa de cimento e areia no Traço 1:3, com espessura de 2cm	m ²	65,72	7,47	490,92
Chapisco 1:3 - (com aditivo)	m ²	65,72	9,44	620,42
Laje de impermeabilização com 0,08m de espessura - 1:4:8	m ²	40,32	35,49	1.431,05
Laje pré-moldada para forro, vão até 4,5m, inclusive capeamento e escoramento	m ²	40,32	86,26	3.478,22
Alvenaria de 1 vez tijolos de 8 furos com argamassa Mista - 1: 2: 8	m ²	25,40	54,13	1.374,90
Conjunto moto bomba submersível de 11 a 25 cv	un	1,00	143,00	143,00
Caixa d'água fibrocimento 1000 l, entrada 20mm com boia 1/2", saída de 25mm e sistema de limpeza e extravasor 32mm;	un	1,00	375,00	375,00
Escavação manual em campo aberto em solo de 1ª categoria, profundidade até 2m	m ³	52,42	22,11	1.158,99
Concreto armado (preparo e lançamento) para sapatas, Fck = 25MPa, com forma em chapa de madeira compensada resinada, aproveitamento 3 vezes, com betoneira	m ³	1,01	849,21	856,00
Custo do material				14.008,56
SUBTOTAL (R\$)				14.008,56
TOTAL (R\$)				14.008,56
R\$/m ³				350,21

8.5 - Reservatório em concreto armado com capacidade para 40.000 l (altura de 1,0m e largura de 6,35m)				(un)
Concreto Armado (preparo na obra com betoneira) para estruturas (vigas, pilares e paredes laterais) com fck = 25 MPa (formas e aço) de madeira resinada 12 mm reaproveitamento de 5 vezes	m ³	9,86	1.607,59	15.848,23
Impermeabilização de reservatório com argamassa de cimento e areia no Traço 1:3, com espessura de 2cm	m ²	65,72	7,47	490,92
Chapisco 1:3 - Superfícies Horizontais (com aditivo)	m ²	65,72	9,44	620,42
Laje de impermeabilização com 0,08m de espessura - 1:4:8	m ²	40,32	35,49	1.431,05
Laje pré-moldada para forro, vão até 4,5m, inclusive capeamento e escoramento	m ²	40,32	86,26	3.478,22
Conjunto moto bomba submersível de 11 a 25 cv	un	1,00	143,00	143,00

Caixa d'água fibrocimento 1000 l, entrada 20mm com boia 1/2", saída de 25mm e sistema de limpeza e extravasor 32mm;	un	1,00	375,00	375,00
Escavação manual em campo aberto em solo de 1ª categoria, profundidade até 2m	m³	52,42	22,11	1.158,99
Concreto armado (preparo e lançamento) para sapatas, Fck = 25MPa, com forma em chapa de madeira compensada resinada, aproveitamento 3 vezes, com betoneira	m³	2,440	849,21	2.072,07
Custo do material				25.617,89
SUBTOTAL (R\$)				25.617,89
TOTAL (R\$)				25.617,89
R\$/m³				640,45

Bacia sanitária c/ cx de descarga de louça acoplada c/ tampo plástico (BI-COMANDO)				
				(un)
Bacia sifonada de louça c/ cx de descarga acop.	un	1,000	397,00	397,00
Anel de borracha p/ bacia	un	1,000	6,58	6,58
Bolsa de borracha p/ bacia sanitária	un	1,000	0,87	0,87
Massa p/ vidro	kg	0,250	3,12	0,78
Joelho PVC de 100 mm p/ bacia sanitária	un	1,000	4,41	4,41
Encanador	h	4,300	2,73	11,74
Ajudante	h	4,300	2,19	9,42
Custo do material				409,64
mão de Obra				21,16
Leis Sociais				125,00% 26,45
SUBTOTAL (R\$)				457,24
BDI				24,46% 111,84
TOTAL (R\$)				569,08

Torneira Hidromecânica				(un)
Torneira hidromecânica	un	1,000	144,40	144,40
Encanador	h	0,500	2,73	1,37
Ajudante	h	0,500	2,19	1,10
	Custo do material			144,40
	mão de Obra			2,46
	Leis Sociais		125,00%	3,08
	SUBTOTAL (R\$)			149,94
	BDI		24,46%	36,67
	TOTAL (R\$)			186,61

Torneira com sensor de presença				(un)
Torneira com sensor de presença	un	1,000	447,70	447,70
Encanador	h	0,500	2,73	1,37
Ajudante	h	0,500	2,19	1,10
	Custo do material			447,70
	mão de Obra			2,46
	Leis Sociais		125,00%	3,08
	SUBTOTAL (R\$)			453,24
	BDI		24,46%	110,86
	TOTAL (R\$)			564,10

Válvula hidromecânica para mictório				(un)
Válvula hidromecânica	un	1,000	112,90	112,90
Encanador	h	0,500	2,73	1,37
Ajudante	h	0,500	2,19	1,10
	Custo do material			112,90
	mão de Obra			2,46
	Leis Sociais		125,00%	3,08
	SUBTOTAL (R\$)			118,44
	BDI		24,46%	28,97
	TOTAL (R\$)			147,40

ANEXOS 3 – BDI



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PREFEITURA UNIVERSITÁRIA

DEMONSTRATIVO DE BDI

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	TAXA
1	Administração (A)	7,50%
2	Seguros/Imprevistos (F)	1,00%
3	PIS (T)	0,65%
4	ISS (T)	2,50%
5	COFINS (T)	3,00%
6	Imposto de Renda (T)	0,00%
7	Contribuição Social s/ Lucro (T)	0,00%
8	Despesas Financeiras (F)	0,57%
9	Bonificação (Lucro) (L)	7,00%

Cálculo do BDI

$$\text{BDI} = \frac{(1+A) \times (1+F) \times (1+L)}{(1-T)} - 1$$

sendo:

A: taxa referente ao somatório da Administração;

F: taxa representativa às Despesas Financeiras e Seguros/Imprevistos;

L: taxa referente à Bonificação;

T: taxa referente à incidência de Impostos

Então:

$$\text{BDI} = \frac{(1+0,075) \times (1 + 0,01+ 0,0057) \times (1 + 0,07)}{1 - 1} = \frac{1,075 \times 1,0157 \times 1,07}{1 - 1}$$

$$1 - (0,0065+0,03+0,025) \qquad 0,9385$$

$$\text{BDI} = \frac{1,165}{0,936} - 1 = 1,2446 - 1 = 0,2446 \text{ multiplicando por 100 (porcentagem)}$$

$$0,936$$

$$\text{BDI} = 24,46\%$$